

## I DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

### Información sectorial

#### I.1 Datos generales del proyecto

1. Clave del proyecto (para ser llenado por la Secretaría)
2. Nombre del proyecto
  - Proyecto Hidroeléctrico “La Parota”, Guerrero
3. Datos del sector y tipo de proyecto
  - 3.1 Sector
    - Eléctrico
  - 3.2 Subsector
    - N/A
  - 3.3 Tipo de proyecto
    - Generación de energía eléctrica – hidroeléctrica
4. Estudio de riesgo y su modalidad
  - N/A
5. Ubicación del proyecto
  - 5.1 Calle y número, o bien nombre del lugar y/o rasgo geográfico de referencia, en caso de carecer de dirección postal
    - Se localiza en la cuenca del Río Papagayo sobre el río llamado del mismo nombre, que pertenece a la Región Hidrológica No. 20 Costa Chica - Río Verde del pacífico sur.
  - 5.2 Código postal
    - N/A
  - 5.3 Entidad federativa
    - Estado de Guerrero
  - 5.4 Municipio(s) o delegación(es)
    - El eje de la cortina se localiza en el Municipio de Acapulco de Juárez
  - 5.5 Localidad(es)
    - 1 km al N de La Parota
  - 5.6 Coordenadas geográficas y/o UTM para proyectos cuya infraestructura y/o actividades se distribuyen dispersos en una zona o región.
    - Las coordenadas de localización UTM de la poligonal que envuelve la zona del embalse y la de obras principales se indican a continuación:

<b>COORDENADAS</b>	
<b>EMBALSE</b>	
<b>Latitud Norte (X)</b>	<b>Longitud Oeste (Y)</b>
431 000	1901 000
459 000	1895 000
421 000	1869 000
441 000	1869 000

<b>COORDENADAS</b>	
<b>POLIGONO ENVOLVENTE CON CONFIGURACIÓN TOPOGRAFICA DE LAS OBRAS PRINCIPALES</b>	
<b>Latitud Norte (X)</b>	<b>Longitud Oeste (Y)</b>
433 400	1870 800
434 830	1870 800
433 850	1872 950
432 205	1872 950

6. Dimensiones del proyecto disperso en una zona o región.

La construcción del aprovechamiento hidroeléctrico La Parota implica la construcción de diversas obras principales tales como: obras de: desvío, contención, excedencias y generación, cuya superficie en conjunto requieren casi 60 ha. Estas obras están contenidas dentro de un polígono de seguridad de 200 ha; el embalse del proyecto en su nivel de aguas máximo extraordinario (NAME) cubrirá una superficie de 14 213 ha.



**1.2. Datos generales del promovente**

1. Nombre o razón social
  - COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD
2. Registro Federal de Causantes (RFC)
  - CFE 370814 QIO
3. Nombre del representante legal
  - Protección de datos personales LFTAIPG
4. Cargo del representante legal
  - Protección de datos personales LFTAIPG
5. RFC del representante legal
  - Protección de datos personales LFTAIPG
6. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones

# DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG

- 6.6 Teléfono(s)
  - Protección de datos personales LFTAIPG
- 6.7 Fax
  - Protección de datos personales LFTAIPG
- 6.8 Correo electrónico
  - Protección de datos personales LFTAIPG

***1.3 Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental***

## 1. Nombre o razón social

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

## 2. RFC

UNA 290722 7Y5

## 3. Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio

Protección de datos personales LFTAIPG

## 4. RFC del responsable técnico de la elaboración del estudio

Protección de datos personales LFTAIPG

## 5. CURP del responsable técnico de la elaboración del estudio

Protección de datos personales LFTAIPG

## 6. Cédula profesional del responsable técnico de la elaboración del estudio

Protección de datos personales LFT

## 7. Dirección del responsable del estudio

**DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG**

Protección de datos personales LFTAIPG

## 7.7. Fax

Protección de datos personales LFTAIPG

## 7.8. Correo electrónico

Protección de datos personales LFTAIPG

8. Responsables de los grupos de trabajo.

Grupo de Trabajo	Responsable	Centro de Adscripción
Clima	DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG	
		Instituto de Geografía, UNAM

## **II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO**

### **II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

El Proyecto Hidroeléctrico (P. H.) denominado “**La Parota**”, es el aprovechamiento que actualmente encabeza la cartera de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) para satisfacer la demanda de energía en la región oriente. Para cumplir con tal demanda la CFE desea construir el P. H. La Parota sobre el río Papagayo en el Estado de Guerrero. De acuerdo con el programa de requerimientos de capacidad 2002-2011, la construcción de las estructuras principales debe iniciar en enero del 2005 y estar en condiciones de entrar en operación al final del 2010. Para que esto sea posible, debe licitarse su construcción en el año de 2004.

La información referida al Estudio técnico justificativo se encuentra en su anexo correspondiente

Desde su inicio de operación, se instalará la capacidad total proyectada, por lo que no se prevé ningún plan de ampliación.

#### **II.1.1 Naturaleza del proyecto**

El proyecto es una obra requerida como consecuencia del alto crecimiento industrial y demográfico que se registra en el país; el cual es indispensable para contar con un suministro efectivo de energía eléctrica constante que por sus características técnicas de un alto grado de confiabilidad.

La CFE considera en su Programa de Obras de Inversión del Sector Eléctrico (POISE, 2 de octubre, 2002) la operación en el año 2010 y se prevé que se construya mediante licitación pública, como un proyecto de Obra Pública Financiada (OPF) a precio alzado. Este proyecto es una alternativa viable para contribuir a la satisfacción de la demanda de energía eléctrica.

La CFE cuenta con avances significativos en los estudios, especificaciones e ingeniería básica del proyecto, necesarios para su ejecución. Además, en junio del 2002 se inició el desarrollo de un programa de actividades previas para afinar el diseño del proyecto mediante estudios de campo: geología de detalle, topografía, geofísica, sismotectónica, perforación, excavaciones exploratorias superficiales y subterráneas, con los resultados se obtendrá información oportuna sobre las condiciones de cimentación y de estabilidad de las excavaciones superficiales y subterráneas.

Para los trabajos de exploración anteriores, así como, para la rehabilitación y mantenimiento de los caminos existentes se cuenta con la autorización por parte de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) con oficio: SGPA.-DGIRA.-DIA.-0736/03 del 2 de abril de 2003. En el caso de la apertura de brechas por la margen izquierda del Río Papagayo con el fin de acceder a los diferentes frentes de trabajo, se realizan las gestiones y trámites necesarios para contar oportunamente con los permisos en la etapa de actividades de preconstrucción.

Como antecedente, el inicio de las actividades previas fue manifestado en 1993 con oficio K5000/AJP/93 01283 con fecha del 21 de septiembre de 1993 a la Dirección General de Normatividad Ambiental del Instituto Nacional de Ecología, que ahora es la SEMARNAT y se recibió la autorización en materia de impacto ambiental con oficio A.O.O. DGNA.- 3982 (7 de junio de 1994), sin embargo, se suspendió por falta de recursos económicos por lo que se ha venido reprogramando este propósito; ahora debido al cambio en la normatividad en materia ambiental, las modificaciones existentes en el presente proyecto y la participación del sector privado obligan a la presentación de un nuevo estudio.

Por el tipo de obra de que se trata, el proyecto involucra áreas para la instalación de estructuras principales, obras asociadas, reacomodo de poblados y formación del embalse, por lo que paralelamente al estudio de impacto ambiental se realizarán actividades para obtener autorizaciones de cambio de uso de suelo de áreas forestales, uso del agua, aprovechamiento de materiales pétreos y ocupación y expropiación de tierra.

En la región donde se localiza el proyecto no existen áreas protegidas, de reservas ecológicas o análogas que pudieran afectarse.

### II.1.2 Justificación y objetivos

#### Justificación

Las centrales hidroeléctricas en México iniciaron su operación, afines del siglo antepasado (1898, CH Portezuelo <sup>1</sup>), aprovechando grandes caídas y corrientes con escurrimientos bastantes uniformes a lo largo del año, en sitios relativamente cercanos a centros de demandas importantes; sin embargo su construcción en el país se vio interrumpida en 1996, año en que se puso en servicio la última turbina hidroeléctrica. La construcción de nuevas centrales hidroeléctricas es urgente debido a que:

- La demanda eléctrica nacional afronta un crecimiento sumamente dinámico**, su tasa de crecimiento promedio anual de la demanda máxima se estima en 5,4% durante el periodo 2002 – 2011 sin incluir autoabastecimiento y cogeneración. Para evitar un déficit de generación eléctrica (que la demanda supere a la oferta de electricidad) la producción tiene que crecer en ese ritmo.
- Evolución histórica y crecimiento esperado<sup>2</sup>**. En los últimos 10 años, el consumo nacional de energía eléctrica creció 5,1% como resultado de una evolución promedio anual de las ventas históricas del Sector Público de 5,2% y de un crecimiento de 3,9% en las modalidades de autoabastecimiento, cogeneración y pequeña producción. Véase la **Tabla II.1.2-1** que muestra la tasa de crecimiento medio anual del consumo nacional y de las ventas de electricidad del sector público para 2002-2011, correspondiente al escenario de planeación.

En los próximos 10 años (2002-2011) el consumo nacional de energía eléctrica en el escenario de planeación crecerá anualmente 5,6% en promedio.

**Tabla II.1.2-1** Tasa de crecimiento histórica y esperada de 2002 al 2011

Tasa de crecimiento (%) de:	Evolución Histórica 1992-2001	Crecimiento estimado 2002-2011
<b>Consumo Nacional</b>	<b>5,10%</b>	<b>5,60%</b>
<b>Consumo Autoabastecido</b>	<b>3,90%</b>	<b>7,30%</b>
<b>Ventas</b>	<b>5,20%</b>	<b>5,40%</b>
<b>Desarrollo Normal</b>	<b>4,80%</b>	<b>4,60%</b>
Residencial	5,70%	4,50%
Comercial	3,60%	4,90%
Servicios	2,40%	4,80%
<b>Agrícola</b>	<b>1,40%</b>	<b>1,30%</b>
<b>Industrial</b>	<b>5,80%</b>	<b>6,20%</b>
Empresa mediana	6,30%	6,50%
Gran Industria	5,10%	5,70%

- Para responder a la demanda**, se requiere instalar la capacidad bruta de 30 300,00 MW entre 2002-2011.

<sup>1</sup> Conferencia del PH El Cajón, por los Ing. Laris, Granados y Marengo.

<sup>2</sup> CFE, Subdirección de Programación, Gerencia de Programación de Sistemas Eléctricos, Programa de Inversiones del Sector Eléctrico (2002-2011).

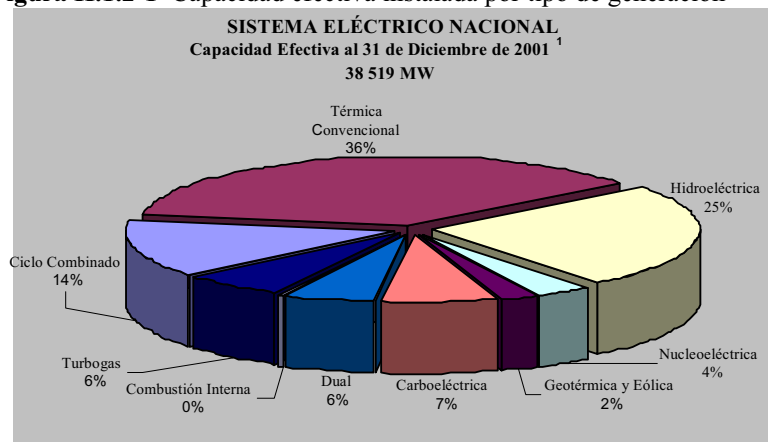
La capacidad efectiva instalada al 31 de diciembre de 2001 en nuestro país alcanzó 38,519 MW con una generación de 197 106,00 GWh/año (véase **Tabla II.1.2-2, Figuras II.1.2-1 y II.1.2-2**), y un total de 670 902,00 km de líneas de transmisión (LT) y distribución. La red troncal está integrada por líneas de transmisión a 400, 230 y 115 kV.

**Tabla II.1.2-2** Potencia instalada en México de 1980 a 2000

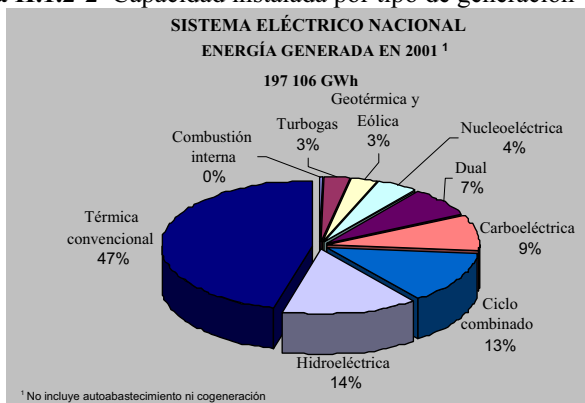
AÑO	MW	GWh	AÑO	MW	GWh	AÑO	MW	GWh	AÑO	MW	GWh	AÑO	MW	GWh
1980	14 625	52 369,60	1985	20 807	70 614,60	1990	25 293	92 123,30	1995	33 037	113 365,40	2000	36 696	155 348
1981	17 396	57 044,20	1986	21 266	72 827,50	1991	26 797	94 768,50	1996	34 791	121 573,10	2001	38 519	157 203
1982	18 390	61 457,20	1987	23 145	77 449,10	1992	27 068	97 570,30	1997	34 815	130 254,70	2001**	38 519	197 106
1983	19 004	62 215,70	1988	23 554	81 884,80	1993	29 204	101 277,20	1998	35 256	137 209,00	-	-	-
1984	19 360	66 233,20	1989	24 439	88 537,70	1994	31 649	109 532,70	1999	35 666	144 994,00	-	-	-

Fuente: SENER, (<http://200.23.166.141/work/secciones/112/imagenes/capacidad%20instalada.xls>), \*\*POISE, 2001, No incluye Productor Externo de Energía)

**Figura II.1.2-1** Capacidad efectiva instalada por tipo de generación



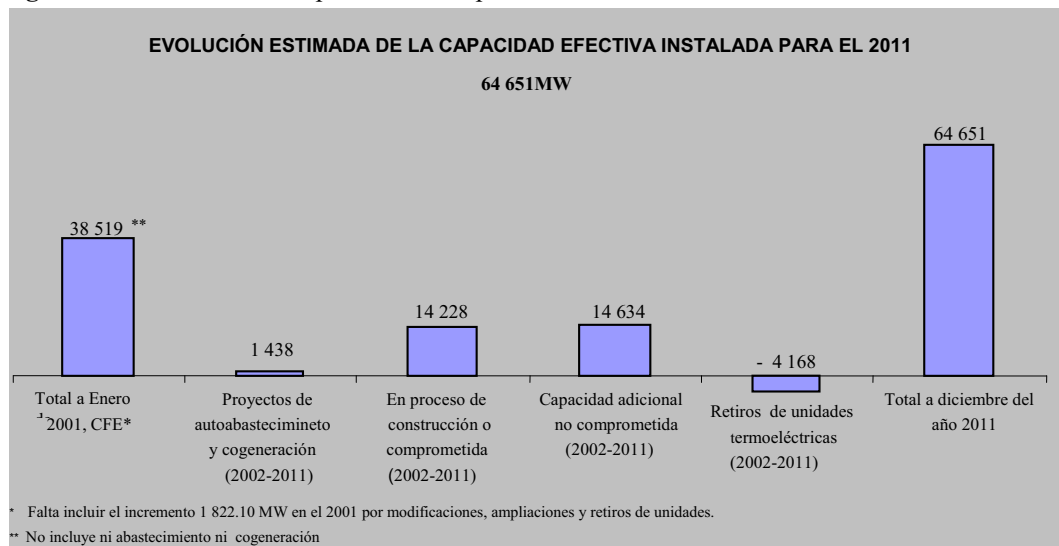
**Figura II.1.2-2** Capacidad instalada por tipo de generación



Con base en las estadísticas de la CFE, se calcula que para el periodo 2002–2011 la venta de electricidad en el país crecerá a una tasa media de 5,4%. A partir de estas tendencias de crecimiento y con la finalidad de prepararse para satisfacer la demanda futura, se requiere instalar del orden de 30 300,00 MW de los cuales 14 228,00 MW se encuentran en proceso de construcción o comprometidos y 14 364,00 MW corresponden a los proyectos de capacidad adicional no comprometida y 1 434,00 MW serán de autoabastecimiento. La evolución histórica registrada hasta el año 2001 fue de 38 519,00 MW y con la instalación que se

pretende de 30 300,00 MW entre los años 2002 al 2011, entonces la evolución estimada de la capacidad efectiva instalada para el 2011 será de 64 651,00 MW (Véase **Figura II.1.2-3**).

**Figura II.1.2-3** Evolución esperada de la capacidad efectiva instalada



- d) **Hidroelectricidad como fuente** de energía en nuestro país ha constituido un elemento clave para el funcionamiento del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), aunque su participación relativa con respecto a las centrales termoeléctricas (CT) ha disminuido en los años recientes, pasando de 37,6% en 1981 a 25% en 2001.
- e) **La importancia de las centrales hidroeléctricas** se puede expresar por las razones siguientes:
- Traen beneficios para el desarrollo socioeconómico de la región debido a que, además, de la generación y suministro de energía eléctrica, contribuye a mejorar el manejo del agua, al proporcionar su captación para otros fines (consumo humano o riego).
  - Contribuyen eficientemente a satisfacer la demanda de electricidad en la hora pico (cuatro horas al día, en promedio), dada su facilidad de entrar y salir de operación en tan solo unos pocos minutos.
  - Cubren eficientemente las fallas de las centrales termoeléctricas, evitando interrupciones de energía en el sistema eléctrico, lo cual provocaría grandes pérdidas económicas al país.
  - Disminuyen sustancialmente los costos de operación del sistema eléctrico, ya que el recurso agua, además de ser una fuente renovable de energía, su costo variable es prácticamente nulo y no consumen combustibles fósiles, en relación con otras opciones convencionales de generación (CT).
  - Incrementan la confiabilidad del suministro de energía al SEN ante condiciones de emergencia por su inmediata disponibilidad de reserva de energía.
  - La capacidad para funcionar a carga cero mientras se sincroniza con el sistema eléctrico. Cuando se incrementa las cargas, la potencia adicional puede ser cargada rápidamente

en el sistema para satisfacer la demanda. La hidroelectricidad puede proveer este servicio sin consumir combustible adicional y asegurando mínimas emisiones.

- Tienen una participación muy destacada en la regulación del sistema eléctrico ya que pueden utilizarse como condensadores síncronos, regulando los efectos desfavorables del flujo de energía en las líneas de transmisión.
- Conceptualmente, representan grandes acumuladores por almacenar la energía potencial del agua en sus embalses. Con esto, se puede adecuar su operación a las necesidades diarias, semanales o mensuales para satisfacer las demandas de los diferentes usuarios.

f) **En México sólo se ha explotado el 18%** del potencial hidroeléctrico nacional.

Las expectativas de crecimiento del sector eléctrico continúan basadas en el desarrollo de CT e hidroeléctricas, tratando de conservar la actual participación relativa entre ambas. En otros países del mundo, principalmente los grandes poseedores de recursos hidráulicos, como Suecia, Islandia y Noruega, la hidroelectricidad constituye el principal componente del suministro eléctrico (Noruega 99,6%, Islandia 85%). En algunos países inclusive se ha aprovechado casi el total del potencial existente (Francia 85%, Alemania 68% e Italia 65%).

g) **Las centrales hidroeléctricas deben ser consideradas como proyectos nacionales** de desarrollo para las diferentes regiones del país.

h) **Evita que el sistema eléctrico dependa excesivamente de los hidrocarburos** no renovables, utilizados por la mayoría de las centrales termoeléctricas.

En 1993 las hidroeléctricas representaban el 28% de la potencia instalada. Las CT contribuían con el 72%, siendo las centrales que trabajaban y siguen algunos operando con hidrocarburos. Los volúmenes de combustibles utilizados para la generación térmica en ese año fueron los siguientes:

Combustóleo.....	15,96	millones de m <sup>3</sup>
Diesel .....	0,30	millones de m <sup>3</sup>
Gas .....	4330,00	millones de m <sup>3</sup>
Carbón.....	5,40	millones de toneladas

Uno de los escenarios que se analizó para evaluar la factibilidad del proyecto, fue calcular el costo de generación con centrales térmicas convencionales y la energía que se obtendría por el aprovechamiento hidroeléctrico. Al respecto, independientemente de otro análisis, como las emisiones a la atmósfera y conceptos de energía firme y secundaria, entre otros, el P. H. La Parota permitiría el ahorro de alrededor de 2,040 millones de barriles anuales de combustóleo ó 324 334,00 m<sup>3</sup>, que a un costo promedio de 17,50 dólares estadounidenses el barril, representa para el país un ahorro de aproximadamente 36 millones de dólares anuales, lo que se considera un atractivo en la construcción de este proyecto.

Corresponde a la CFE, como organismo público descentralizado del Gobierno Federal, la planeación, diseño, construcción y operación de sistemas de generación de energía eléctrica, así como la transmisión y distribución de dicha energía, con el objeto de producir energía eléctrica en cantidad suficiente para satisfacer la demanda de los usuarios y evitar que un déficit en la producción.



Considerando lo anterior, la CFE ha realizado un análisis profundo de diversas alternativas para satisfacer la demanda futura de energía eléctrica en el país, por el cual ha identificado en el estado de Guerrero, en la cuenca del Río Papagayo, un sitio para la instalación del P. H. La Parota.

Entre las razones que se consideraron para su elección se encuentran las siguientes:

Su ubicación con respecto a los centros de demanda futura, el uso de un recurso renovable, la gran flexibilidad que presenta en su operación y la combinación con otros usos del agua. Por su aportación de un importante bloque de energía al SEN, la cual es indispensable para el desarrollo económico de México. El crecimiento de las ventas se estima del 4,5% medio anual (periodo 2002-2011)

Con referente al impacto ambiental, el aprovechamiento no contamina con emisiones a la atmósfera, ni con descargas al subsuelo y a las corrientes superficiales.

La construcción de obras de transmisión con tensiones y longitudes económicamente adecuadas, conforman un sistema interconectado al SEN, que involucran cargas y centrales generadoras de mayor confiabilidad y localización estratégicas.

El Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, señala:

*“...la diversificación de fuentes de energía, mediante el apoyo a plantas hidroeléctricas... con lo que se atenúa el riesgo de exponer la generación a la volatilidad del precio del gas natural...”.*

Entre otras razones, los beneficios que traerá consigo el llevar a cabo la construcción del P.H. La Parota son los siguientes:

- Creación de alrededor de 5 106 empleos directos durante su periodo de construcción de 5 años.
- Formación y capacitación durante la construcción del proyecto de nuevas generaciones de técnicos calificados en múltiples disciplinas.
- Importante derrama económica en la región.
- Utilización del embalse como vía fluvial.
- Diversificación de atractivos turísticos y recreativos de la región.
- Con la construcción de caminos de acceso al proyecto y puente sobre el río Papagayo, se permitirá la comunicación de la zona, se activará el desarrollo económico y de los servicios de la región. Al contar con accesos terrestres, se reducen los costos por fletes, se incrementa la cantidad de productos, se desarrollan nuevas actividades productivas y nuevas fuentes de empleo.
- Aumento en la generación de energía en la región centro.
- Ahorro de combustóleo al compararla con una termoeléctrica.
- Garantizar el que se continué con el suministro de agua potable a la Ciudad de Acapulco.

- Potencial para el desarrollo de la actividad pesquera mediante una adecuada orientación.
- Regulación de avenidas, disminuyendo los efectos sobre áreas en la parte baja de la cuenca.

#### Objetivo General

Contar con una capacidad instalada de 900 MW (3U x 300 MW) para generar 1 527,00 GWh/año. Para lograr este objetivo quedará bajo el embalse de La Parota, la Central Hidroeléctrica (CH) Ambrosio Figueroa (La Venta), la cual produce 140 GWh/año. La ganancia que se obtendrá con el proyecto hidroeléctrico La Parota será de 1 387,00 GWh/año.

#### Objetivos Particulares

- Atender la directriz en materia de energía establecida en el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006.
- Apoyar la expansión del sector conforme se expresa en el Programa de Obras del Sector Eléctrico.
- Suministrar energía eléctrica al SEN interconectado para coadyuvar a satisfacer las crecientes demandas regional y nacional.
- Obtener energía eléctrica oportuna y de calidad para el Corredor Turístico Pacífico Sur.
- Construir un proyecto hidroeléctrico que considere desde su inicio medidas adecuadas para minimizar los impactos negativos a los medios físico, biótico y socioeconómico que se generen a lo largo del desarrollo de la obra.
- Promover la obra de captación para diversos fines como: pesca, recreación y dotación de agua. En general lograr el aprovechamiento múltiple del embalse.
- Apoyar los planes y programas de desarrollo municipales y estatales.
- Continuar con el aprovechamiento del potencial hidroeléctrico del río Papagayo, desarrollando proyectos en forma de cascada que permitan regular el escurrimiento del río y la transformación de la energía potencial del agua almacenada en energía eléctrica.

### II.1.3 Inversión requerida

Los costos calculados en este documento se obtuvieron considerando los precios unitarios proporcionados por la disciplina de Costos, Evaluación y Programas de la Subgerencia de Anteproyectos.

El esquema concluido se cuantificó con precios de 2003 (infraestructura, obra de desvío, obra de contención, obra de generación, obra de excedencia, subestación elevadora, afectaciones). De éste sobresale el monto de la inversión que se muestra en la **Tabla II.1.3-1**.

**Tabla II.1.3-1** Monto de Inversión total

CONCEPTO	Millones de pesos
<b>Inversión a Financiar</b>	
Obra Civil *	\$ 4 643 405
Equipo Electromecánico	\$ 1 749 522
<b>Total<sub>1</sub> Inversión OPF</b>	<b>\$ 6 392 927</b>
<b>Inversión Presupuestaria</b>	
Impacto Ambiental	\$ 981 146
Estudios (Incluye MIA e Ingeniería)	\$ 111 700
Equipamiento e Instalaciones Residencia	\$ 23 200
LT y SE para Construcción	\$ 78 060
Supervisión de la Const. LT y SE	\$ 4 290
Supervisión Construcción P.H. y Unidades de R y MA	\$ 273 379
Camino de Acceso	\$ 215 250
<b>Total<sub>2</sub> Inversión Presupuestaria</b>	<b>\$ 1 687 024</b>
<b>\$ Total<sub>1</sub> + \$Total<sub>2</sub></b>	<b>\$ 8 080</b>
<b>Dólares Total<sub>1</sub> + Total<sub>2</sub></b>	<b>799 995</b>

Con estos resultados y el programa de conceptos principales se realizó la evaluación económica haciendo las siguientes consideraciones: 5 años para construir el proyecto y en el sexto año iniciar su operación, 50 años de vida útil, 900 MW de potencia instalada con 3U x 300MW (costo del kW instalado: \$ 8432,50) y la disminución de la generación media anual de 142 GWh generados en la CH Ambrosio Figueroa "La Venta".

El costo del kWh nivelado lo integran los costos por inversión, operación y mantenimiento y por uso del agua. El resumen con los resultados para tasas de interés es con el 8% de \$0,4348, 10% de \$0,5587 y 12% de \$0,6997.

## II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El P.H. La Parota es un conjunto de obras conformadas para un fin principal que es generar energía eléctrica. Debido a la complejidad y magnitud del proyecto, se inicia con una descripción general y somera de las obras a realizar, con la finalidad de dar una visión rápida y general de lo que será el PH La Parota. Para la realización del se desarrollan diferentes obras, las cuales se pueden agrupar como se señala en la siguiente tabla:

Tabla II.2-1 Resumen de superficies y volúmenes del P.H. La Parota, Gro

OBRAS	COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN UTM		SUPERFICIE	VOLUMEN DISPONIBLE EN RANCOS	VOLUMEN DE OBRA	
	X	Y	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	
<b>OBRAS PRINCIPALES</b>	Obras de desvío	433 085,00	1 872 169,71	135 275,02	—	1 234 799,00
	Obras de contención	433 544,76	1 872 413,04	252 060,39	—	2 037 968,00
	Obras de excedencias	432 965,76	1 872 090,19	120 742,72	—	6 075 596,00
	Obras de generación y subestación elevadora	433 438,01	1 871 829,33	85 872,68	—	724 768,00
	<b>TOTAL</b>			<b>593 950,81</b>		<b>10 063 131,00</b>
<b>EMBALSE</b>		431 000,00	1 901 000,00	—	—	—
		459 000,00	1 895 000,00	142 130 000,00	—	7 188 720 000,00
		421 000,00	1 869 000,00	—	—	—
	NAME (180 mm)	441 000,00	1 869 000,00	—	—	—
<b>TOTAL</b>			<b>142 130 000,00</b>		<b>7 188 720 000,00</b>	
<b>OBRAS ASOCIADAS Y PROVISIONALES</b>	<b>Bancos de material</b>		<b>TOTAL</b>	<b>4 832 645,00</b>	<b>34 404 550,00</b>	<b>17 629 813,00</b>
	<b>Grava y arena</b>		<b>Subtotal 1</b>	<b>1 256 005,00</b>	<b>7 056 907,00</b>	<b>6 446 460,15</b>
	P1 (Guamsichá)	434 028,65	1 871 710,72	8 211,00	20 525,00	—
	P2 (Playa Aná)	433 358,67	1 870 203,69	23 186,00	92 740,00	—
	P3 (La Parota)	433 961,78	1 870 331,48	22 910,00	114 545,00	—
	P4 (Apanzahuac)	433 531,43	1 869 514,20	78 854,00	709 686,00	—
	P5 (Los Hílanos)	433 728,72	1 868 501,83	42 646,00	298 525,00	—
	P6 (El Frade)	434 200,81	1 867 785,44	62 733,00	376 398,00	—
	P6 A (Cacahuatpec)	434 456,29	1 868 088,83	108 491,00	650 946,00	—
	P7 (Parotilla)	434 945,18	1 866 105,89	101 896,00	407 584,00	—
	P8 (El Camazo)	433 644,09	1 865 473,61	51 210,00	307 254,00	—
	P10 (El Caprer)	432 164,59	1 865 560,39	29 804,00	149 520,00	—
	P11 (La Concepción)	431 884,79	1 865 500,19	134 239,00	671 195,00	—
	P12 (El Rancón)	430 525,57	1 865 037,59	167 853,00	1 007 112,00	—
	P13 (La Concepción II)	430 665,63	1 864 689,10	38 500,00	231 000,00	—
	P14 (El Rancón II)	430 695,73	1 864 254,41	128 822,00	772 932,00	—
	P15 (Agua Caliente)	431 853,99	1 862 898,99	35 805,00	143 220,00	—
	P16 (Las Cruces)	432 181,31	1 862 626,48	180 890,00	804 450,00	—
	P17 (Salpuedes)	432 877,48	1 861 515,68	39 855,00	199 275,00	—
	<b>Arquilla</b>		<b>Subtotal 2</b>	<b>3 346 640,00</b>	<b>7 347 645,00</b>	<b>1 981 856,06</b>
	I1 (Las Parotas)	433 000,00	1 869 750,00	9 745,00	292 345,00	—
	I2 (Los Hílanos)	433 000,00	1 868 750,00	73 711,00	221 133,00	—
	I3 (Cacahuatpec)	434 958,38	1 866 612,22	50 000,00	100 000,00	—
	I4 (Parotillas)	433 000,00	1 866 000,00	84 785,00	339 140,00	—
	I5 (La Concepción-Parotillas)	432 500,00	1 866 500,00	103 870,00	467 415,00	—
	I6 (La Concepción)	428 385,38	1 865 984,96	175 385,00	570 000,00	—
	I7 (San Isidro Gallinero)	423 000,00	1 866 500,00	508 933,00	1 654 882,00	—
	I8 (San José Cacahuatpec)	426 897,13	1 871 988,91	20 000,00	40 000,00	—
	I9 (Aguascalientes - El Rancho-Oaxaquilla)	430 000,00	1 860 000,00	1 600 000,00	200 000,00	—
	I11 (El Tamarindo)	444 500,00	1 862 500,00	720 211,00	3 462 828,00	—
	<b>Roca</b>		<b>Subtotal 3</b>	<b>230 000,00</b>	<b>20 000 000,00</b>	<b>9 201 487,79</b>
	R2 (Volcán)	435 257,58	1 870 814,66	180 000,00	10 000 000,00	—
	R3 (San José)	427 502,79	1 871 310,52	50 000,00	10 000 000,00	—
	<b>Sitios para depósitos de residuos de construcción:</b>		Véase sección II 2.2		<b>142 700,00</b>	
	<b>Caminos:</b>				<b>1 952 468,00</b>	
	<b>Principal (Long. =27,5 Km, DV= 20 m)</b>	416 886,18	1 863 306,51	<b>549 280,00</b>	—	—
	A los bancos de arcilla (F <sub>1</sub> -I <sub>6</sub> ), grava-arena (P <sub>3</sub> -P <sub>6</sub> ) y roca (R <sub>2</sub> y R <sub>3</sub> ) (Long =44,43 Km, DV= 20 m)	424 497,00	1 866 185,13	<b>888 660,00</b>	—	—
	Caminos a bancos de grava-arena (P <sub>3</sub> , P <sub>6</sub> - P <sub>12</sub> ) (Long =22,6 Km, DV= 7 m)	431 291,12	1 860 399,03	<b>158 368,00</b>	—	—
	Pozales a rehabilitar en margen izquierda (Long =30,9 Km, DV= 7 m)	440 929,36	1 854 375,96	<b>356 160,00</b>	—	—
	<b>Campamentos, oficinas, zona industrial y servicios y gobierno</b>				<b>1 065 100,00</b>	
<b>Propuesta de campamento para construcción</b>	431 250,00	1 871 750,00	<b>440 000,00</b>	—	—	
<b>Oficinas administrativas de construcción</b>	432 891,24	1 870 747,86	<b>80 000,00</b>	—	—	
<b>Servicios y gobierno</b>	431 740,05	1 871 127,80	<b>200 000,00</b>	—	—	
<b>Zona Industrial:</b>		Varias	<b>345 100,00</b>	—	—	
Antena*	432 395,00	1 871 516,00	16 400,00	—	—	
Planta de agregados, dotificadora de concreto*	432 757,00	1 871 270,00	42 600,00	—	—	
Laboratorios*	432 494,00	1 871 087,00	28 100,00	—	—	
Almacén	433 419,00	1 870 296,47	49 500,00	—	—	
Talleres	433 587,00	1 870 336,00	30 500,00	—	—	
Polvorín	433 130,00	1 870 314,00	10 300,00	—	—	
Unidad Deportiva	432 291,00	1 870 811,00	23 700,00	—	—	
Campamento militar	432 291,00	1 871 140,00	33 200,00	—	—	
Helipuerto*	432 759,00	1 871 638,00	43 400,00	—	—	
Plataforma para oficinas y campamentos de CFB*	432 717,00	1 871 891,00	67 400,00	—	—	
<b>Rebano sanitario</b>		A contrato	<b>40 000,00</b>	—	<b>78 750,00</b>	

\* Estas superficies están comprendidas dentro de un polígono de seguridad de 217,74 Ha. véase plano No 24  
 Nota: Dentro del embalse sobre la corte 180 mm se tienen identificadas ocho áreas que podrán darlas sus respectivos. La superficie total de estas áreas es de 387 Ha (7 870 000 m<sup>2</sup>)

En el Plano No. 1 se presenta la ubicación de cada una de las obras, y en la tabla II.2-1 las características de las mismas y su descripción es la siguiente:

- a) **El embalse:** Es un área que almacena las aguas para su control y aprovechamiento mediante una presa en donde se modifica el régimen natural del escurrimiento al régimen artificial, siendo el aprovechamiento que permitirá la generación de energía eléctrica media anual. Se localiza en la cuenca del Río Papagayo sobre el río llamado del mismo nombre, que pertenece a la Región Hidrológica No. 20 Costa Chica - Río Verde del pacífico sur. El área de la cuenca aportadora es de 7 067 km<sup>2</sup>, con un volumen de escurrimiento medio anual de 4 387 Mm<sup>3</sup>, y un gasto medio anual de 139,10 m<sup>3</sup>/s. El embalse tendrá un nivel de aguas máximas extraordinarias (NAME) a la elevación 180 msnm con una capacidad de 7 188,72 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>, cuya área es de 142,13 km<sup>2</sup> (véase **Plano No. 1**). Además cuenta con un nivel de aguas máximas ordinarias (NAMO) para la época de avenidas y estiaje de 170 y 175 msnm, así como una capacidad de volumen de 5 859,17 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> y 6 523,95 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> respectivamente. Cuyas áreas son: 123,78 km<sup>2</sup> para el NAMO de avenidas y 132,96 km<sup>2</sup> para el NAMO de estiaje. La capacidad muerta del embalse, es decir, el nivel de aguas mínimas extraordinarias (NAMINO) se considera a la elevación 143 msnm, cuya capacidad es de 3 134,19 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> correspondiente a un área de 80,54 km<sup>2</sup>. El nivel de plantilla de la obra de toma será a la elevación 118,26 msnm con un volumen de 1 543,76 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>, y un área de 48,89 km<sup>2</sup>.
- b) **Las obras principales son:** (a) obras de desvío, necesarias para desviar el escurrimiento del cauce del río durante la construcción de la cortina y se componen fundamentalmente de túneles y ataguías; (b) obras de contención, para contener el embalse conformada por una cortina que se coloca atravesada en el lecho del río para formar un almacenamiento o una derivación la cual debe satisfacer condiciones de estabilidad e impermeabilidad y siete diques para cerrar y formar el vaso; (c) obras de excedencias, que permite la salida de agua en caso de avenidas extraordinarias; y (d) obras de generación de energía, esta estructura consta de un conjunto de obras subterráneas y a cielo abierto para la generación de energía eléctrica, y son: obra de toma, conductos a presión, casa de máquinas, subestación elevadora, galerías de oscilación y desfogue. En cuanto a características y dimensiones propias de cada una de la obra se describen en la sección II.2.1 y su procedimiento constructivo en la sección II.3.3.2.
- c) **Las obras provisionales y asociadas son:** obras de infraestructura necesarias (mas detalle sección II.2.2) a ejecutar para iniciar la construcción de la obra hidráulica, alguna de ellas serán complementarias y otras provisionales, y son:
- **Bancos de material:** Estudios preliminares (1992) y recientes (2003) se tiene identificado como se enuncia en la **Tabla II.2-1**: 17 bancos de grava y arena, nueve de arcilla, dos de roca, dos de tiro ubicados dentro del embalse para depositar los residuos generados durante la etapa de construcción como vegetación inutilizable, suelo, materiales de construcción y 8 sitios mas para los residuos de los caminos de acceso a la boquilla y bancos de materiales, para mayor detalle ver la sección II.2.2.
  - **Los campamentos, oficinas y zona industrial.-** Se ubican en las inmediaciones de la obra y en la explanada próxima. En los campamentos (44,00 ha) se alojarán: casas habitación, dormitorios y áreas de recreación; en las oficinas (8,00 ha) se distribuirán áreas para personal administrativo, técnico, ejecutivo, sindical, capacitación, atención médica, comedores y almacén para archivo muerto; finalmente la zona industrial (34,51 ha) consta de caseta de vigilancia, comedor, campamento militar, almacenes, laboratorios, plantas y talleres mecánicos. Para estas obras se instalarán según sea el caso, los servicios básicos de energía eléctrica, agua potable, redes de transportación de aguas residuales y pluviales, tratamiento /disposición de aguas residuales y en algunos casos aire acondicionado, además deberán contar con el servicio de manejo, almacenamiento y disposición final de los residuos

sólidos. Se hace mención de que se está considerando un área de servicios y gobierno que ocupara una superficie de 20 ha con los servicios básicos.

- **Caminos de acceso.-** Una vez localizados el sitio de la obra, bancos de materiales e instalaciones, se procederá a ligarlos entre sí y con el exterior mediante caminos, unos de tipo permanente y otros solo para ser usados durante la construcción. El de tipo permanente será el camino principal de 27,5 km, que va de Tunzingo-San Isidro Gallinero-Garrapatas-Boquilla, los demás son caminos temporales (a bancos de arcilla, roca y grava – arena) de los que algunos quedarán como permanentes, pues, comunican a varios poblados y otros serán rehabilitados a su forma original como es el caso de los caminos a bancos de grava y arena (P10-P21). Para conocer con más detalle sobre los demás caminos con sus respectivas dimensiones véase la sección II.2.2.
- **Relleno sanitario.-** Para la disposición final de los residuos que se generaran durante la construcción y operación, se licitará la selección del sitio, así como, su construcción y operación del relleno sanitario que será de utilidad para la vida útil de la PH La Parota.

El diseño ejecutivo que elabore el Contratista debe cumplir con el arreglo general y la ingeniería básica desarrollada por la Comisión y que ha sido la base para preparar la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA, modalidad regional).

- Debe incluir los requisitos de construcción dados en las especificaciones.
- Debe cumplir con los criterios de diseño de las obras civiles y electromecánicas.
- Todas las excavaciones subterráneas y a cielo abierto deben ser revestidas con concreto hidráulico o concreto lanzado.
- Debe asegurar la estabilidad de las estructuras con tratamientos a la roca consistentes en: anclajes, drenajes, ademes, concreto lanzado con malla electrosoldada y todo lo que cada caso requiera.
- Debe instalar la instrumentación necesaria para monitoreo del comportamiento de los cortes en roca y para poder detectar desplazamientos de bloques de roca durante su construcción y durante la operación de la central.
- Debe cumplir con las medidas de mitigación y compensación de impactos ambientales establecidos en este documento y las adicionales que determine, en su caso, la SEMARNAT.

### II.2.1 Descripción de obras y actividades

La construcción de la obra hidráulica incluye la construcción de estructuras de tamaño considerable, conocidas como obras principales entre las que destacan obras de: desvío, contención, excedencias y generación, cuya superficie en conjunto es de 59,40 ha y están relacionadas entre sí para la generación de energía, véase **Tabla II.2-1** en la que se indica la superficie y volumen de excavación de cada una de las obras y en la **Figura II.2.1-1** se muestra el arreglo general de estas obras con sus dimensiones, coordenadas de localización y superficies; las cuales están contenidas dentro de un polígono de seguridad de 227.84 ha, con un cubrimiento topográfico de 321,94 ha. Para la construcción de estas obras será necesario construir y rehabilitar caminos de acceso, así como instalar campamentos, oficinas, talleres de los cuales se habla en la sección II.2.2. A continuación se describe brevemente las características de las obras principales:

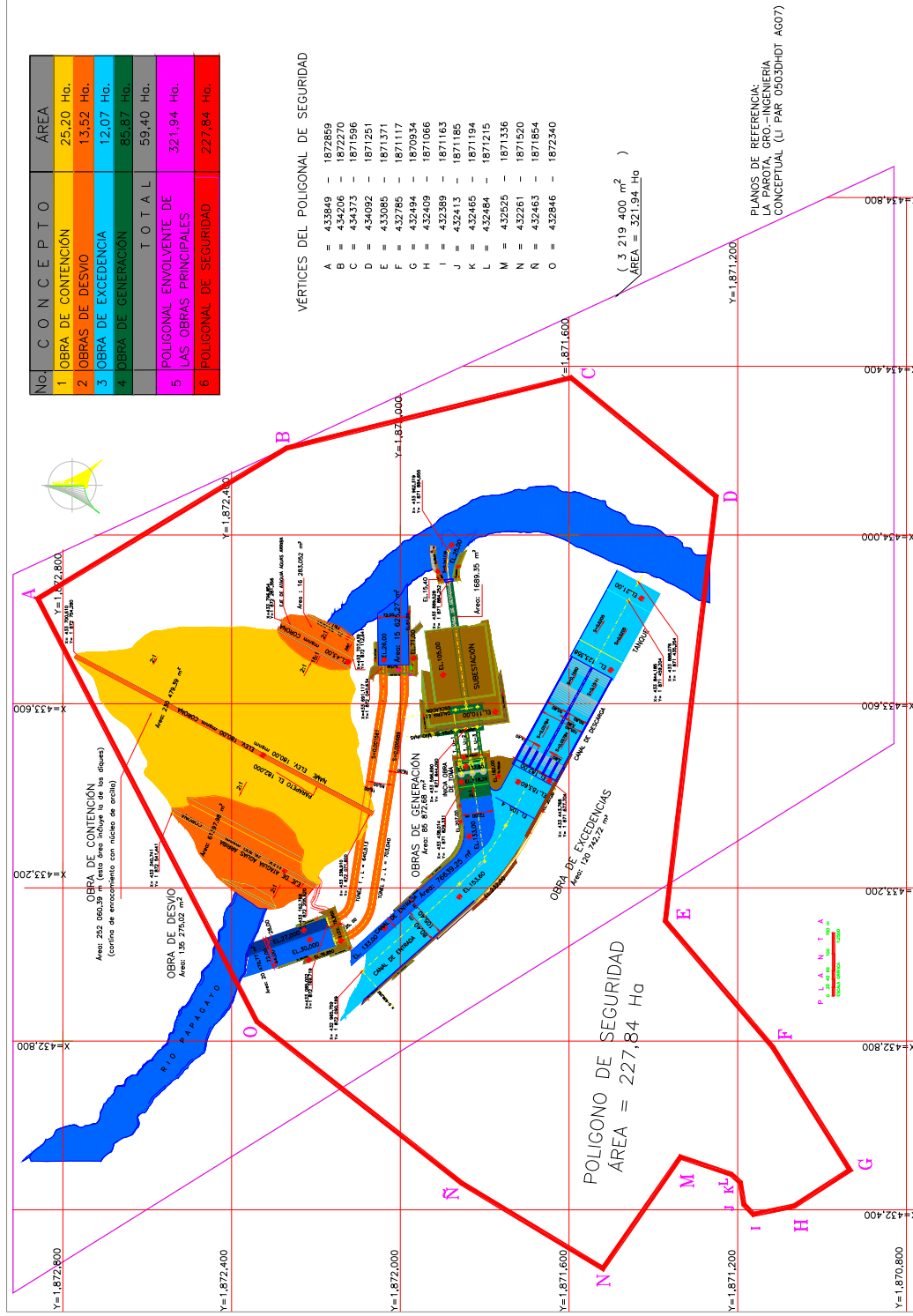


Figura II.2.1-1 Arreglo general de las obras principales (ampliar imagen para ver detalle)

## a) Obra de desvío

Antes de iniciar propiamente la construcción de las obras de contención del embalse y para la generación de energía es necesario realizar el desvío del cauce del río para poder trabajar en la zona que actualmente ocupa este. Las obras de desvío se componen fundamentalmente de túneles de desvío y ataguía (véase **Plano No. 3** configuración topográfica de estas obras).

*Túneles*

La obra de desvío consta de dos túneles de sección portal localizados en la margen derecha del río, excavados en roca, revestidos de concreto hidráulico en la plantilla con concreto lanzado tanto en muros como en bóveda, diseñados para transitar una avenida con un gasto de entrada de 11 647 m<sup>3</sup>/s. Los portales de entrada y salida cuyas dimensiones son de 19,80x 18,90 m y de 16,00x17,00 m respectivamente, serán excavados en roca, cada túnel cuya sección es de 16 x 17 m deberá contar con una estructura de concreto para alojar y operar los obturadores accionados por malacates estacionarios para el control del flujo de agua.

La conducción del río hacia los túneles de desvío se realiza mediante un canal de llamada de superficie libre a un nivel de plantilla para el túnel 1 de 27 msnm y para el túnel 2 de 30 msnm. Finalmente a partir del portal de salida de ambos túneles se conduce el agua al río a través de un canal de salida a superficie libre, cuya elevación es de 26 msnm, para ver su representación en dibujo pueden verse los **Planos No. 4 y 7** del .

Cada túnel tiene en su portal de entrada una compuerta para control del flujo de agua. En el túnel 2 el nivel del piso debe ser inferior con relación al túnel 1, para realizar por el túnel 2 el cierre final de la presa e iniciar el llenado del embalse de la presa.

Los obturadores se deslizarán por medio de un malacate, cuyo mecanismo instalado estará en la plataforma junto al marco que soportará a este elemento durante el cierre final.

Las dimensiones con las que fueron diseñados los túneles se enuncian en la **Tabla II.2.1-1** y los datos para su funcionamiento hidráulico de la obra de desvío se representan en las graficas mostradas en el **Plano 5**.

**Tabla II.2.1-1** Características de los túneles de desvío

CONCEPTO	DATOS		UNIDAD	CONCEPTO	DATOS		UNIDAD
Tipo y Número de túneles	Túnel 1 / 2			Elev. de entrada (túnel No. 1/No.2)	27	30	m
Longitudes (túnel No. 1/No.2)	610,513	673,04	m	Elev. de salida (túnel No. 1/No.2)	26	26	m
Superficies (túnel No. 1/No.2)	10 248,21	11 248,64	m <sup>2</sup>	Elev. de la plataforma de operación para obturadores de cierre (túnel No. 1/No.2)	76,3	76,3	m
Superficie (canal llamad/salida)	20470,77	15625,27	m <sup>2</sup>	Elev. del umbral de obturadores de cierre (túnel No. 1/No.2)	27	30	m
Dimensiones del Túnel (ancho x alto ) (túnel No. 1/No.2)	16 x 17		m	Nivel de agua máximo para el obturador de cierre(túnel No. 1/No.2 (Fase de cierre)	31 (Q = 200 m <sup>3</sup> /s)	35	m
Dimensiones del Portal de Entrada y Salida del túnel No. 1/No.2 (ancho x alto )	19,80 x 18,90	16,00 x 17,00	m	Nivel de agua máximo para el obturador de cierre Túnel 1 (Fase de recuperación) NO SE RECUPERA	35 (Q = 500 m <sup>3</sup> /s)		m
Gasto máximo de avenida (Entrada/Salida)	11 647	8 089,22	m <sup>3</sup> /s	Nivel de agua máximo para el obturador de cierre Túnel 2 (Fase de recuperación)	76,3		m
Volumen de la avenida	2284,93		Mm <sup>3</sup>	Elementos de cierre	obturadores		
Periodo de retorno (Tr) para el diseño	50		años	Cantidad (túnel N°1/ N°2)	02-feb		pieza
Velocidad máxima de descarga	16,58		m/s	Carga hidráulica máxima (túnel N°1/N°2)	50 / 50		m
Elev. máxima de descarga a. arriba / a. abajo	74,81 / 40,91		m	Mecanismos de izaje (tipo) para el cierre	Malacate y pórtico fijo		



### Ataguías

La obra de desvío se complementa con dos ataguías de materiales graduados, la primera localizada aguas arriba del eje de la cortina y la otra aguas abajo de dicho eje, ambas quedarán integradas al cuerpo de la cortina. El núcleo impermeable de ambas ataguías debe estar ligado a una pantalla impermeable construida a través del aluvión hasta la roca sana del fondo del cauce del río, para evitar filtraciones hacia la zona de construcción de la cortina. Es necesario realizar la construcción de las ataguías antes del período de lluvias. En el **Plano No. 6** del se muestra la planta y el corte de las ataguías, en el cual se observa el arreglo de los materiales y en la **Tabla II.2.1-2** se presenta las características de las ataguías.

**Tabla II.2.1-2** Características de las ataguías

CONCEPTO	DATOS		UNIDAD
Elevación de la corona (aguas Arriba/Abajo)	76,3	43	m
Ancho de la corona (aguas Arriba/Abajo)	10	25	m
Longitud de la corona (aguas Arriba/Abajo)	383	188	m
Altura de la ataguía (aguas Arriba/Abajo)	58,3	25	m
Nivel de base de plantilla (aguas Arriba/Abajo)	18		m
Superficie (aguas Arriba/Abajo)	61 397,98	16 283,052	m <sup>2</sup>
Volumen de material (aguas Arriba/Abajo)	1 243 260	151 550	m <sup>3</sup>

Para evitar filtraciones hacia la zona de construcción de la cortina, las ataguías tendrán un núcleo impermeable, el cual, estará ligado a una pantalla impermeable construida a través de aluvión y llegará hasta la roca sana del fondo del cauce del río.

Para la estabilización de las excavaciones se deberán realizar los tratamientos al macizo rocoso, de acuerdo con las recomendaciones proporcionadas por la Comisión. Véase **Plano No. 7**, las excavaciones y cortes para formar los taludes verticales de los portales de entrada y salida de los túneles de desvío.

La toma ecológica se ubica en la margen derecha del río, aprovechando parte del túnel de desvío N° 1, y consta de una estructura de rejillas del tipo torre con umbral a la elevación 106,00. El agua se conducirá a la zona de válvulas a través de una lumbrera de 2,40 m de diámetro que se conecta con el túnel en su parte superior. La toma ecológica contará con dos válvulas (de mariposa y de chorro divergente). El acceso a la zona de válvulas será por el túnel N° 2. Para garantizar el gasto ecológico cuando el nivel del agua no alcance el umbral de la toma, se consideró un orificio de 2,50 m de diámetro alojado en un muro localizado en el túnel N° 1 aguas arriba de la lumbrera de conexión con el túnel de desvío. Este orificio se cerrará con una tapa metálica que se podrá operar desde la superficie de la plataforma mediante un cable.

#### b) Obra de contención

Las obras de contención reciben este nombre porque son las obras que contendrán el embalse, siendo: la cortina y siete diques que se construirán en puertos topográficos ubicados al suroeste (SW) de la boquilla, los cuales serán necesarios para cerrar el vaso y alcanzar el almacenamiento planteado.

La cortina es del tipo de materiales graduados con núcleo de arcilla con una altura de 162,00 m con un parapeto adicional de 2,00 m de altura, los taludes exteriores tanto aguas arriba como aguas abajo son de 2:1. Con el parapeto de 2,00 m. de altura en la parte superior de la cortina, se alcanzará la elevación 182,00 y funcionará, como bordo libre.

### Cortina

La cortina es del tipo de materiales graduados con núcleo de arcilla con una altura de 162,00 m, desplantada en la elevación 18 msnm y coronada en la cota 180 msnm con un parapeto adicional de 2,00 m de altura empotrado a la corona, los taludes exteriores tanto aguas arriba como aguas abajo son de 2:1. Con el parapeto de 2,00 m. de altura en la parte superior de la cortina, se alcanzará la elevación 182,00 y funcionará, como bordo libre.

La cortina en su núcleo estará protegida por un filtro de arena graduada en ambos lados. Sobre los filtros se colocará una capa de material de transición (grava-arena) y sobre de estos se dispondrán los respaldos de enrocamiento. A continuación se describen las características de cada una de estas capas y se ven representadas en el **Plano No. 8**.

- Núcleo de arcilla.- El núcleo central de arcilla será en forma de trapecio con 6,00 m de ancho en la corona y taludes 0,15:1 m en ambos paramentos, y será desplantado sobre roca sana.
- Filtro de arena.- Para proteger el núcleo contra las tubificaciones se colocará un filtro de arena graduada en ambos lados del núcleo.
- Capa de Transición.- En ambos lados del cuerpo de la cortina se colocará una capa de transición compuesta de grava y arena colocada a fondo perdido la cual tendrá una pendiente de 0,85:1 entre las elevaciones 18 y 140 msnm y taludes de 0,6:1 entre las cotas 140 y 175 msnm.
- Respaldos de la cortina, los cuales estarán constituidos con enrocamiento, que será gneis producto de las excavaciones realizadas para la construcción de 9 193 552 m<sup>3</sup> granito, sus taludes serán 2,1 tanto aguas arriba como aguas abajo del eje.
- Enrocamiento de protección.- Finalmente para proteger el cuerpo de la cortina se cuenta con una capa de enrocamiento de gran tamaño, la cual se colocará con un talud de 2:1.

El volumen total de materiales requeridos es de 17 629, 813 m<sup>3</sup> de los cuales un 52,19% corresponden a material de enrocamiento, 36,66% a grava-arena y un 11,15 % a material de arcilla. En la **Tabla II.2-1** se presentan las cantidades y los bancos de donde se extraerán tales materiales; en la **Tabla II.2.1-3** se enlistan las características de la cortina (véase **Plano No. 8**), y en la **Tabla II.2.1-4** se presentan los niveles de control y capacidades de almacenamiento para el embalse que se formará con las obras de contención.

**Tabla II.2.1-3** Características de la cortina

CONCEPTO	DATOS	UNIDAD	CONCEPTO	DATOS	UNIDAD
Tipo	Enrocamiento con núcleo de arcilla		Altura total al desplante	164	m
Elevación de la corona	180	msnm	Elevación de desplante	18	m
Elevación máxima del parapeto	182	msnm	Talud aguas arriba/aguas abajo	2:01	m
Elevación máxima de terracerías	179	msnm	Altura bordo libre	2	m
Longitud de la corona	796	m	Superficie sin área de ataguías	230 479,39	m <sup>2</sup>

**Tabla II.2.1-4** Niveles de control y capacidades de almacenamiento para el embalse

CONCEPTO	ELEVACIÓN msnm ó m	CAPACIDAD (x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	AREAS km <sup>2</sup>
NAME	180	7 188,72	142,13
NAMO avenidas	170	5 859,17	123,78
NAMO estiaje	175	6523,95	132,96
NAMINO (capacidad muerta)	143	3 134,19	80,54
NOT	118,26	1543,76	48,89

### Diques

Para lograr el cierre topográfico dicha elevación en todo el embalse es necesario construir estructuras de materiales graduados llamados diques que se ubicaran a unos 7 km aproximadamente al SW del sitio de las obras principales. Se requieren 7 diques los cuales tendrán un ancho de corona de 4,00 m, altura entre 5,40 a 27,00 m, y longitudes de corona entre 29,00 a 170,00 m. Véase **Plano No. 9**, en el que se muestran la planta topográfica y perfiles de los diques a detalle con sus respectivas dimensiones y en **Plano 10**, se presenta la localización local con respecto a las obras principales. En la siguiente **Tabla II.2.1-5** Se indica las coordenadas de localización, y sus características principales de cada dique.

**Tabla II.2.1-5** Datos de localización y características de los diques

CONCEPTO	TOTAL	DIQUE 1	DIQUE 2	DIQUE 3	DIQUE 4	DIQUE 5	DIQUE 6	DIQUE 7
Coordenadas de localización	X <sub>1</sub>	426 649,15	426 637,85	426 509,79	426 457,32	426 392,23	426 318,01	426 350,17
	X <sub>2</sub>	426 601,88	426 654,39	426 567,18	426 481,48	426 412,73	426 382,65	426 318,01
	Y <sub>1</sub>	1 869 769,65	1 869 914,34	1 870 041,82	1 870 228,50	1 870 285,12	1 870 465,62	1 870 615,80
	Y <sub>2</sub>	1 869 731,09	1 869 867,31	1 869 988,21	1 870 145,00	1 870 258,89	1 870 331,42	1 870 465,62
Longitud de corona (m)	-----	84,00	57,00	89,00	99,00	27,00	182,00	154,00
Ancho de corona	-----	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Altura (m)	-----	15,40	14,40	22,00	26,00	5,40	27,00	19,00
Superficie (m <sup>2</sup> )	21 581,00	2 012,00	1 300,00	3 263,00	4 740,00	330,00	5 281,00	4 655,00
Volumen de materiales permeables (m <sup>3</sup> )	127 689,00	11 700,00	7 559,00	18 790,00	27 889,00	1 878,00	31 739,00	28 134,00
Volumen de materiales arcillosos (m <sup>3</sup> )	23 860,00	2 429,00	1 570,00	4 124,00	5 397,00	439,00	5 346,00	4 555,00
<b>VOLUMEN TOTAL</b>	151 549,00	14 129,00	9 129,00	22 914,00	33 286,00	2 317,00	37 085,00	32 689,00

### c) Obras de generación

La obra de generación del proyecto con su conjunto de obras subterráneas y a cielo abierto logrará una generación media anual total 1 527 Gwh, con tres unidades de 300 MW. Véase **Plano No 11**, la planta general topográfica de las obras de generación y en **Plano No 12**, el corte longitudinal de dicha obra. A continuación se presenta la **Tabla II.2.1-6** con las características de esta obra y mas adelante una breve descripción de estas obras.

Tabla II.2.1-6 Característica de la obra de generación

CONCEPTO	VALOR	UNIDAD
<b>GENERACION DEL PROYECTO</b>		
Factor de planta	0,174	
Generación media anual total	1 527	GWh
Generación media anual firme	1 387	GWh
Generación media anual secundaria	140	GWh
<b>OBRA DE GENERACION</b>		
<b>Obra de Toma</b>		
Tipo	En rampa	
Número de conductos	3	
Dimensiones del vano (ancho, alto)	5,5 x 7,0	m
Elevación del canal de llamada	130 / 118,26	m
Dimensiones tableros de las rejillas (ancho, alto) por conducto	4,184 x 18,60	m
Elevación de la plataforma de operación de compuertas	182	m
Elementos de cierre de servicio	Compuerta tipo rodante	
Cantidad	3	pieza
Elevación del umbral para apoyo de la compuertas de servicio	121,2	m
Elevación del umbral para apoyo de la compuerta auxiliar	121,99	m
Dimensiones vano (ancho x alto)	5,5 x 7,0	m
Carga hidráulica máxima	58,8	m
Mecanismo de izaje (tipo) para elementos de cierre de servicio	Servomotores	
Elementos de cierre auxiliar (para mantenimiento)	Compuerta tipo rodante	
Cantidad	1	pieza
Dimensiones vano (ancho x alto)	5,5 x 7,0	m
Carga hidráulica máxima	58,8	m
Mecanismo de izaje (tipo) para elementos de cierre auxiliar y mecanismo para su traslado entre las tomas	Grúa pórtico	
<b>Tubería a Presión</b>		
Tipo	Subterránea revestida de acero	
Diámetro interior	7	m
Longitud (concreto-acero)	180,76	m
Gasto de diseño	249,5	m <sup>3</sup> /s
<b>Casa de Máquinas</b>		
Tipo	Subterránea	
Dimensiones (ancho, largo, alto)		m
Elevación Eje del Distribuidor	19,51	m
Potencia total instalada (generadores)	947,37	MVA
Grúa viajera (cantidad - capacidad)	2 - 350	t
<b>Galería de Oscilación</b>		
Tipo	Subterránea	
Dimensiones (ancho x largo)	16,00 x 85,00	m
Altura máxima al eje de galería	50,16	m
Dimensiones del vano para compuerta (ancho, alto)	6,95 x 8,27	m
Nivel máximo de agua con transitorio y vertedor en operación ( a gasto de 18155 m <sup>3</sup> /s) y tres unidades operando a gasto de diseño	57,46	m
Nivel de agua sin unidades operando	25	m
Nivel de agua con una unidad operando a gasto de diseño	27,5	m
Nivel de agua con tres unidades operando a gasto de diseño	30,24	m
Nivel de la plataforma de operación de las compuertas del tubo difusor	51	m
Elevación de umbral de las compuertas del tubo difusor (intersección entre el eje de ranura y la pendiente del piso)	11,92	m
Elementos de cierre	Compuertas deslizantes	
Cantidad	6	pieza
Carga hidráulica máxima	45,54	m
Mecanismo de izaje (tipo) para elementos de cierre	Grúa viajera	
Distancia entre rieles del puente grúa	5	m
Longitud de la carrera de traslación del puente (longitud de galería)	103	m
Elevación del hongo del riel de la grúa puente	57,5	m
<b>Túnel de Desfogue</b>		
Tipo	sección portal	
Dimensiones interiores ( ancho - alto )	16 x 20,30	m
Longitud	289,59	m
<b>Canal de desfogue</b>		
Tipo	canal a cielo abierto	
Sección trapecial ( ancho de base )	de 19,00 a 60,00	m
Longitud	56	m
Nivel del agua en el río con 1 Unidad/ 2Unidad/ 3Unidad ( a gasto de diseño)	27,32 / 28,80 /29,79	m

- Obra de Toma

Descritas en el sentido del flujo de agua y localizadas en la margen derecha del río, inician con la obra de toma de concreto reforzado, alojada en un canal a cielo abierto excavado en roca; la bocatoma consta de tres tomas con gasto total de 748,50 m<sup>3</sup>/s (249,50 m<sup>3</sup>/s, por toma), de concreto reforzado que deberán contar con rejillas finas metálicas para impedir el paso de cuerpos extraños que puedan dañar las turbinas; la estructura de control aloja una compuerta rodante de servicio por toma, mismas que serán accionadas por servomotores. Adicionalmente se debe instalar una compuerta auxiliar que debe rodar por guías auxiliares, accionada por medio de una grúa pórtico que le permita colocarse en cualquiera de los conductos permitiendo con ello efectuar las maniobras de mantenimiento a las compuertas de servicio. Véase **Plano No. 13**, el corte y elevaciones de la obra de toma.

- Conductos a presión

Aguas abajo de la obra de toma se encuentran los conductos a presión, que consisten en tres túneles circulares excavados en roca, revestidos con camisa metálica que forman las tuberías a presión de 7,00 m de diámetro interior con una longitud cada una de 180,76 m y una velocidad de 6,48 m/s., las cuales estarán empacada con concreto y tratadas mediante inyecciones de consolidación y contacto concreto-roca y concreto-placa respectivamente.

- Casa de Máquinas

Aguas abajo de las tuberías a presión se encuentra la casa de máquinas, alojada en una caverna excavada en roca; las losas, muros y bóveda serán de concreto reforzado, en ella se deben instalar tres turbinas tipo Francis de eje vertical para una carga neta de diseño de 131,53 m, el factor de planta de proyecto se ha estimado de 0,174. Adicionalmente a esto, se debe instalar una turbina auxiliar. Para mas detalle en cuanto a dimensiones de la casa de maquinas véase **Plano No. 14**, la planta del piso de excitadores a la elevación 29,00 msnm y el **Plano No 15**, un corte longitudinal de la casa de maquinas por centro de unidades

Una vez realizada la excavación, se construirá una estructura metálica para soportar la trabe carril para grúas viajeras que se debe tener antes de iniciar los montajes.

A la casa de máquinas se ingresa desde el exterior mediante un túnel de acceso vehicular dimensionado de acuerdo con las partes más grandes de los equipos que se van a instalar. La casa de máquinas debe contar con un sistema forzado de ventilación por medio de lumbreras verticales, adicionalmente se debe construir otra lumbrera para alojar todos los cables de control, fuerza y medición.

- Galería de Oscilación

Las obras de generación se complementan con la galería de oscilación excavada en roca y revestida de concreto reforzado, con concreto lanzado en bóveda, la cual se comunica con la casa de máquinas por medio de túneles de aspiración. En el **Plano No. 16**, se muestra los cortes y planta de la galería de oscilación. En la galería de oscilación se alojarán compuertas deslizantes movidas con una grúa viajera para poder aislar cualquiera de las tres unidades para mantenimiento, después de la galería de oscilación el agua turbinada se regresa al cauce del río por el túnel de desfogue revestido de concreto reforzado en plantilla y muros, con concreto lanzado en bóveda, el cual trabajará como canal, con sección portal de arco rebajado con las siguientes dimensiones 16,00 x 20,30 m, y una longitud de desarrollo de 289,59 m., el cual

finalmente desemboca en un canal de sección trapecial con un ancho variable de 19,00 a 60,00 m y una longitud 56,00 m, el cual descarga en el río. Véase **Plano No 17** en donde se presenta la planta y cortes del túnel y canal del desfogue y el **Plano No. 18** se muestra el gradiente Hidráulico de la obra de generación.

d) Obra de excedencias

Se localiza en la margen derecha de la boquilla y es del tipo en canal a cielo abierto, controlado por compuertas (véase **Plano No 19** la planta topográfica y corte longitudinal). Consta de un canal de acceso curvo en su parte media con ancho total de 105,40 m, con elevación de plantilla a la cota 153,60 y longitud de 638,00 m. La estructura de control es un cimacio del tipo Creager con altura de 4,40 m, seis vanos de 14,40 m y longitud total de cresta de 86,40 m, pilas de 3,80 m de espesor que soportan el puente de maniobras a la elevación 182,00 (véase **Plano No. 20**). El control de la descarga se logra mediante seis compuertas radiales de 14,40 x 22,25 m, accionadas mediante servomotores. La elevación de la cresta es la 158,00. El canal de descarga lo constituyen dos canales de 50,80 m cada uno, separados por un muro intermedio que a su vez aloja la galería de drenaje, su liga con la estructura de control es mediante una curva circular, su longitud aproximada es 237,00 m, en el **Plano No. 21** se muestra la planta y corte longitudinal y en el **Plano No. 22** se puede ver los detalles del canal de descarga. La estructura terminal es una cubeta deflectora con ángulo de salida de 15 grados. Adicionalmente incluye un tanque para minimizar los efectos de barras en el cauce.

La obra de excedencias esta diseñada para una avenida máxima de 22 993 m<sup>3</sup>/s. La descarga máxima es de 18156 m<sup>3</sup>/s. La velocidad máxima en la descarga es del orden de 30,00 m/s. (véase **Tabla II.2.1-7**).

Dadas las características de operación del vertedor, para casos de emergencia, en la zona de la estructura de control se debe incluir una planta generadora de energía eléctrica de combustión interna alojada en una caseta.

Sobre las pilas se deben ubicar casetas para el equipo oleodinámico que operará los servomotores, requiriendo una caseta por cada dos compuertas.

Se debe considerar que se requiere dar tratamiento de anclaje y concreto lanzado a los taludes de las excavaciones.

**Tabla II.2.1-7** Características de la obra de excedencias

CONCEPTO	DATOS	UNIDAD
Tipo	Canal a cielo abierto controlado	
Gasto máximo de avenida de diseño	22992,7	m <sup>3</sup> /s
Volumen de la avenida de diseño	8912	Mm <sup>3</sup>
Periodo de retorno de la avenida de diseño (Tr)	10 000	años
Gasto máximo de diseño	18 155	m <sup>3</sup> /s
Gasto unitario máximo de descarga	210	m <sup>3</sup> /s/m
Velocidad máxima en la descarga	30	m/s
Carga sobre la cresta	22	m
Elevación de la cresta	158	m
Elevación del umbral compuertas/ agujas	157,61   157,75	m
Elevación de la plataforma de operación de compuertas y agujas	183	m
Elevación del eje de rotación de la compuerta radial	169, 818	m
Radio de la compuerta radial	26	m
Longitud total de la cresta	86,4	m
Elementos de cierre	6 Compuertas radiales	
Dimensiones (ancho x alto)	14,4 x 22,388	m
Relación alto/ancho	1,55	
Carga hidráulica máxima	22,388	m
Mecanismo de izaje (tipo para la compuerta radial)	Servomotores	
Elementos de cierre auxiliar (para mantenimiento)	Un Tablero de agujas	
Dimensiones del tablero completo (ancho x alto)	14,4 x 22,248	m
Carga hidráulica máxima	22,248	m
Mecanismo de izaje (tipo) para elementos de cierre auxiliar (9 agujas)	Grúa pórtico	
		t

## e) Subestación

La Subestación está propuesto al exterior por razones de seguridad se ubica entre la cortina y la obra de excedencias en la margen derecha; la obra civil consistirá en la excavación de una plataforma a la elevación 105,00 con cunetas, ductos, trincheras para cables y buses, zona de transformadores, las estructuras mayores y su cimentación, cimentación de los equipos menores, cimentación de los reactores y equipos auxiliares y caseta de control, tanque separador aceite-agua, casetas de ventilación y la protección de seguridad física. Se debe considerar el diseño y construcción del tanque de agua para el sistema contra incendio, el cual se ubicará de acuerdo a los requerimientos de diseño de dicho sistema. EL área de la plataforma es de aproximada 34 520,00 m<sup>2</sup>. **Plano No. 22** en la tabla siguiente se enlista alguna de las características de la subestación eléctrica.

**Tabla II.2.1-8** Características de la Subestación Eléctrica

SUBESTACIÓN	DATOS	UNIDAD
Tipo	Exterior convencional	
Tensión	400	kV
Área total en plataforma	34 520	m <sup>2</sup>
Elevación de la plataforma	105	m
Arreglo	Interruptor y medio	

**II.2.2 Descripción de obras y actividades provisionales y asociadas**

Para iniciar la construcción es necesario ejecutar una serie de obras complementarias o asociadas de las que algunas serán de apoyo y otras serán permanentes, cuya localización general se presenta en el **Plano No 1**. Estas obras se refieren a las vialidades internas definitivas que comunican las obras principales del proyecto, campamentos, los edificios e instalaciones que se requieren para el personal que operará y vigilará la Central, el puente sobre el río Papagayo, entre otras.

Como parte de esta sección, se incluye el **Plano No. 24** con el plan parcial de desarrollo territorial alrededor del eje de la cortina en el cual se indica las áreas destinadas para cada uso. A continuación se describe las obras provisionales que se van a construir:

#### 1. Construcción de caminos de acceso

En la etapa de construcción se requerirá de una red de caminos de acceso que tienen que ver con el proceso constructivo del proyecto, con su operación y con la ubicación de los bancos de materiales para la construcción de la cortina. En esta red de caminos destaca el camino de acceso principal y definitivo del proyecto.

Toda la red de caminos debe construirse desde el inicio de los trabajos y pavimentarse al término de la construcción para que el tráfico pesado no destruya la estructura del camino, excepto el camino de acceso principal definitivo el cual si se debe pavimentar con el inicio de las obras.

Con estos caminos se va a contribuir de manera determinante para el desarrollo integral de la región, permitiéndose una comunicación caminera segura y rápida con el puerto de Acapulco y mejorándose notablemente las carreteras entre los poblados de la zona; lo cual es demandante por las malas condiciones en que se encuentran.

La red de caminos de acceso necesaria para el P. H. La Parota es la que se indica en la **Tabla II.2.2-1** y su localización local en el **Plano No. 25**.

**Tabla II.2.2-1** Datos de longitud, derecho de vía y superficie de la red de caminos para el proyecto

CONCEPTO	LONGITUD m	D.V. m	SUPERFICIE m <sup>2</sup>
<b>Camino principal</b>			
Tunzingo-El Salto- San Isidro Gallinero	11 043,00	40	441 720,00
San Isidro Gallinero-Zona de Diques	5 176,00	40	207 040,00
Diques- La Garrapata-Boquilla	13 098,00	40	523 920,00
Subtotal	29 317,00		1 172 680,00
<b>Caminos de acceso a los bancos de arcilla(I<sub>1</sub>-I<sub>9</sub>), grava - arena (P<sub>2</sub>-P<sub>9</sub>) y roca (R<sub>2</sub> y R<sub>3</sub>)</b>			
San Isidro- Gallinero- Las Hollitas- San José Cacahuatpec-Diques	6 347,00	40	253 880,00
San Isidro Gallinero - La Concepción	6 858,00	40	274 320,00
Concepción - Las Parotas (de 9,89 km, 4,89 ya están pavimentados)	9 890,00	40	395 600,00
Las Parotas –Boquilla	2 320,00	20	46 400,00
Las Parotas-Entronque	2 330,00	20	46 600,00
Subtotal	27 745,00		1 016 800,00
<b>Caminos a bancos de grava y arena (P<sub>1</sub>, P<sub>10</sub> - P<sub>21</sub>):</b>			
Tramos de caminos que conducen a los bancos de grava y arena P <sub>1</sub> , P <sub>10</sub> - P <sub>21</sub>	22 624,00	10	158 368,00
<b>Caminos que probablemente se rehabilitaran:</b>			
Tramo: San Juan Chico – Cacahuatpec	24 930,00	10	174 510,00
Tramo: El Cortes - Tamarindo – Cacahuatpec	25 950,00	10	181 650,00
Subtotal	73 504,00		514 528,00
<b>TOTAL</b>	<b>130 566,00</b>		<b>2 704 008,00</b>

D.V.=Derecho de vía

\* La CFE ingreso a la DGIRA-SEMARNAT, la MIA MP para la construcción del camino Cacahuatpec-Boquilla, el 7 de octubre del 2003, con oficio GEIV/RAPP/623/03, fechado en Acapulco, Guerrero, 06 de octubre de 2003 para obtener la autorización ambiental.



### El camino de acceso principal y definitivo

Tiene una longitud de 60,33 km con origen de su cadenamamiento en el entronque con la carretera federal Acapulco-Pinotepa Nacional a la altura del poblado Tunzingo. Esta trayectoria fue seleccionada debido a que se evita circular por una zona poblada ubicada sobre el camino que pasa por La Concepción de la margen derecha del río Papagayo y también porque ofrece los mejores beneficios técnicos tanto para el proyecto como para la región desde el punto de vista social y ambiental.

De esta ruta que se indico en la tabla anterior solo será construcción nueva, del poblado San Isidro Gallinero al sitio del proyecto y se realizaran libramientos en los poblados. Esta ruta se desarrolla sobre una topografía de lomerío suave en su primer tramo, una topografía de lomerío fuerte y montañoso en el segundo tramo y se tiene una topografía fuerte y montañosa escarpada para el tercer tramo.

Este camino por tratarse de un camino definitivo y permanente se propone tipo “C” de acuerdo con las especificaciones de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, sus datos principales son:

- Derecho de vía de 20 m
- Ancho de calzada 7,00 m
- Acotamientos 1,00 m a cada lado
- Ancho de corona 9,00 m
- Grado de curva 30°
- Velocidad de diseño 60-80 km/hr
- Espesor de pavimento 7,00 cm (sujeto al diseño ejecutivo)
- Espesor de base y sub-base 15,00 cm cada una (sujeto al diseño ejecutivo)
- Pendiente máxima de 8% y pendiente gobernadora de 6%

Caminos de acceso a los bancos de arcilla (I<sub>1</sub>-I<sub>9</sub>), grava - arena (P<sub>2</sub>-P<sub>9</sub>) y roca (R<sub>2</sub> y R<sub>3</sub>)

Se aprovecha los caminos existentes que comunican a las comunidades, para llegar a los bancos de materiales, por lo tanto partiendo de una rehabilitación o ampliación se pretende considerar un derecho de vía de 20 m, considerando las expectativas de crecimiento.

Caminos a bancos de grava y arena (P<sub>1</sub>, P<sub>10</sub> - P<sub>21</sub>):

En algunos casos se requerirá de la apertura de nuevos tramos en el ámbito de brecha y la rehabilitación de otros, por las márgenes derecha e izquierda para llegar a los bancos P<sub>1</sub>, P<sub>10</sub>-P<sub>21</sub>, así como la apertura de nuevos tramos en el ámbito de brecha, por las márgenes derecha e izquierda del río. Al terminar de darles el uso esperado, luego entonces se restituirá dichas áreas afectadas.

## 2. Campamentos, dormitorios, comedores, almacenes, oficinas y talleres

Los sitios propuestos para el campamento, oficinas, zona industrial, campamento militar, y un sitio para servicios y gobierno, son representados en el **Plano No. 24**.

### a) Campamento para la construcción, oficinas y servicios y gobierno.

Es de esperarse que la(s) Contratista(s) que intervenga(n) en la construcción de las obras tenga(n) que establecer sus propios campamentos, zona industrial y oficinas, por lo tanto es la Contratista quien será la responsable y se encargará de seleccionar el sitio donde considere

conveniente para que tenga visibilidad de la mayor parte del proyecto y cerca de los servicios que requiere para el desarrollo de las actividades de construcción.

Los sitios propuestos deberán cumplir con los lineamientos que marca la normatividad ambiental, leyes y trámites que aplique para su levantamiento, abandono y restauración del sitio y las gestiones necesarias ante quien corresponda.

El campamento para la Contratista y sus trabajadores, estará localizado dentro del área del proyecto, pero cercanos a la construcción de las obras temporales y definitivas del P. H. La Parota, en un área de 44 ha. Dicha área alojara dormitorios y comedores, áreas de recreación y los servicios básicos para su buen funcionamiento, como son agua. Luz, energía, drenaje e instalaciones sanitarias, manejo y disposición de rellenos sanitarios.

Dentro del campamento se debe destinar una superficie para que habite el personal que participara en la construcción de las obras. El personal que se estima es un total de 5106 trabajadores que lo integran tanto personal ejecutivo (106), técnico (520) y obreros (4480). El área que corresponde según oficio del personal es como sigue:

SUPERFICIE ha	CANTIDAD PIEZAS	CONCEPTO	PERSONAL POR CASA O NAVE	PERSONAL EN TOTAL
16,00	53	Casas móviles para ejecutivos	2	106
8,00	13	Naves de dormitorios para personal técnico	40	520
16,00	64	Naves para obreros	70	4 480
<b>40,00</b>	<b>130</b>	<b>TOTAL</b>		<b>5 106</b>

El resto (4 ha) correspondería para caminos interiores, jardines u áreas recreativas, comedores e instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, así como para un sistema de tratamiento de aguas residuales, almacenes de residuos peligrosos y no peligrosos y los servicios de recolección, transportación y disposición final de residuos generados dentro del campamento..

En la zona de Se debe de realizar el derribo del arbolado en las áreas en que se instalarán los campamentos, comedores y oficinas de manera selectiva y paulatina, sin que se afecten individuos de manera innecesaria y evitando afectar la vegetación circundante y la fauna presente. A la conclusión de las actividades se realizará un diagnóstico de afectaciones en el área y se hará la restauración de la misma.

#### b) Zona industrial

La zona industrial de 34,51 ha, incluye bodegas o almacenes para materiales sólidos (cemento, aditivos y bentonita), líquidos (aceites, pintura) y gaseosos (gas para cocinar), talleres para máquinas y herramientas, taller para equipo de transporte, patio de maquinaria pesada, plantas trituradoras y clasificadoras de agregados (roca), planta dosificadora para fabricación de concreto, patios para almacenamiento de arena y grava, como se indica en la **Tabla II.2.2-2**.

En el **Plano No 24** se puede observar que dichas áreas se propusieron en distintos puntos, pero cercanos a la zona de obras principales.

**Tabla II.2.2-2** Obras que se consideran dentro del concepto zona industrial

OBRAS	COORDENADAS DE LOCALIZACIÓN UTM		SUPERFICIE m <sup>2</sup>
	X	Y	
<b>Zona Industrial:</b>			<b>345 100,00</b>
<i>Antena</i>	432 395,00	1 871 516,00	16 400,00
<i>Planta de agregados, dosificadora de concreto</i>	432 757,00	1 871 270,00	42 600,00
<i>Laboratorios</i>	432 494,00	1 871 087,00	28 100,00
<i>Almacén</i>	433 419,00	1 870 296,47	49 500,00
<i>Talleres</i>	433 587,00	1 870 336,00	30 500,00
<i>Polvorín</i>	433 130,00	1 870 314,00	10 300,00
<i>Unidad Deportiva</i>	432 291,00	1 870 811,00	23 700,00
<i>Campamento militar</i>	432 291,00	1 871 140,00	33 200,00
<i>Helipuerto</i>	432 759,00	1 871 638,00	43 400,00
<i>Plataforma para, oficinas y campamentos de CFE</i>	432 717,00	1 871 891,00	67 400,00

### 3. Instalaciones sanitarias

Las aguas residuales de tipo municipal serán tratadas antes de descargarse a cuerpos superficiales y se solicitará a la Comisión Nacional del Agua que establezca las condiciones particulares de descarga. Para el tratamiento de este tipo de agua se construirá un conjunto de sistemas de tratamiento, los cuales se desarrollarán considerando las expectativas de crecimiento de la población.

Para el campamento de construcción se preverán sistemas de tratamiento de aguas residuales, tanto para la zona del campamento, zona industrial y zona de oficinas. El contratista ganador de la licitación deberá presentar el proyecto ejecutivo que adoptará y se le aceptará una vez que asegure el cumplimiento de la normativa aplicable, dicho proyecto deberá incluir la ubicación de edificios, red de drenaje para las aguas residuales y pluviales, sistemas de colectores, colector principal, programa de mantenimiento y el diseño de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, así como aplicar los lineamientos que marque la NOM-001-SEMARNAT-1996 y la NOM-002-SEMARNAT-1996.

### 4. Bancos de material

Mediante reconocimientos de campo se han localizado y cartografiado 21 Bancos de Materiales de grava y arena sobre el cauce del río de los cuales se utilizarán 17 bancos; la arcilla se pretende extraer de 9 bancos y para el material roca en caso de ser necesario se extraerá del Banco R<sub>2</sub> San José para la Zona de Diques y del Banco El Volcán para la cortina, estos se indican a continuación en la **Tabla II.2.2.-3** con sus respectivos volúmenes y superficies correspondiente. En el **Plano No. 25** se señala la ubicación de los bancos de material.

Para la extracción de agregados, se deberá considerar tres posibilidades de trámites para el permiso de su explotación; es decir, los materiales que se encuentren en:

- Zona federal.- los trámites se deben realizar ante Comisión Nacional del Agua (CNA) y los pagos que correspondan ante la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).
- Zonas ejidales.- las gestiones se deben realizar ante las personas que legalmente estén en posesión de los predios donde se localizan los, dando intervención a las autoridades para formalizar los acuerdos respectivos.
- Predios particulares.- en este caso, se deben formular convenios directamente con los propietarios especificando los términos para permitir la extracción del mismo.

En el caso de uso de explosivos se tramitará ante la Secretaria de la Defensa Nacional (SEDENA) el permiso para la adquisición, almacenamiento, construcción del polvorín y uso de explosivos y del que, además, para su transportación deberá cumplir con la normativa que la Secretaria de Comunicaciones y Transporte (SCT) indique.

**Tabla II.2.2-3 Bancos de préstamo para el P.H. La Parota**

NOMBRE	EXTRACCIÓN	DIST. (km)	COORDENADAS UTM		SUPERFICIE m <sup>2</sup>	VOLUMEN DISPONIBLE m <sup>3</sup>	VOLUMEN REQUERIDO m <sup>3</sup>	
			X	Y				
<b>Bancos de material</b>					<b>TOTAL</b>	<b>4 832 645,00</b>	<b>34 404 550,00</b>	<b>17 629 813,00</b>
<i>Grava y arena</i>					<b>Subtotal 1</b>	<b>1 256 005,00</b>	<b>7 056 907,00</b>	<b>6 446 469,15</b>
P1 (Guamuchil)	Retroexcavadora, draga y cargador (camión).	0,9	434 028,65	1 871 710,72	8 211,00	20 525,00	—	
P2 (Playa Azul)		2,2	433 358,67	1 870 203,69	23 186,00	92 740,00	—	
P3 (La Parota)		2,1	433 961,78	1 870 331,48	22 910,00	114 545,00	—	
P4 (Apanguaque)		2,9	433 531,43	1 869 514,20	78 854,00	709 686,00	—	
P5 (Los Hilamos)		3,9	433 728,72	1 868 501,03	42 646,00	298 525,00	—	
P6 (El Fraile)		4,7	434 200,81	1 867 785,44	62 733,00	376 398,00	—	
P6 A (Cacahuatpec)		4,4	434 456,29	1 868 088,83	108 491,00	650 946,00	—	
P7 (Parotilla)		6,5	434 945,10	1 866 105,89	101 896,00	407 584,00	—	
P8 (El Carrizo)		6,7	433 644,09	1 865 673,61	51 210,00	307 254,00	—	
P10 (El Capire)		7,0	432 164,59	1 865 560,39	29 904,00	149 520,00	—	
P11 (La Concepción)		7,1	431 884,79	1 865 500,19	134 239,00	671 195,00	—	
P12 (El Rincón)		8,0	430 525,57	1 865 037,59	167 853,00	1 007 112,00	—	
P13 (La Concepción II)		8,2	430 665,63	1 864 689,10	38 500,00	231 000,00	—	
P14 (El Rincón II)		8,6	430 695,73	1 864 254,41	128 822,00	772 932,00	—	
P15 (Agua Caliente)		9,7	431 853,99	1 862 898,99	35 805,00	143 220,00	—	
P16 (Las Cruces)		9,9	432 181,31	1 862 626,48	180 890,00	904 450,00	—	
P17 (Salsipuedes)		10,6	432 877,40	1 861 515,68	39 855,00	199 275,00	—	
<i>Arcilla</i>					<b>Subtotal 2</b>	<b>3 346 640,00</b>	<b>7 347 643,00</b>	<b>1 981 856,06</b>
I1 (Las Parotas)	Retroexcavadora, draga y cargador (camión).	2,7	433 000,00	1 869 750,00	9 745,00	292 245,00	—	
I2 (Los Hilamos)		3,7	433 000,00	1 868 750,00	73 711,00	221 133,00	—	
I3 (Cacahuatpec)		6,0	434 958,38	1 866 612,22	50 000,00	100 000,00	—	
I4 (Parotillas)		6,4	433 000,00	1 866 000,00	84 785,00	339 140,00	—	
I5 (La Concepción-Parotillas)		6,0	432 500,00	1 866 500,00	103 870,00	467 415,00	—	
I6 (La Concepción)		8,2	428 385,30	1 865 984,96	175 385,00	570 000,00	—	
I7 (San Isidro Gallinero)		12,1	423 000,00	1 866 500,00	508 933,00	1 654 882,00	—	
I8 (San José Cacahuatpec)		6,6	426 897,13	1 871 988,91	20 000,00	40 000,00	—	
I9 (Aguascalientes - El Ranchito-Oaxaquilla)		12,9	430 000,00	1 860 000,00	1 600 000,00	200 000,00	—	
I11 (Tamarindo)		14,8	444 500,00	1 862 500,00	720 211,00	3 462 828,00	—	
<i>Roca</i>					<b>Subtotal 3</b>	<b>230 000,00</b>	<b>20 000 000,00</b>	<b>9 201 487,79</b>
R2 (Volcán)	Explosivos, tractor y cargador	2,4	435 257,58	1 870 814,66	180 000,00	10 000 000,00	—	
R3 (San José)		6,1	427 502,79	1 871 310,52	50 000,00	10 000 000,00	—	
<i>Sitios para depósitos de residuos de construcción:</i>			Véase sección II.2.2		<b>142 700,00</b>	—	—	
BD 1			433 106,00	1 872 654,00	28 000,00	—	—	
BD 2			432 436,00	1 872 344,00	34 700,00	—	—	
BD 3			430 110,00	1 870 789,00	10 000,00	—	—	
BD 4			431 533,00	1 865 970,00	10 000,00	—	—	
BD 5			425 633,00	1 871 213,00	10 000,00	—	—	
BD 6			426 915,00	1 868 477,00	10 000,00	—	—	
BD 7			427 346,00	1 866 058,00	10 000,00	—	—	
BD 8			423 508,00	1 868 576,00	10 000,00	—	—	
BD 9			420 698,00	1 866 870,00	10 000,00	—	—	
BD 10			417 971,00	1 864 146,00	10 000,00	—	—	

BD = Banco de desperdicio

El volumen requerido para la cortina, diques y ataguías en total es de 17 629 813,00 m<sup>3</sup> y el volumen disponible en los bancos de materiales es de 34 404 550,00 m<sup>3</sup>.

Con referencia a los bancos de desperdicio se tienen identificado dos (BD1 y BD2) localizadas dentro del embalse para los residuos generados durante la construcción de las obras principales, y para la construcción de los caminos de acceso se tienen identificado 8 sitios, véase **Plano No. 1** de localización general.

#### 5. Selección de sitios, obtención de autorizaciones y construcción de un de relleno sanitario.

La CFE deberá prever un sitio para la construcción de un relleno sanitario de 4 ha para que se confine los desechos sólidos generados durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento, ya que en las proximidades de la zona de obras principales no existen sitios para confinamiento de desechos sólidos municipales, solo tiraderos clandestinos. El único relleno sanitario que existe en el municipio de Acapulco, se encuentra en el Paso Texca a 23,00 km en línea recta del eje de la cortina y 7,00 km al norte de la Subestación Eléctrica El Quemado, cuya vida útil es de diez años, llevando dos en operación, por lo que para no reducir su capacidad y vida útil, la CFE deberá prever en su momento la selección de un sitio para dar a licitación la construcción de un relleno sanitario, y de esta manera se podrá garantizar el mantener limpio la Central dando un mejor aspecto o estética en sus alrededores, así como contribuir con el medio ambiente y las comunidades cercanas al proyecto.

Para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, mantenimiento y abandono se deberá realizar conforme a lo estipulado en la PROY-NOM-083-SEMARNAT-2003 y PROY-NOM-084-SEMARNAT-2003. El Licitante ganador deberá definir el sitio que adoptará y se aceptará una vez que asegure el cumplimiento de la normatividad y leyes que aplique. Cabe señalar que una vez seleccionado el sitio con los estudios correspondientes será necesario la presentación de una Manifestación de Impacto Ambiental para la construcción y operación del Relleno Sanitario ante la SEMARNAT.

#### 6. Proyectos de restitución de caminos rurales y federales, así como, dos puentes para mantener la comunicación de la carretera federal México – Acapulco y Tierra Colorada - Villa Guerrero – Tepehuaje.

Se deberá restituir dos puentes uno en Omitlán (322,00 m) para conservar la comunicación de los poblados no inundados como son Tierra Colorada – Villa Guerrero – Tepehuaje –La Palma –La Piñas y el otro a la altura de la comunidad Xolapa (225,00 m) para no interrumpir la comunicación entre Plan de Lima y Xolapa que existe sobre la carretera federal No. 95 México - Acapulco. Los tramos que se restituirán se muestran en el **Plano No. 1**, aproximadamente 34 254,58 m son los que restituirán para que la comunicación que existe no se vea interrumpida para los demás poblados no involucrados por el embalse.

La CFE realizará un convenio con la SCT para la realización de los trabajos de restitución de caminos y que finalmente serán ellos quienes una vez que se inicien las obras, localizarán los nuevos trazos para conservar la comunicación con los demás poblados no inundados.

#### 7. Proyecto de reubicación de las comunidades afectadas

El Proyecto implica reacomodar a 3 048 habitantes distribuidos en 23 localidades (afectables total o parcialmente) pertenecientes a tres municipios (J. R. Escudero, San Marcos y Acapulco de Juárez)

del estado de Guerrero. Dicho reubicación se encuentra en una fase de estudio y negociaciones con los pobladores involucrados dentro del proyecto.

Una vez obtenido la aceptación total por parte de las comunidades involucradas por el proyecto, se dará inicio a los trabajos de topografía. Se medirán las afectaciones para que se proceda con el pago de los Bienes Distintos de la Tierra (BDT) para luego, proceder a la formalización de convenios de ocupación previa o definitiva de terrenos. Una vez con los documentos legales y sellados, así como los planos de los predios a pagar, se utilizarán para el cambio de uso de suelo.

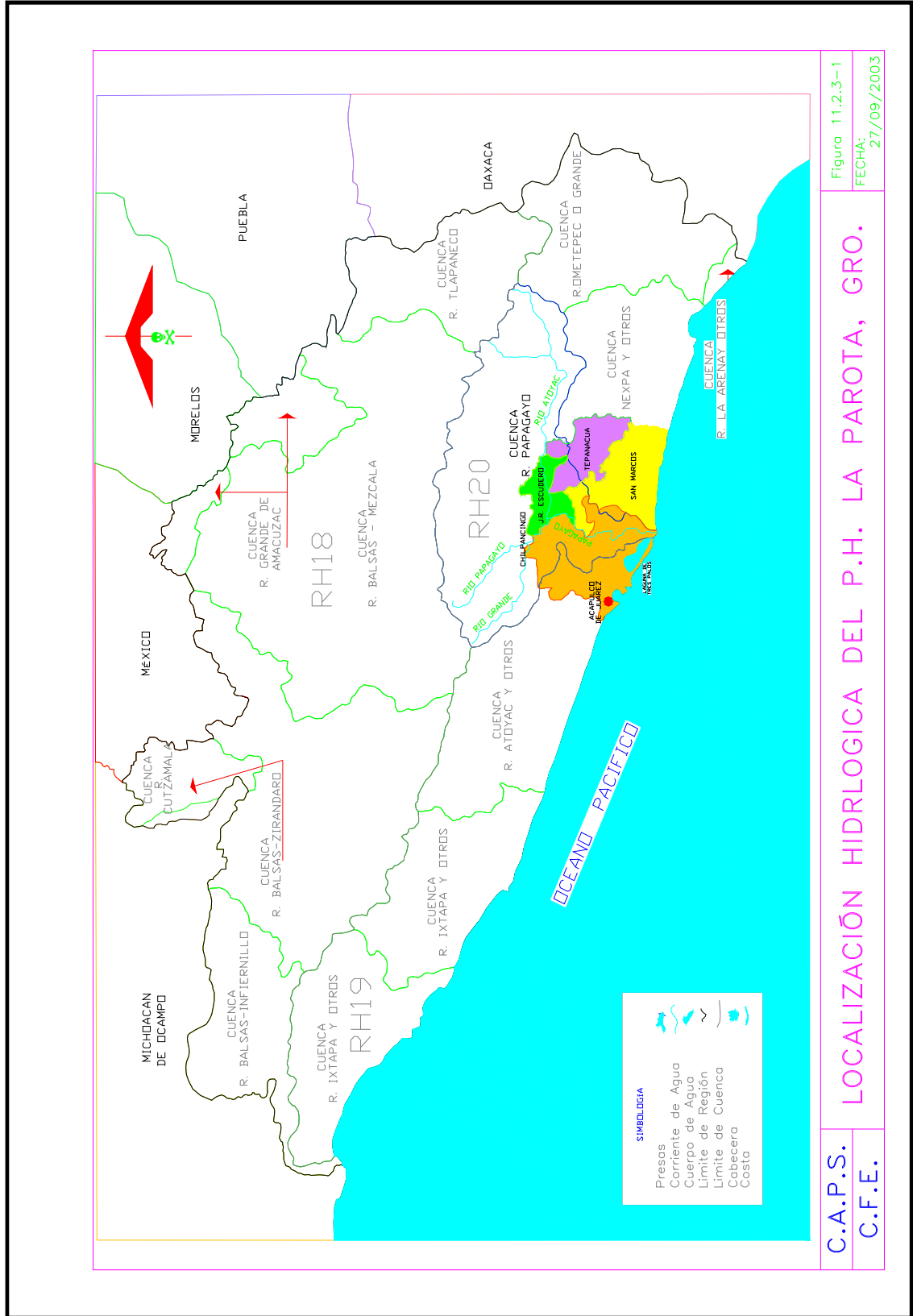
### II.2.3 Ubicación del proyecto

El Proyecto abarca los municipios de Acapulco Juárez, San Marcos, Juan R. Escudero y Teconoapa del estado de Guerrero (véase **Plano No. 1** y **Figura II.2.3-1**). El río Papagayo se encuentra en la Región Pacífico sur, Región Hidrológica No. 20 Costa Chica - Río Verde, cuenca del Río Papagayo, la longitud obtenida a lo largo del desarrollo del río es de 78 243,00 km e inicia desde los afluentes de Papagayo y Omítlán en la elevación 180 msnm y termina en la zona de la boquilla a 39,00 km de su desembocadura con el Océano Pacífico. Las coordenadas de localización UTM de la poligonal que envuelve la zona del embalse y la de obras principales se indican a continuación:

COORDENADAS EMBALSE	
Latitud Norte (X)	Longitud Oeste (Y)
431 000	1901 000
459 000	1895 000
421 000	1869 000
441 000	1869 000

COORDENADAS POLIGONO ENVOLVENTE CON CONFIGURACIÓN TOPOGRAFICA DE LAS OBRAS PRINCIPALES	
Latitud Norte (X)	Longitud Oeste (Y)
433 400	1870 800
434 830	1870 800
433 850	1872 950
432 205	1872 950

La desembocadura del río Papagayo, con respecto al puerto de Acapulco se localiza en dirección sureste a 34,00 km.







### II.2.3.1 Superficie total requerida

La superficie estimada para llevar a cabo la construcción de las obras principales y asociadas al proyecto es de 15 154,10 ha. Esta es resumida en la siguiente **Tabla II.2.3.1-1**.

**Tabla II.2.3.1-1.** Superficies requeridas para la construcción del P.H. La Parota

OBRA	SUPERFICIE (ha)
<b>Embalse (NAME cota 180 msnm)</b>	<b>14 213,00</b>
<b>Obras principales</b>	<b>59,39</b>
Obras de desvío	13,53 ha
Obras de contención	25,21 ha
Obras de excedencias	12,07 ha
Obras de generación	8,58 ha
<b>Obras provisionales y asociadas</b>	<b>767,20</b>
Bancos de materiales	483,26
Campamentos, zona industrial*, servicios y gobierno, oficinas, relleno sanitario	106,51
Camino de acceso principal y a la zona de bancos de materiales por construir y/o rehabilitar	159,19
Sitios para depósitos de residuos de construcción	18,27
<b>Total de superficie a ocupar por el proyecto</b>	<b>15 ,039,62</b>

Respecto a la línea de transmisión correspondiente a la operación del proyecto, la CFE a través de su Coordinación de Proyectos de Transmisión y Transformación realizará el análisis técnico, económico, ambiental y social, para la selección del trazo y obtención de los permisos correspondientes para llevar a cabo su construcción y operación.

La línea de transmisión que suministrará la energía eléctrica requerida para la construcción de las diversas obras que integran el proyecto, será a través de la interconexión con la línea entronque “Los Amates-Punta Diamante” que parte de la subestación “Los Amates”; esta conducción representará una longitud de 22 km a través de una línea de 115 kv, de dos circuitos 113 000 acsr/ta.

En el **Plano No. 1** se puede apreciar las subestaciones y líneas de transmisión correspondientes al área del proyecto.

**Tabla II.2.3.1-2** Distancias de las LT y SE a la boquilla en línea recta.

SUBESTACIÓN ELÉCTRICA (SE) EXISTENTES		DISTANCIA A LA BOQUILLA (Km)	TENSIÓN
1	SE Salsipuedes	11,00	115
2	SE Papagayo	20,00	115
3	SE El Quemado	22,50	230
4	SE Puerto Marqués	25,00	115
5	SE Los Amates Coloso	22,00	230
6	SE Costa Azul	25,50	115
7	SE CH La Venta	21,00	115
8	SE Pozos Ranney	10,50	115
9	SE Papagayo	21,00	115
<b>LT EXISTENTES Y CERCANAS AL PROYECTO:</b>			
1	La Parota	3,00	115
2	Garrapatas	5,00	115
3	Agua Cerca de La Peña	4,20	115
6	Intersección de La LT, tramo SE Papagayo – SE El Quemado a la altura del poblado Las Chanecas	14,00	115

II.2.3.2 Vías de acceso, al área donde se desarrollará la obra o actividad.

### Terrestre

Los accesos que existen a la zona de la boquilla o el eje de la cortina (véase **Plano No. 1 y Plano No. 25**) son:

Por la margen derecha del río

- A partir del Km 22+200, punto de intersección de la carretera federal No. 200 (Acapulco, Gro. - Pinotepa Nacional, Oaxaca.) con San Pedro Cacahuatpec; en dirección norte por un camino pavimentado de 10,5 km de longitud y 6 m de ancho, se continua por un camino de terracería de que comunica a las localidades Amatillo Oaxaquilla, El Ranchito, Aguas Calientes, La Concepción, Parotilla, Los Iltamos, Las Parotas y la zona de la boquilla.
- El otro acceso se encuentra en el entronque de la carretera federal No. 200 (México-Acapulco) con el poblado Tuncingo para luego pasar por los asentamientos Colonia Valle encantado, El Salto, Las Marcelas, Los Limones, San Isidro (El Gallinero), La Concepción, Garrapatas hasta llegar a la zona de obras principales de boquilla.
- Partiendo del mismo sitio y siguiendo la misma trayectoria hasta San Isidro el Gallinero desviándose en dirección norte a San José Cacahuatpec se sigue por Las Garrapatas para luego conducirse a la zona de la boquilla. De este acceso en los últimos tramos se realizará una modificación de tal manera que se aproveche el camino actual y rodeando la zona de diques en la orilla del embalse.

Por la margen Izquierda:

- Aproximadamente a 16,00 km de San Pedro Cacahuatpec se localiza sobre la carretera federal No. 200 (Acapulco - Pinotepa) el poblado san Juan el Chico, en dirección norte pasando por el asentamiento El progreso de Cacahuatpec, El Campanario, Apalaní, Cruces de Cacahuatpec, el carrizo hasta Cacahuatpec cuya distancia de recorrido es de 24,20 km. A partir de Cacahuatpec a la zona de la boquilla, se pretende construir este camino una vez que se haya autorizado en materia ambiental por la SEMARNAT, la Manifestación de Impacto

Ambiental Modalidad Particular de dicho camino, este estudio fue ingresado en el mes de octubre de 2003 y se espera autorización por en el mes de febrero de 2004.

### **Aéreo**

El aeropuerto más próximo es el de Acapulco a 23,00 Km en línea recta de la boquilla.

### **Marítimo**

El Puerto de Acapulco se encuentra a 28,00 Km en línea recta del eje de la boquilla

#### II.2.3.3 Descripción de servicios requeridos

Para la construcción del proyecto es necesaria la construcción de 4 obras importantes de infraestructura:

*Energía Eléctrica.*- Se requiere de energía eléctrica para la iluminación, manejo de máquinas, herramientas y equipo.

En la etapa de preconstrucción o actividades previas se tomó una derivación de la línea de 115 kV que llega a la comunidad La Parota.

Para la etapa de construcción se seleccionara una de las cuatro opciones presentadas en la sección II.4.2.3 y para el cual también se instalará un transformador que permita suministrar la potencia suficiente en los frentes de trabajo.

Según el avance de la obra y en caso de ser necesario se construirá para el abastecimiento de electricidad durante la etapa de construcción una subestación de transformación con dos transformadores de 19 MVA para transformar la corriente de 115 kV a 13,8 kV. Dicha área de distribución de energía se pretende que en un futuro, cuando esta subestación este en servicio se derive una línea de transmisión para suministro de energía a otros poblados de la zona

Durante la etapa de operación de la hidroeléctrica, está previsto construir una línea de transmisión de 400 kV para conducir la energía eléctrica y conectarla a la actual LT en servicio denominada El Parota – Yautepec Potencia (T400kV,2C,275Km,550 KM-C,2x1113 C.ACSR). Su gestión presupuestal, social y ambiental se realizará previamente (24 meses) a la puesta en servicio de la central, la cual está programada para el año 2010.

*Camino de acceso.*- La descripción de este apartado se incluye en el inciso II.2.3.2.

*Agua potable.*- La dotación de agua potable para el personal que laborará durante las diferentes etapas de proyecto, se proporcionará a través de garrafones adquiridos mediante proveedores de las comunidades cercanas y se distribuirán en las oficinas y campamentos de trabajo conforme a la demanda diaria en cada uno de ellos.

*Servicios sanitarios.*- La infraestructura para la captación de descargas sanitarias, se utilizarán sanitarios portátiles, los cuales serán dispuestos en los frentes de trabajo. El contenido de los sanitarios portátiles será debidamente colectado por alguna empresa responsable quien llevará los residuos a las plantas de tratamiento de manera que se evita cualquier vertimiento al río o derrame en el área de obras. En el caso del campamento, zona

industrial y en la zona de oficinas se preverá un sistema de tratamiento de aguas residuales como ya se enuncio en la sección II.2.2.

*Servicios de comunicación.-* Para esto se efectuará el alquiler de unidades de radiocomunicación y telefonía celular con las empresas que tienen la cobertura en la región. Además se contará con servicios de telefonía de larga distancia; este servicio está disponible en la poblaciones de La Parota, La Concepción, San Pedro Cacahuatpec, las cuales están mas próximas a la zona del proyecto.

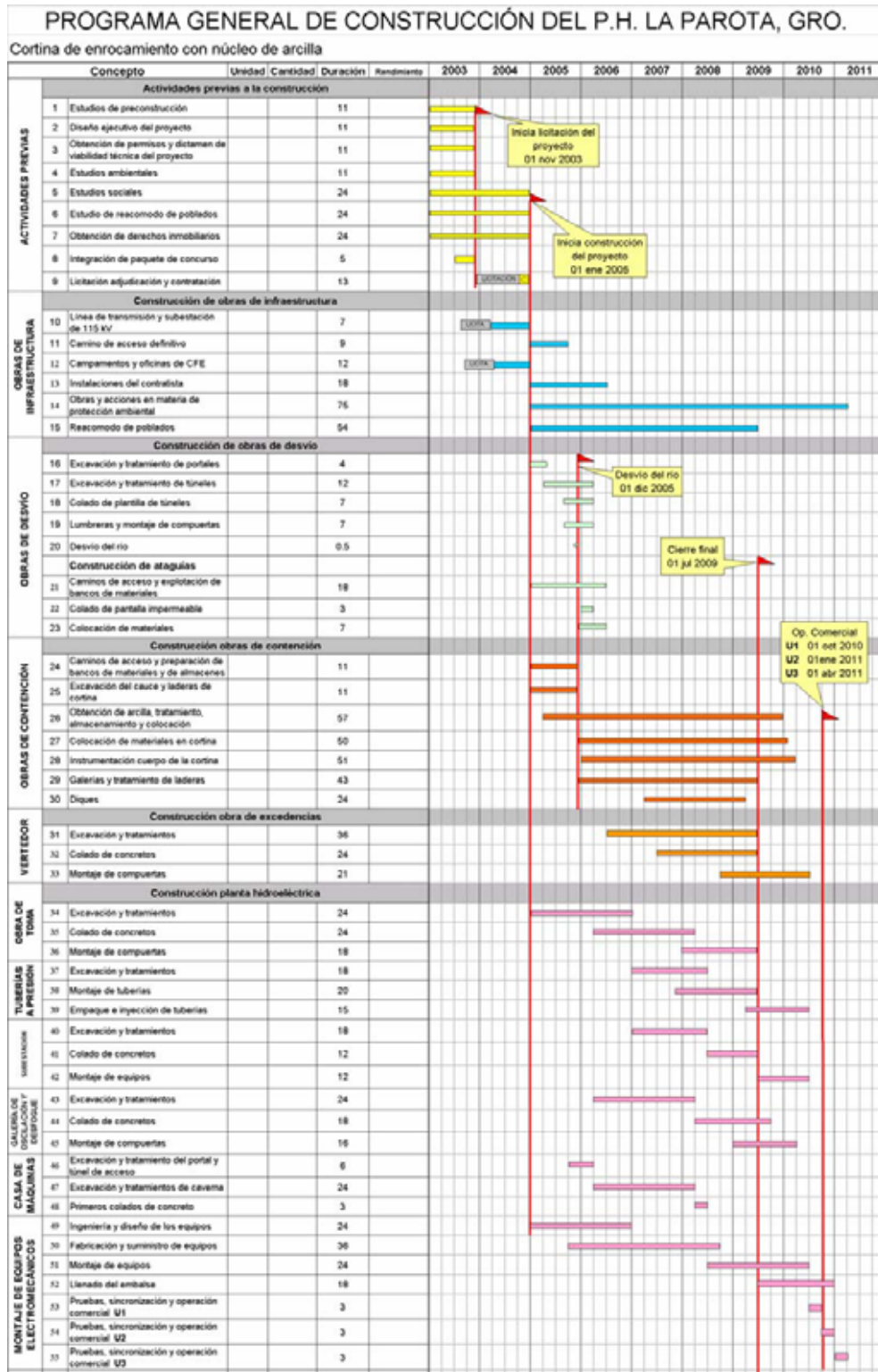
### **II.3 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES**

En el **Figura II.2.1-1 y en el Plano No 2**, se presenta el arreglo general del proyecto y en la sección II.2.1 se presenta la descripción de las obras y actividades y en la sección II.3.3 se describe la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y abandono del sitio.

#### **II.3.1 Programa general de trabajo**

En el **Programa II.3.1-1** se presenta el esquema general de construcción. En el programa se consideran las actividades previas a la construcción del proyecto y se incluyen las actividades principales del mismo. Para la construcción de las obras principales se consideran 68 meses, a partir de enero del 2005.

**Programa II.3.1-1** Programa general de Construcción del P.H. La Parota, Gro.



Las fechas claves del programa son las siguientes:

- . Inicio de las obras: enero de 2005
- . Desvío del río: diciembre de 2005.
- . Inicio del montaje electromecánico: octubre de 2007.
- . Cierre final de la presa. julio de 2009
- . Operación comercial de la unidad 1: octubre 2010.
- . Operación comercial de la unidad 2: enero de 2011.
- . Operación comercial de la unidad 3: agosto de 2011.

Cabe mencionar que la programación de la secuencia en la operación es sólo un estimado de las actividades que se tendrían que realizar, sin embargo, influirá en gran medida el manejo de las aportaciones al vaso que se estén dando en el momento.

A continuación se describen brevemente de cada actividad del programa general de construcción.

*Actividades previas.*- Son las actividades que se realizan antes del inicio de la construcción del proyecto. Incluyen los estudios iniciados desde 1961 como estudios de prefactibilidad, factibilidad y de preconstrucción, los cuales se describen en el inciso II.3.2.1 de este documento.

Los estudios sociales y ambientales consisten en realizar todos los estudios que demanda la elaboración de la MIA, el estudio técnico justificativo para cambio de utilización de terrenos forestales, los estudios para utilización de bancos de materiales y la integración de expedientes para indemnización de bienes afectados por la construcción de las obras del proyecto.

En el Programa general de construcción se considera que las actividades necesarias para llevar a cabo la preparación del sitio (programa de trabajo) son las siguientes:

1. Caminos de acceso y construcción.
2. Construcción para almacenes, talleres y oficinas.
3. Trabajos para el suministro de energía eléctrica.

*Indemnizaciones y reacomodo de poblados.*- Una vez concertado la construcción del proyecto con pobladores y autoridades ejidales, municipales y estatales, se procederá con el proceso para la indemnización de los bienes afectados, tomando en cuenta que previamente se han hecho los censos e integrado los expedientes respectivos. En paralelo se llevarán a cabo los estudios, proyectos, convenios y acciones para el reacomodo de poblados afectados.

*Obra de Infraestructura.*- Incluye la construcción del camino de acceso, las obras temporales que el contratista requiere para la construcción del proyecto y las edificaciones para la operación de la planta una vez que ésta se ponga en servicio. El período para ejecución de estas obras corresponde a los dos primeros años del programa de construcción, con excepción de las edificaciones para la operación de la planta, las cuales se deben ejecutar a más tardar un año antes del inicio de las pruebas de los turbogeneradores.

*Obra de desvío del río.*- Es fundamental para cumplir con el programa de construcción del proyecto, que las obras de desvío del río se construyan en el primer año del programa y que el desvío se realice en diciembre del 2005, para dar tiempo a la construcción de las ataguías en el período entre diciembre y junio, antes de que se presente el período anual de lluvias. Por esta razón las obras de desvío forman parte de la ruta crítica principal del proyecto, ya que con el desvío del río se da inicio a las actividades de la cortina.

Las obras de desvío consisten en la excavación de dos túneles de sección portal, revestidos interiormente con concreto lanzado, anclado a la roca y drenados de acuerdo con indicaciones del personal de mecánica de rocas que supervisará los trabajos, una vez que el terreno demande dichos tratamientos. Para el control del río se colocaran compuertas en la zona de entrada de los túneles.

*Obras de contención.*- Su estructura principal es la cortina. Constituye la ruta crítica del proyecto. Para construir la cortina primero se debe retirar el material vegetal, alterado en las laderas o contaminado por materiales no permitidos, como arcillas expansivas.

La excavación de laderas se estima en 13 881 140 m<sup>3</sup> de material. Una vez retirado este material en la zona de cimentación del núcleo central de arcilla y de los materiales que dan respaldo, se debe aplicar un tratamiento de inyección para la pantalla impermeable y posteriormente el concreto dental para sellar fisuras, fallas u oquedades en la roca e impedir filtraciones de agua del embalse.

La colocación de materiales se lleva a cabo en 50 meses. La colocación de materiales en la cortina debe concluir el día del cierre final de la presa, como condición obligada para que dicho cierre se realice.

La pantalla impermeable con inyección de mezclas de cemento y agua a través de perforaciones en la roca, con una profundidad promedio de 60 m a partir de la superficie y de cada galería garantizará la estanqueidad del embalse.

*Obra de excedencias.*- Consiste en la construcción de un canal vertedor en la margen derecha del río. Su ejecución inicia en el mes 6 del segundo año y debe terminar antes ó justo en la fecha del final de la presa, como otra de las condiciones obligadas para efectuar dicho cierre. Las cantidades de obra principales de esta estructura son las siguientes: excavación 6 075 596,00 m<sup>3</sup>, concretos 115 410 m<sup>3</sup>, concreto lanzado 12 960,00 m<sup>3</sup>, anclaje 128 500,00 m y drenaje 109 600,00 m.

*Obras de generación.*- Se ubica en la margen derecha y consiste en excavaciones a cielo abierto y subterráneas. Estas obras también constituyen otra ruta crítica en el programa general de construcción.

Esta ruta crítica se inicia con el diseño ejecutivo de todos los equipos electromecánicos, fabricación y suministro, simultáneamente con la excavación del túnel de acceso a casa de máquinas, túnel de desfogue, la excavación de la plataforma de subestaciones y la excavación de la obra de toma; continúa con la excavación de la caverna de casa de máquinas simultáneamente con la excavación de las tuberías a presión y la excavación de los pozos de oscilación.

Todas estas obras deben ejecutarse en estricto apego al programa de construcción porque solo con la consumación de las obras civiles se puede combinar la ejecución del montaje electromecánico.

La terminación de las obras para generación se realiza con el inicio del montaje de las turbinas en casa de máquinas, lo cual se pretende sea en octubre de 2007. Este montaje está programado en 5 meses, termina 18 meses después de que se realizó el cierre final de la presa, tiempo estimado para tener el nivel del embalse en la cota 143,00 que corresponde al nivel mínimo de operación (NAMINO), para de esta forma poder efectuar las pruebas con agua de los turbogeneradores.

Se estiman 3 meses para pruebas, sincronización y puesta en servicio de cada turbogenerador, por lo cual la operación comercial de la planta sería en el 2010.



A 10 meses de concluir las obras del proyecto, el contratista debe iniciar el retiro de todas las instalaciones provisionales del proyecto y restaurar todos los sitios ocupados temporalmente, de acuerdo con las especificaciones en la materia y que están incluidas en los documentos del contrato.

*Operación de la planta y monitoreo.*- Una vez puesta en servicio la planta, ésta es recibida por el área de operación de CFE para su operación comercial y se realiza el monitoreo del comportamiento de la central en operación, y de todos aquellos elementos sociales y ambientales que estén previstos y programados.

### II.3.2 Selección del sitio o trayectoria

El proyecto es resultado del estudio regional de planeación. En el proceso se identificaron los sitios más atractivos de la región atendiendo a la fisiografía de los cauces y una estimación aproximada de la disponibilidad de agua en los lugares, así como la consideración de los aspectos geológicos, estructuras principales, afectaciones probables y conveniencia económica de los sitios susceptibles de ser aprovechados como proyectos hidroeléctricos.

Se ordenaron los proyectos, cuencas y sistemas hidrológicos de la región y se propuso un orden para analizar las opciones de generación de energía eléctrica basado fundamentalmente en la apariencia que mostraron las generaciones calculadas, eligiéndose la cuenca del río Papagayo entre otras, para evaluar con detalle su potencial hidroeléctrico.

La cuenca está incluida dentro del territorio del estado de Guerrero, con un área hasta la desembocadura con el Océano Pacífico de 7 480,00 km<sup>2</sup>, de los cuales 2 200,00 km<sup>2</sup> son drenados por el Papagayo, 4 277,00 km<sup>2</sup> por Omitlán y 1 003,00 km<sup>2</sup> llegan directamente al cauce principal.

Actualmente dentro de la cuenca y desde fines de 1965 opera con 4 unidades la C.H. Ambrosio Figueroa “La Venta” ubicada inmediatamente aguas abajo de la confluencia de los ríos Omitlán y Papagayo, así como la C.H. Colotlipa situada sobre el río Azul cuya operación comercial de la primera, segunda y tercera unidad fue en 1946, 1948 y 1949 respectivamente.

La CFE en 1983 realizó el estudio de gran visión de la cuenca Papagayo, en el que mediante vuelos de reconocimiento, cartas topográficas escala 1:50 000, así como la geología regional, hidrología, perfiles y volúmenes, la facilidad de acceso a los sitios de los proyectos, afectaciones, costo, jerarquizó 17 proyectos hidroeléctricos (véase **Figura II.3.2-1**) de los cuales sobresalieron las ventajas de continuar avanzando con los proyectos de La Parota I, La Parota II, Río Azul y Omitlán tanto por la energía que ofrecen como por el costo del kWh nivelado que se obtuvo en las evaluaciones (**Tabla II.3.2-1**). De estos últimos se propuso seguir evaluando:

- La Parota I.- Que considera el aprovechamiento "en cascada" de la Central "La Venta" aguas arriba y el proyecto La Parota aguas abajo con niveles de operación para este proyecto condicionados por el desfogue de La Venta.
- La Parota II.- Este proyecto supone una presa con altura tal que inunda La Venta y aprovecha "en cascada" los sitios Parota y Omitlán.

La primera alternativa contempla la existencia de la C.H. La Venta, sin embargo, teniendo en cuenta las limitaciones derivadas del control de avenidas de una cuenca sujeta frecuentemente a la incidencia de ciclones y los vasos tan reducidos en capacidad; con esta alternativa, desde su

planteamiento inicial se vislumbraron costos altos en el proyecto, poca generación y de mala calidad y vidas de los embalses reducidas, originadas por el ingreso de material sólido.

Por tanto se concluyó que el orden para continuar con el estudio de prefactibilidad es La Parota II, por ser la que presenta mayor generación de energía y el menor costo en kWh generado; dejando el análisis de los demás proyectos para el futuro.

Para esta última se optó por revisar alternativas que inundarán la presa construida en “La Venta”, proponiéndose estudiar alternativas con cortinas cuya corona se estableciera a las elevaciones 90, 140, 160, 180, 200 y 220 msnm; resultando que en las tres últimas surgen puertos que requieren ser cubiertos con obras de contención (diques).

Las longitudes y el número de puertos que se requiere cerrar con las alternativas “altas” son:

Alternativa	Longitud	No de puertos	Costo M \$	Generación GWh/año	Observaciones
90	-----	-----	101 000	494	Esta opción corresponde con el esquema regional que prevé conservar en operación a la C. H. La Venta, Gro.  No es práctico plantear opciones de presas con corona entre las cotas 90 y 140 metros; en tales casos sólo se logra inundar la Central* en operación, sin ganancias atractivas en generación adicional o regulación del río.
160	-----	-----	168 000	1 072	Para evaluar técnica y económicamente las opciones que originan la inundación de la C.H. La Venta, la generación obtenida con La Parota en cada una de las opciones, se disminuyó en 141,00 GWh/año, energía media anual producida en la central en operación cuando se hicieron las evaluaciones.
180	400	6	173 000	1 135	
200	1 890	6	181 000	1 315	
220	5 050	6	269 000	1 557	

\*Reducidas en 149 GWh/año

Fuente: Ponencia de estudios para definir la factibilidad técnico-económica del P.H. La Parota, Gro. 4-7 noviembre de 1986.

Con base en los diferentes esquemas, que consideraron variadas disposiciones de las obras en el terreno, se definieron las inversiones requeridas en cada alternativa. A partir de tales consideraciones se concluyó que es apropiado contar con una mayor generación aún cuando se sacrifique ligeramente el costo de producción, seleccionándose finalmente la alternativa que contempla la corona a la elevación 200 msnm; denominándose “Parota 200” del que se inició el estudio de factibilidad.

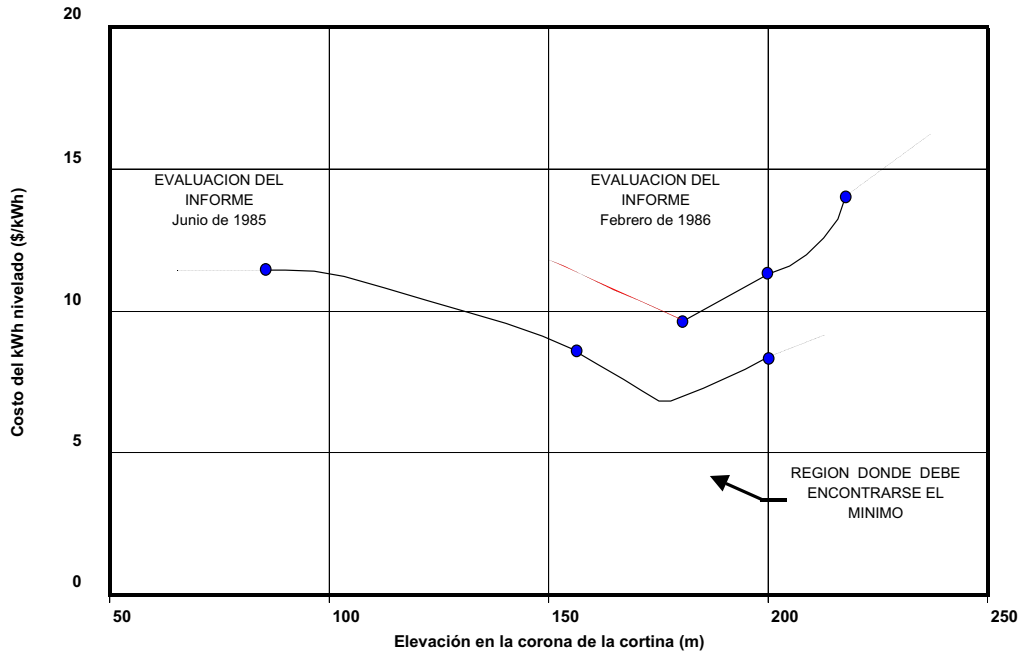
Toda vez que se eligió profundizar en los estudios de la opción "La Parota 200", se realizó la comparación entre la opción de formarla con materiales térreos o enrocamiento compactado con cara de concreto, resultando el primero que ofrece mayores ventajas.

Conforme avanzó el conocimiento de la roca donde se plantean las obras, se ajustaron ubicaciones, geometría y disposiciones relativas de las excavaciones de las estructuras. Producto del proceso, se determinó que la elevación máxima del nivel ordinario del agua debería ser la cota 177,00 m.

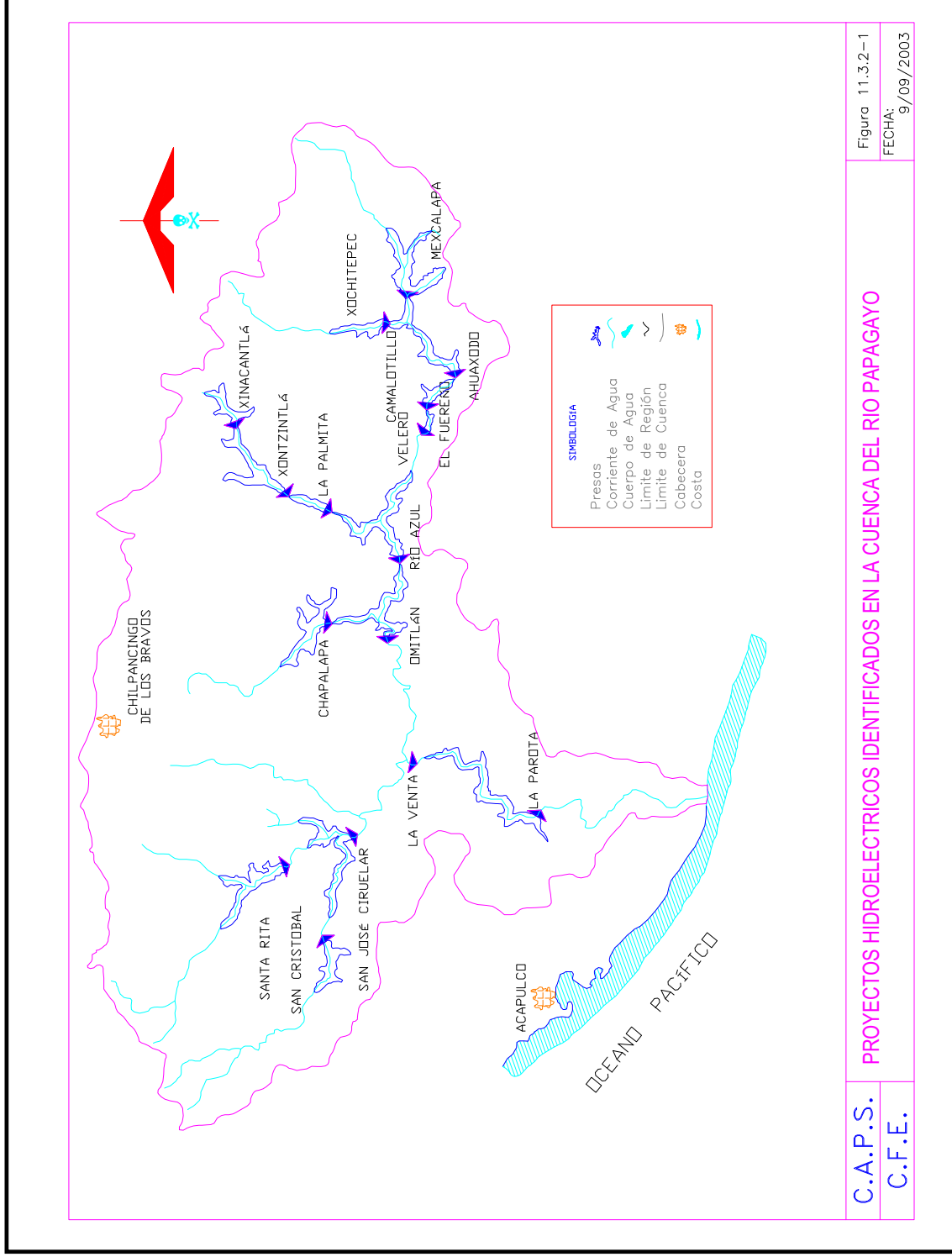
\* Informe de Factibilidad del P.H. La Parota, 1996-2002, CAPS/CPH/CFE,

Otro punto importante para la selección del sitio fue la existencia de bancos de material cerca de la zona de la obra, ya que los acarreos de materiales pueden representar un porcentaje muy elevado en el costo de la obra, que incluso haga que ésta quede fuera de los márgenes de rentabilidad.

Es de hacer notar que la comunicación de la obra es muy importante, desde la etapa de construcción. El sitio seleccionado cuenta con vías de comunicación hasta todos los frentes, lo que para un proyecto de esta magnitud es indispensable.



Gráfica II.3.2-1  
OPCIONES DE ALTURA DE LA CORTINA



**Tabla II.3.2-1** Jerarquización económica de los sistemas de proyectos del río Papagayo

No.	SISTEMAS PROYECTOS	UBICACIÓN		NIVEL msnm	ALTURA DE CORTINA m	VOLUMEN MILLONES DE m <sup>3</sup>		AREA (km <sup>2</sup> )	ESCURRIMIENTO		CARGA BRUTA DE DISEÑO (m)	POTENCIA INSTALADA (MW)	UNIDADES		GENERACION ANUAL (GWh)	***ANOS DE CONSTRUCCION	TASA DE INTERES \$/KWh GENERADO EN PROYECTOS DEL PAPAAYO (MATERIALES GRADUADOS)		***COSTO EN PESOS DEL GENERADOR	COSTO EN DOLARES 1982 * C=16.5X10 <sup>6</sup> (MW) <sup>0.3</sup> 82	COSTO EN DOLARES 1984 **	COSTO EN MILLONES DE PESOS 1984 ***	
		COORDENADAS	CORRIENTE			MATERIALES GRADUADOS	SECCION GRAVEDAD		CUENCA PROPIA	MEDIO ANUAL (hm <sup>3</sup> )			GASTO MEDIO ANUAL (m <sup>3</sup> /s)	TIPO			NUMERO	***8% 10% 12%					
1	LA PAROTA II	16° 56'	99° 37'	200	50	10,335	3,358	1,434	7,067	4,277.64	135.64	396.00	F	2X198	1387	5	2.91	3.75	4.69	660	155.89	798	137
3	LA PAROTA I	16° 56'	99° 37'	100	50	0,742	0,206	592	7,067	4,277.64	135.64	128.00	F	2X64	446	5	3.40	4.30	5.30	345	705.14	418	72
2	RIO AZUL I	17° 08'	99° 15'	500	290	12,957	4,335	620	3,344	2,024.30	64.19	268.00	F	2X134	938	5	4.08	5.26	6.56	439	036.97	531	91
4	OMITLAN	17° 08'	99° 22'	300	220	1,493	0,451	251	4,026	2,470.21	78.33	124.00	F	2X62	429	5	4.84	6.14	7.60	297	046.65	359	62
6	RIO AZUL II	17° 07'	99° 05'	600	450	6,420	2,172	214	1,359	995.85	31.61	94.00	F	2X47	324	5	7.38	9.36	11.57	203	002.45	245	42
7	RIO AZUL V	17° 06'	99° 03'	660	510	5,880	1,976	244	1,231	906.66	28.75	86.00	F	2X43	295	5	8.32	10.55	13.04	188	723.15	228	39
5	SAN JOSE CIRUELAR	17° 12'	99° 40'	400	240	11,413	3,891	218	1,638	1,087.36	34.48	110.00	F	2X65	379	5	8.99	11.51	14.31	227	042.68	274	47
8	RIO AZUL I	17° 03'	99° 00'	700	600	2,067	0,658	158	1,146	835.07	26.48	50.00	F	2X25	175	5	11.04	13.69	16.63	133	863.89	183	28
9	RIO AZUL II	17° 15'	99° 11'	500	400	2,067	0,658	171	1,577	772.32	24.49	46.00	F	1X46	161	5	11.11	14.21	17.66	125	951.03	152	26
12	XONTZINTLA	17° 18'	99° 10'	600	510	1,890	0,603	1,226	1,406	677.40	21.48	40.00	F	1X40	134	5	12.49	15.93	19.77	133	903.24	137	23
10	CAMALOTILLO	17° 08'	99° 55'	800	700	3,280	1,083	988	988	713.66	22.63	44.00	F	1X44	149	5	12.66	16.19	20.13	121	442.72	146	25
13	SANTA RITA	17° 18'	99° 42'	600	480	4,380	1,462	785	785	465.48	14.76	35.00	F	1X35	120	5	17.11	21.87	27.16	95	815.80	115	20
14	CHAPOLAPA	17° 15'	99° 21'	500	325	4,696	1,614	429	429	270.51	8.58	30.00	F	1X30	104	5	18.32	23.32	28.89	76	422.69	92	15
11	CAMALOTILLO II	17° 08'	99° 53'	900	750	8,330	2,846	500	500	376.75	11.95	42.00	F	1X42	141	5	18.75	24.09	30.03	101	469.34	122	21
16	SAN CRISTOBAL	17° 14'	99° 48'	800	690	3,685	1,181	535	535	389.71	12.36	26.00	F	1X26	91	5	19.60	24.85	30.70	76	870.80	93	16
15	CAMALOTILLO	17° 10'	99° 55'	900	750	6,240	2,107	443	443	297.65	9.44	140.00	F	1X28	97	5	23.31	29.74	36.91	75	197.96	90	15
17	XINACANTLA	17° 23'	99° 04'	800	660	6,524	2,218	181	181	89.34	3.15	9.00	F	1X9	30	5	68.75	84.46	101.9	30	194.84	36	6

Según el artículo Hydropower cost estimates-J.L. Gordon, Water Power, Nov. 1983

F = Francis

Fuente: Estudio de gran visión, CFE/CPH/SA/CAPS-1983.

I=10%

Tipo de cambio = \$172,74/dólar

### II.3.2.1 Estudios de campo

La CFE tiene establecido un procedimiento para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos que son:

- a) El nivel de planeación considera las etapas de identificación, evaluación, prefactibilidad y factibilidad.

En la primera, los estudios se basan en análisis cartográficos y en investigaciones bibliográficas de la región. En la segunda etapa se realizan reconocimientos de campo y se continúa la recopilación de la información documental existente para cada sitio en particular. En las dos etapas finales se profundizan los estudios del sitio.

En los aspectos geológicos (geología regional, interpretación) y geotécnicos se realizan campañas intensas de campo tendientes a conocer por medio de geofísica, sondeos eléctricos, geoelectrónicos, perforaciones, levantamientos a detalle, excavaciones de trincheras y socavones y realización de ensayos de laboratorio con muestras representativas de suelos y rocas, las propiedades mecánicas (permeabilidad, resistencia y deformabilidad) del macizo rocoso y de los posibles materiales utilizables para la construcción.

Los estudios básicos y de ingeniería preliminar que se requieren en el nivel de planeación que soportan la viabilidad del aprovechamiento hidroeléctrico son:

**Topografía.** La generación de hidroelectricidad de un proyecto, está en función de la potencia generadora que se puede instalar en cada sitio. La potencia generadora depende del gasto o caudal de agua aprovechable, de la capacidad de almacenamiento de su embalse y de la carga hidráulica o desnivel que se puede tener en el embalse de la presa.

La selección del sitio radica en encontrar a lo largo del cauce de una corriente de agua, un desnivel topográfico adecuado para la generación de energía eléctrica. Adicionalmente, se procura que el sitio se ubique en la zona más estrecha del río donde exista suficiente altura en las laderas rocosas de ambos márgenes para que la corona de la futura cortina sea de la menor longitud posible. La topografía del terreno finalmente determina las dimensiones del embalse, de la presa y determina los niveles de operación del embalse.

En el **Plano No. 1** se presenta la topografía escala 1:50 000 de la zona, donde se precisa la ubicación de la presa, de las estructuras principales que forman el proyecto, la localización del camino de acceso y la extensión del embalse, así como las comunidades asentadas en el mismo. La ubicación del P.H. La Parota tiene condiciones topográficamente favorables para construir las estructuras del proyecto.

**Geología.** La selección de un sitio para construir un proyecto hidroeléctrico también considera las características geológicas y geotécnicas existentes.

La masa rocosa del sitio que se seleccionó presenta características de impermeabilidad, resistencia y deformabilidad acordes con las cargas impuestas por el embalse y las estructuras civiles del proyecto.

No todos los sitios cumplen con estas características y algunas veces se desechan sitios alternativos porque las condiciones geológicas y geotécnicas del sitio pueden hacer no

viable un proyecto o porque se requiere de una inversión muy elevada para mejorar las propiedades mecánicas de la cimentación.

Para el proyecto se requiere de tratamientos para estabilizar los cortes de roca en las excavaciones subterráneas y a cielo abierto, así como para mejorar las condiciones mecánicas de la cimentación; sin embargo, éstas están dentro del costo - beneficio del proyecto.

Las rocas que constituyen el estrechamiento donde se levantará el proyecto hidroeléctrico, se han clasificado como gneises de biotita (rocas metamórficas del Paleozoico, cuya edad se remonta a los 300 millones de años) pertenecientes a la formación Xolapa.

Estas rocas son de buena calidad se aprecian foliadas, es decir, presentan bandas de minerales como la biotita y el cuarzo-feldespato dispuestos en forma paralela. El macizo rocoso por su parte, se encuentra intrusionado por diques graníticos y afectado por varios sistemas de fracturamiento y fallas de poca relevancia.

La participación de los diversos grupos de CFE encargados del análisis de estos aspectos, así como la participación de diversos consultores nacionales y extranjeros que prestan sus servicios técnicos a la institución, han permitido identificar las particularidades geotécnicas más significativas de las estructuras geológicas de la zona y se han propuesto los diseños que garantizan un comportamiento satisfactorio de la presa y sus obras anexas.

**Geotecnia.** Se cuenta con:

- Estudios de bancos de materiales para construir la cortina y fabricar los agregados para concreto.
- Estudios de geofísica para determinar la calidad de la roca y depósitos naturales de materiales.
- Resultados obtenidos por perforación para conocer la permeabilidad del terreno y la piezometría del mismo.
- La excavación de socavones de exploración, obtención de núcleos de roca obtenidos con perforación, se ha determinado valores y propiedades mecánicas de la roca en el sitio de construcción del proyecto.
- La información geológica del sitio y estudios de mecánica de rocas en el sitio, ha sido posible prever posibles tratamientos a la roca para garantizar su estabilidad durante los procesos de construcción y durante la operación de la planta.
- Las características y propiedades de los diferentes medios rocosos y térreos que servirán de apoyo a las estructuras del proyecto donde quedarán propuestas, incluyendo tanto el vaso como los materiales previstos para construir las estructuras. También se analizaron los tratamientos que las rocas requieren para mejorar sus propiedades y tener capacidad para mantener las obras estables, garantizando así su permanencia a través del tiempo una vez construidos.

**Hidrológico.** Desde el punto de vista hidrológico se busca aprovechar al máximo los escurrimientos que drenan por la cuenca para maximizar la capacidad útil del embalse.

Para ello, son necesarios los registros hidrológicos recopilados durante varios años, en un conjunto de estaciones de control distribuidas en la cuenca, y realizar análisis estadísticos para predecir los volúmenes mensuales de agua que se espera que ocurran durante la vida útil de la central hidroeléctrica.

Para el P.H. La Parota se empleó la información disponible de las estaciones hidrométricas La Parota, Agua Salada y El Puente, su ubicación se muestra en la **Figura II.3.2.1-1**.

Como resultado del análisis de los registros, se encontró que el escurrimiento medio anual es de 4 387 Mm<sup>3</sup>. No obstante, se prevé una disminución de caudal por los planes existentes de abastecimiento de agua a la ciudad de Acapulco. De este volumen, el aprovechable por la central hidroeléctrica es equivalente a un gasto medio anual de 131,42 m<sup>3</sup>/s.

La capacidad del embalse al NAME es de 7 188,72 Mm<sup>3</sup> (a la elevación 180 msnm), por lo cual es muy probable que el embalse se llene en un año. La capacidad útil para generación de electricidad es de 2724,98 Mm<sup>3</sup>, que, de acuerdo con las simulaciones del comportamiento del embalse en operación, es recuperable durante la temporada de lluvias (julio a octubre), periodo en el cual se presenta del orden del 75% del volumen medio anual escurrido en la cuenca.

Los aspectos hidrológicos tomados en consideración permitieron definir el potencial de generación del proyecto, así como definir el dimensionamiento de las estructuras. En este sentido se estimaron tres tipos de escurrimiento en el sitio:

- Mensuales de agua durante el período 1953-1990 para realizar simulaciones de operación de la planta.
- Extremos de agua para dimensionar las obras de desvío y control de excedentes.
- De sólidos en suspensión (azolves) para establecer el nivel en el embalse propio y poder alojarlos a lo largo del período de operación.

- b) El nivel de Ingeniería de Proyectos consiste en realizar las siguientes etapas de estudio ingeniería conceptual, básica y de detalle.

La ingeniería conceptual se realiza a partir del estudio de factibilidad que consiste en la actualización de datos técnicos del proyecto, realizando las modificaciones necesarias en las estructuras. Con respecto a la ingeniería básica se desarrolla la ingeniería civil y el dimensionamiento de sistemas y equipo electromecánicos de todas las obras del proyecto, además se definen las especificaciones civiles y electromecánicas, el programa de conceptos principales y el catálogo y presupuesto del proyecto. La ingeniería de detalle se elabora el proyecto ejecutivo de todas las obras civiles y el dimensionamiento de los sistemas y equipos electromecánicos, con el detalle suficiente para guiar su construcción, así como la definición de los programas constructivos, del manejo del río y del cierre del embalse. Elaborar el catalogo de conceptos y el presupuesto de las obras.

Para el desarrollo de ingeniería de detalle de las obras se planea, construye y opera un modelo hidráulico que reproduzca el funcionamiento de alguna obra o parte de ella.

### II.3.2.2 Sitios o trayectorias alternativas

No se han considerado más alternativas en tal sitio seleccionado puesto que la infraestructura existente permite desarrollar el presente proyecto con una disminución importante de costos e impactos por la construcción de las obras.



### II.3.2.3 Situación legal del o los sitios del proyecto y tipo de propiedad.

Una vez concertado y autorizado el proyecto, se realizarán los trámites correspondientes con las entidades responsables; Secretaría de la Reforma Agraria y la Comisión Nacional de Bienes Nacionales, esto con el fin de tramitar de forma legal la anuencia con los involucrados y adquirir los predios para el proyecto.

En cuanto a régimen de la propiedad, el proyecto involucra a veinte núcleos agrarios, quince de tipo ejidal 77,53%, cuatro bienes comunales 21,80% y una propiedad privada 0,66%, pertenecientes a cuatro municipios del estado de Guerrero: Acapulco de Juárez, Juan R. Escudero, San Marcos y Tecuanapa, mismos que se detallan en la **Tabla II.3.2.3-1** y en la **Figura II.3.2.3-1**.

Es necesario destacar que trece de los veinte núcleos agrarios involucrados por el proyecto efectuaron el trámite con las autoridades del Registro Agrario Nacional, lo anterior para obtener el certificado de propiedad ante el Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Solares Urbanos PROCEDE.

En el capítulo IV Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región, detalla con mayor precisión la información requerida en éste punto.

Tabla II.3.2.3-1 Régimen de tierra

MUNICIPIO	NÚCLEOS AGRARIOS		SUPERFICIE			PARCELAS AFECTABLES	
			TOTAL	APROXIMADA POR AFECTAR			
			ha	ha	%	N°	
Acapulco de Juárez	Ejido	1	Agua del Perro*	1 652,42	323,09	18,80	135
		2	Alto del Camarón*	3 601,30	1 768,01	47,19	542
		3	Dos Arroyos*	7 171,25	3 145,24	42,16	373
		4	Los Huajes*	3 622,59	706,93	18,76	154
		5	Sabanillas*	3 625,00	92,91	2,46	S.P.O.
		6	Xolapa	4 961,00	187,50	3,63	S.P.O.
	Bienes Comunales	7	Cacahuatpec	37 749,00	1 373,46	3,50	S.P.O.
	Propiedad privada	8	Manuel Andosol	524,00	94,59	17,35	S.P.O.
Juan R. Escudero	Ejido	14	El Tepehuaje*	1 769,02	11,41	0,62	7
		12	El Zapote	1 297,00	70,08	5,19	S.P.O.
		13	La Palma	5 426,00	2 632,37	46,64	S.P.O.
		9	Michapa*	1 736,13	478,73	26,50	11
		10	Omitlán*	1 317,24	460,27	33,59	245
		11	Tierra Colorada*	5 436,05	524,89	9,28	97
San Marcos	Ejido	16	El Reparó*	3 253,43	573,32	16,94	149
		17	Chacalapa	1 271,80	3,37	0,25	S.P.O.
		18	Las Mesas*	4 770,85	41,59	0,84	21
	Bienes Comunales	15	Agua Zarca de la Peña*	4 535,26	1 559,77	33,06	S.P.O.
Chilpancingo**	Bienes Comunales	20	Dos Caminos	19 776,50	142,34	0,69	S.P.O.
Tecoanapa	Bienes Comunales	19	Chautipa*	5 377,28	23,13	0,41	S.P.O.
TOTAL				14 213,00			1 734

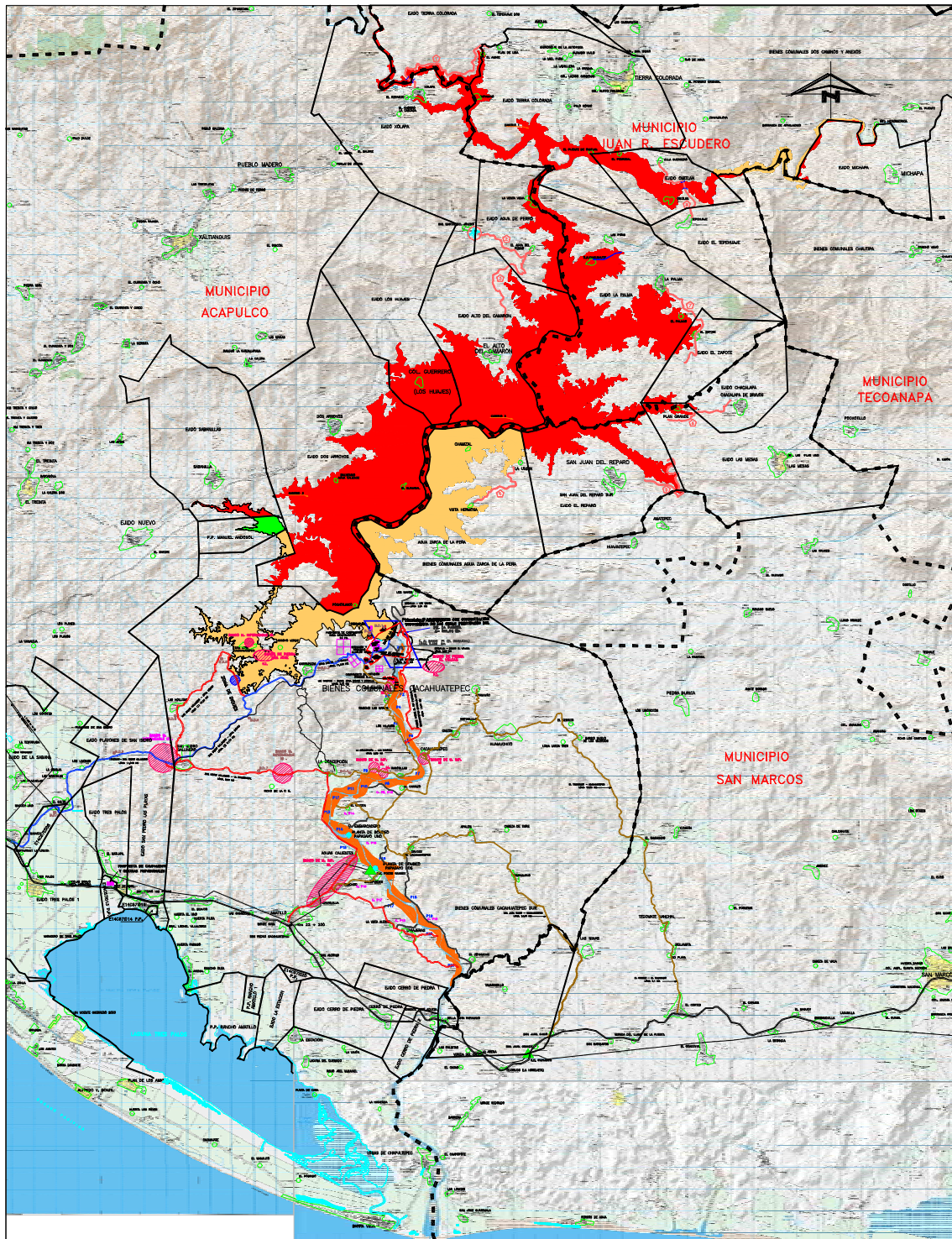
Estado Actual de los Núcleos Agrarios Afectables con el Proyecto, Respecto al Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de los Solares Urbanos (Procede), C.F.E., S.C., C.P.H., C.A.P.S., Dic-2002.

\* Núcleos agrarios certificados por el programa PROCEDE.

S. P. O.= Sin parcelamiento oficial.

\*\*Será verificado den campo, ya que geográficamente pertenece a J R escudero y en forma aun no oficial pertenece a Chilpancingo.

Figura II.3.2.3-1 Régimen de tierras



#### II.3.2.4 Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y sus colindancias

El tipo de cubierta vegetal localizada en la superficie del embalse se encuentra constituida principalmente por tres tipos de coberturas.

Las actividades productivas que se desarrollan en la zona de proyecto, son la agricultura de temporal, ganadería y forestal con el 25 % de la superficie. La principal actividad productiva es la agricultura, los cultivos predominantes son: maíz, frijol, calabaza, jamaica, coco, plátano, tamarindo, limón, pastizal cultivado y pastizal inducido.

La segunda actividad productiva es la ganadería desarrollada en la región de forma extensiva, ocupando la superficie no cultivada o de agostadero.

La tercer actividad es la forestal, los productos obtenidos en dicho aprovechamiento, enunciados por orden de importancia, carbón, leña y madera.

El tercer uso de la cubierta vegetal corresponde a la selva baja caducifolia y mediana, teniendo diversos grados de alteración.

En el capítulo IV, Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región; detalla con mayor precisión la información requerida en éste punto.

#### II.3.2.5 Urbanización del área

El sitio para construcción de las obras de la zona de la boquilla, no cuenta con servicios públicos ni privados, no existen redes eléctricas, no hay redes de agua potable, ni redes de drenaje, ni sitios de recolección y disposición de residuos sólidos.

La única vía de comunicación es una brecha de acceso al poblado La Parota a 3,50 km de distancia. Esta brecha de acceso, por falta de mantenimiento, durante las épocas de lluvia sufre serios daños por lo que debe reparar para tener la superficie de rodamiento en buenas condiciones.

Para los estudios que demanda la elaboración de la MIA, estudios de bancos de materiales y ETJ para cambio de uso del suelo, será necesario rehabilitar y/o hacer la apertura de los caminos. (Mencionado en los incisos II.2.1 ó II.2.2 ó II.3.31).

En el área de influencia del proyecto tampoco se cuenta con sistemas de tratamiento de aguas residuales, sistemas de recolección, tratamiento y disposición de residuos sólidos. Para la realización del proyecto de restitución de poblados se requerirá considerar en el diseño del mismo, de este tipo de instalaciones.

#### II.3.2.6 Área Natural Protegida

El proyecto no se encuentra dentro de un área natural protegida.

### II.3.2.7 Otras áreas de atención prioritaria

Salvamento Arqueológico recorrió la superficie susceptible de afectación durante el desarrollo de las actividades previas, en la zona de la boquilla y aguas debajo de esta.

Del recorrido y trabajo de campo realizado por parte de la Dirección de Salvamento Arqueológico (INAH), se emitió el dictamen 401-43/246 con fecha 3 de noviembre de 2003, en donde se expresa el consentimiento para desarrollar los trabajos correspondientes a las etapas de actividades previas, estableciendo algunas condicionantes para ello. El dictamen emitido para la realización de trabajos en la zona del embalse aun se encuentra en proceso de firma a través del convenio específico entre CFE y el INAH para el proyecto.

## II.3.3 Preparación del sitio y construcción

### II.3.3.1 Actividades del proyecto para la preparación del sitio

Para los trabajos de esta etapa del proyecto se realizaron exploraciones, así como, rehabilitación y mantenimiento de algunos caminos existentes de los que se cuenta con la autorización por parte de la SEMARNAT con oficio: SGPA.-DGIRA.-DIA.-0736/03 del 2 de abril de 2003. En el caso de la apertura de brechas por la margen izquierda del Río Papagayo con el fin de acceder a los diferentes frentes de trabajo, se realizan las gestiones y trámites necesarios para contar oportunamente con los permisos en la etapa de actividades de preconstrucción.

Las obras civiles que se tienen que realizar durante esta etapa son las que se refieren a los trabajos descritos en el inciso anterior, que se resumen:

- Se realizará un revestimiento y obras de arte apropiadas para el camino de acceso principal y de acceso permanente requerirán de un proyecto definitivo en el que se consideren cortes, terraplenes, curvas verticales, horizontales, pendientes, obras de arte y superficie de rodamiento. Los trabajos de mantenimiento se tendrán que hacer periódicamente.

De acuerdo con las condiciones que guarde este camino y a los trabajos de topografía habrán de localizarse, diseñarse y construirse las obras de arte necesarias (alcantarillas, cunetas y lavaderos) que permitan el adecuado y constante drenaje de este camino durante la época de lluvias.

- Proyecto y construcción de caminos de acceso a los bancos de Material.- Estos caminos de terracería servirán únicamente durante la etapa de construcción, es de esperarse que se busque minimizar el costo de construcción por lo que se buscará evitar los cortes y rellenos excesivos y mantener el buen estado la superficie de rodamiento, solo aquellos caminos que lo requieran serán pavimentados y/o rehabilitados, así como los de apertura de brecha una finalizado su uso serán reforestados.
- Construcción de almacenes, oficinas y talleres.- Actualmente no se cuenta con el proyecto ejecutivo final para estas estructuras pero los trabajos que tendrán que llevarse a cabo son los que se mencionaron en secciones anteriores como el de urbanización en los que se incluyen vialidades internas, líneas de agua potable, drenaje, trazo y sembrado de los edificios. Concluida la urbanización se continuará con la etapa de edificación, en la que se construirán tanto los campamentos definitivos como los almacenes, oficinas y talleres.

- Los trabajos de suministro de energía eléctrica para esta etapa fue una interconexión con la línea de transmisión existente que llega a la comunidad Las Parotas.

En el desarrollo del inciso II.3.3.2 se incluye la información solicitada en este apartado. En atención a lo solicitado en el apéndice III de la Guía, los datos correspondientes a alturas de cortes, volúmenes de material por remover, así como el manejo, traslado y disposición final de materiales sobrantes, relacionados con las estructuras principales del proyecto, se incluyen en la tabla siguiente.

La **tabla II.3.3.1-1** muestra estos datos relacionados con las diversas estructuras que constituyen el proyecto.

**Tabla II.3.3.1-1** Alturas de cortes significativos, máximos y promedio

ESTRUCTURA	ALTURA MÁXIMA DE CORTES A CIELO ABIERTO (m)	ALTURA MÁXIMA DE EXCAVACIONES SUBTERRÁNEAS (m)
<b>Obras de generación</b>		
Casa de máquinas		46
Obra de toma	102	
Tuberías a presión		8
Galerías de oscilación		48
Túnel de desfogue (portal)	35	
Subestación	65	
<b>Obras de desvío</b>		
Túneles de desvío (portal de entrada)	105	
Túneles de desvío (portal de salida)	97	
<b>Obra de excedencias</b>		
Vertedor	86	
<b>Altura promedio de cortes</b>	81,67	34

El diseño de las estructuras demanda la altura de los cortes indicados en la tabla anterior; sin embargo, estos cortes se realizan por banquetes que varían entre 6 y 9 m, con el propósito de estabilizarlos por medio de anclaje, drenaje, malla electrosoldada y concreto lanzado, de acuerdo a las necesidades geológicas del terreno en cada una de las estructuras. Adicionalmente, para cortes altos a cielo abierto se prevén bermas o banquetas en niveles variables entre 20 y 50 m de altura, también para fines de estabilización. Esto se describe a detalle en el apartado siguiente II.3.3.2.

La **Tabla II.3.3.1-2** muestra los volúmenes de material excavado o removido en las diversas estructuras que constituyen el proyecto.

**Tabla .3.3.1-2** Volúmenes de material producto de excavación

	IMPORTE TOTAL	CANTIDAD m <sup>3</sup>	CANTIDAD
<b>1 OBRA DE DESVÍO MD</b>			<b>1 224 799</b>
Ataguías		58 075	
Portales		684 045	
Túneles de desvío		482 679	
<b>2 OBRA DE CONTENCIÓN</b>			<b>2 037 968</b>
Cortina de enrocamiento		1 992 640	
Dique		31 314	
Pantalla impermeable (Excavación en roca para galerías de drenaje en contención)		14 000	
<b>3 PLANTA HIDROELÉCTRICA</b>			<b>607 568</b>
Dispositivo de entrada a la Obra de Toma		282 815	
Conducción en túnel		45 855	
Casa de máquinas		60 110	
Tubo de aspiración		12 993	
Pozo y/o cámara de oscilación		40 659	
Desfogue		158 608	
Galerías y accesos		6 527	
<b>4 OBRA DE EXCEDENCIAS</b>			<b>6 075 696</b>
Dispositivo de entrada y estructura de control		4 766 790	
Canal de descarga		1 029 932	
Cubeta deflectora y tanque		278 974	
<b>5 SUBESTACIÓN ELEVADORA</b>			<b>117 200</b>
<b>TOTAL</b>			<b>10 063 131</b>

#### Forma de manejo, traslado y disposición final de material sobrante

Tal como se menciona en la descripción de los procedimientos de construcción en el siguiente inciso, el volumen extraído de los cortes se pretende aprovechar en su mayor parte en la formación del cuerpo de la cortina, esta estructura será de materiales graduados, por lo que para su formación se requiere de materiales rocosos de diferentes tamaños.

Todo el material que no cumpla con los requisitos especificados en el diseño de esta estructura, será desechado y transportado a los bancos de desperdicio mediante el siguiente procedimiento:

- Manejo. Esta actividad incluye la clasificación y carga del material. El proceso se inicia después de cada voladura con el objeto de limpiar el área para permitir las actividades previas a la siguiente voladura. Primeramente se procede a seleccionar el material según su tamaño para su transporte al sitio de colocación, o en su caso, a la zona industrial donde será procesado para adecuarlo a las especificaciones del proyecto. El material sobrante se carga en camiones de volteo fuera de carretera o camiones convencionales mediante la utilización de cargadores y/o traxcavos.
- Traslado. Una vez cargado el material, es transportado directamente a través de los caminos que se construirán y formarán parte de la vialidad para construcción, hasta los bancos de desperdicio. La ubicación de los bancos de desperdicio se aprecia en el plano “Ordenamiento territorial de la infraestructura”, anexo a este documento.
- Disposición final. El material será depositado en los bancos de desperdicio, extendiéndolo con tractores de oruga y formando terrazas o plataformas para proporcionarle estabilidad e impedir posteriormente deslaves en sus taludes.

### II.3.3.2 Construcción

#### Procedimientos de construcción

Con el propósito de ilustrar objetivamente la descripción de los procedimientos de construcción de las principales estructuras del PH La Parota, en este apartado se presentan fotos y figuras que muestran los procesos constructivos de la ejecución en otras centrales construidas; dada la similitud que presentan en sus estructuras.

#### **a) Explotación y utilización de bancos de materiales y almacenes de materiales y de desperdicio para la construcción de las obras**

Para dar acceso a estos bancos se rehabilitaran y/o construirán caminos de terracerías que comunican el cauce del río con plataformas donde se pretende almacenar los materiales.

En la Tabla II.2.2-3 de la sección II.2.2 se enuncia las coordenadas de localización de cada uno de los bancos a utilizar para el PH La Parota, así como las superficies, volúmenes disponibles y requeridos.

#### *Bancos de aluvión*

Los bancos de aluvión (grava-arena) son depósitos aluviales localizados sobre el cauce del río (véase **Figura 11.3.3.2-1**).

Los bancos de grava-arena aluvión del P<sub>1</sub> al P<sub>17</sub> localizados sobre el cauce del río Papagayo aguas abajo del eje de la cortina se tiene un volumen disponible de aproximadamente 7 056 907,00 m<sup>3</sup>, del P1 al P17 de los cuales se requerirá para la construcción de la cortina, diques y ataguías 3 414 316 m<sup>3</sup>.

Para obtener los agregados necesarios para la construcción de las diferentes estructuras de concreto serán clasificados previamente y se establecerán en los sitios propicios, equipos de clasificación de arenas y gravas, y si es necesario de trituración para aprovechar al máximo el aluvión extraído del cauce y márgenes del río.

Para la explotación de los bancos se considera dos épocas y son:

- Época de estiaje.- En esta época se deberá de aprovechar para extraer el material que se encuentra en los playones del río, disponiendo de todo el material existente por arriba del nivel del río, así como el que alcance el equipo de explotación dentro del interior del cauce.
- Época de avenidas.- En esta época se presenta un gran gasto y para llegar hasta la profundidad del espesor del banco se empleara equipo de mayor alcance.

La extracción de material se realiza en dos etapas:

- 1) Primeramente el material es acumulado mediante tractores y para cargarlo se utilizan traxcavos de oruga o cargadores neumáticos con cucharón frontal; el acarreo se realiza mediante camiones de volteo y lo transportan directamente a su sitio de colocación en la cortina cuando se use para terraplén, en caso de que sea usado para la obtención de agregados de concreto ó filtros para las zonas de transición en la cortina, el material deberá ser llevado a las plantas clasificadoras instaladas para tal fin, a las cuales se podrá vaciar



directamente en las tolvas respectivas o serán almacenados para su posterior tratamiento en las áreas construidas para tal fin.

Parte del material obtenido para la construcción del terraplén de la cortina, deberá ser almacenado en plataformas construidas para ello, ya que se deberá prever tener el material suficiente de acuerdo a los programas de obra, y evitar faltantes en las épocas de grandes avenidas y que compliquen la extracción del material.

- 2) En la segunda etapa se utilizan dragas o retroexcavadoras que extraen el material por debajo del nivel del río hasta alcanzar el fondo del banco o hasta donde permita el alcance máximo del equipo. El material así extraído, podrá ser cargado directamente a los camiones o almacenado en la rívera del río fuera del alcance de la corriente.

Dependiendo de su explotación, carga y acarreo, este puede ser transportado por camiones convencionales o camiones fuera de carretera o en su caso con bandas transportadoras, o en ambas formas. Esto conllevará realizar cargas directas a partir de su explotación, como casos en que se tenga que almacenar el material en plataformas construidas para tal fin, o también que este material tenga un tratamiento previo a su colocación, por lo que será necesario almacenarlo, procesarlo en las plantas clasificadoras y finalmente realizar su carga y acarreo hasta el sitio de su colocación en la cortina.

La utilización de la grava - arena será inicialmente para la construcción de las ataguías y posteriormente para la cortina y mediante cribado y trituración, para producir agregados para concretos.

Los bancos de grava - arena que se tienen considerados para la etapa de construcción se indican en la tabla II.2.2-3 del inciso II.2.2.



**Figura II.3.3.2-1** Bancos de grava y arena en el cauce del río papagayo

### *Bancos de arcilla*

La acumulación de material arcilloso en la región se debe, sobre todo, a la alteración de las rocas de las partes altas, cuyo producto después de haber tenido poco transporte rellenó las partes bajas<sup>1</sup> (**Figura 11.3.3.2-2**).

Con este criterio se recorrieron las partes topográficamente bajas de la región y se localizaron bancos de material arcilloso cercanos a la boquilla que se muestran en el **Plano No. 1**, con las áreas, espesores aproximados y distancias a la boquilla que se enlistan en la sección II.2.2.

Las áreas se obtuvieron mediante levantamientos topográficos y los espesores fueron medidos con perforadoras portátiles, como su ubicación no siguió un arreglo, solo son datos probables de reserva, ya que su volumen utilizable depende de los resultados de pruebas de laboratorio y de un muestreo sistemático de cada localidad<sup>1</sup>. De acuerdo a los sondeos que se realizaron y a los datos obtenidos por métodos geofísicos, estos bancos tienen un espesor promedio entre 3,00 y 4,00 m.

La información referida se obtuvo a partir de campañas exploratorias en las que se efectuaron pozos a cielo abierto y barrenación con máquinas perforadoras minutman en sitios previamente identificados. Aprovechando los pozos y barrenos, se recolectaron muestras alteradas e integrales, utilizadas para los ensayos en laboratorio de pruebas índice; asimismo, con las exploraciones se determinaron los volúmenes de material disponible en los bancos.

Los accesos a estos bancos de arcilla son actualmente de terracería, y serán mejorados o modificados para permitir el acceso de los equipos de acarreo que llevarán el material del banco a los almacenes o a las ataguías, según sea el caso.

El acondicionamiento de estos bancos consiste en delimitar primeramente el terreno y hacer su reconocimiento para modificar los cauces naturales que cruzan el banco, y mantener las pendientes necesarias durante el proceso de explotación para evitar el encharcamiento y saturación de humedad del material. Previo a la explotación, se realiza el desmonte y despalme sobrepasando perimetralmente 5,00 m para permitir la formación de cunetas que lleven los escurrimientos pluviales fuera del área de trabajo, y a la vez ir formando los taludes con relación 0,5:1,00 hasta llegar al fondo del banco.

Para la explotación de la arcilla se utilizan tractores que cortan el material en franjas horizontales desbastando el banco en capas sucesivas sobre toda la superficie hasta agotar el potencial, momento en el que se concluyen las actividades de explotación. Al concluir la explotación, queda una superficie irregular con espesores variables de arcilla que dependen de la configuración del estrato subyacente, ya sea de roca u otro material distinto, siendo hasta este momento en el que se puede proceder al inicio de actividades para la restauración del terreno y la reforestación.

---

<sup>1</sup> CFE, UEIC, INFORME GEOLOGICO DE FACTIBILIDAD DEL P.H. LA PAROTA, GRO. SUPERINTENDENCIA DE ESTUDIOS ZONA PACIFICO SUR, MAYO DE 1988. SUPERINTENDENTE Z.P.S. ING. ANDRES HINDU ROBLES



**Figura II.3.3.2-2** Banco de material Arcilloso en el área de San Isidro el Gallinero

#### *Bancos de roca*

Para cubrir las necesidades de roca en las ataguías, diques y cortina se utilizarán el producto de las excavaciones en las distintas obras se espera que el volumen de roca aprovechable sea del orden de 9 201 487,794 m<sup>3</sup>.

En caso de que la rezaga, producto de las excavaciones de las obras principales (obra de excedencias y canal de llamada de la obra de toma) no cubriera las necesidades del proyecto y se requiriera mas roca, se tiene identificado para explotar los bancos: “El Volcán”R<sub>2</sub> para emplearlo en la cortina y “San José” R<sub>3</sub> para los diques; descritas en la sección II.2.2 (**Figura II.3.3.2-3**).

Para la extracción de la roca, el ataque se realizará de la parte superior a la parte inferior, iniciándose con el desmonte, despalme y retiro del suelo vegetal, mismo que será almacenado en un lugar estratégico con la finalidad de recuperarlo para su uso posterior en la restauración de la misma zona.

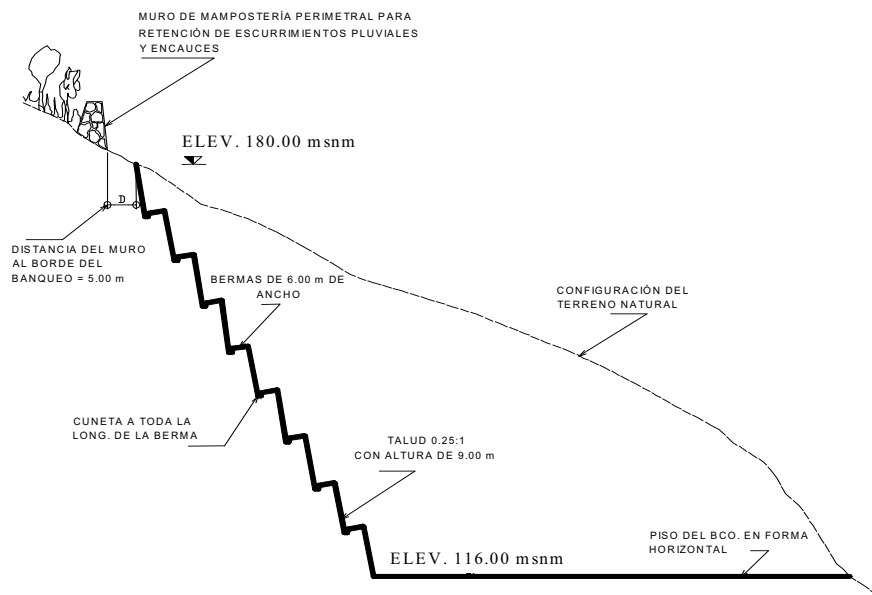
Es importante señalar que considerando las dimensiones de los bancos, se pueden extraer alrededor de 10 000 000,00 m<sup>3</sup> de material.

Para la producción industrial de la roca, se debe formar banqueos de entre 9,00 y 15,00 m de altura con taludes (0,25:1) que ayuden a mantener la estabilidad de los cortes y con bermas (6m de ancho) entre cada banqueo. Contarán con cunetas para drenar el agua de los escurrimientos causados por las lluvias (**Figura II.3.3.2-4**).

Para el acarreo del material se construirán un camino de acceso dirigido a cada banquetta que se utilizará posteriormente para los trabajos de reforestación del banco (véase Plano 1).



**Figura II.3.3.2-3** Banco de enrocamiento en el sitio conocido como Piedra del Chivo



**Figura II.3.3.2-4** Sección máxima al centro del banco de piedra

*Bancos de desperdicio o sitios de tiro*

Los sitios  $BD_1$  y  $BD_2$  señalados en el Plano No. 1, se pueden definir como los tiraderos industriales a donde van a dar todos los materiales de desecho que se generan durante la construcción de la obra, tales como: concretos producto de demolición, roca, aluvi3n, gravas y arenas no empleadas para obras, limos y arcillas.

Dichos bancos de desperdicio  $BD_1$  y  $BD_2$ , se localizan aguas arriba de la cortina, a una elevaci3n tal que permite que todo el material del tiradero quede ahogado dentro del embalse. Para la localizaci3n del sitio se tomo las siguientes consideraciones m3nimas: que sea una cañada o un cantil con desnivel para permitir el balconeo del material hasta un sitio donde no reduzca el cauce natural del r3o ni afecte los sitios de construcci3n de la obra, que el material se pueda ir acumulando desde la parte baja del tiradero e ir creciendo con el dep3sito del material en forma de rampa o talud con el 3ngulo de reposo que adquieran los materiales con el balconeo (**Figura II.3.3.2-5**).

Dadas las caracter3sticas del sitio para el tiradero, no se requiere acondicionamiento del mismo, salvo una pequeña plataforma en la parte alta de la cañada para que el equipo de acarreo haga maniobras para acercarse al borde del tiradero. Se construir3n los ramales a los caminos de acceso ya existentes que ligan a las plataformas con las vialidades internas de la obra. Los ramales que se construyan para llegar al tiradero ser3n caminos de terracer3a provisionales que al finalizar la obra quedar3n deshabilitados.



**Figura II.3.3.2-5** Banco de desperdicio

### *Almacenes de materiales*

Estos sitios son terrenos que deberán contar con las siguientes características:

- Ser sensiblemente planos.
- Ubicados en sitios accesibles.
- Ubicados en las cercanías de la periferia de la obra.
- En sitios en donde no se afecten las áreas de construcción del proyecto.

Las actividades que se desarrollan comúnmente para acondicionar los terrenos para almacén de materiales son:

- Desmante.
- Despalme.
- Regularización de la superficie.
- Revestimiento con materiales pétreos.
- Nivelación para dar pendiente a los escurrimientos pluviales.
- Modificación mediante canalización de los arroyos existentes en el sitio.

El uso que se da a estos sitios es el de almacenar en ellos de manera independiente, los distintos materiales que se requieren durante la construcción del proyecto, tales como: roca, materiales pétreos triturados, grava - arena de río, arcillas y limos. Estos almacenes se van formando y creciendo o decreciendo conforme a la explotación y su utilización en los sitios de la obra hasta finalizar la construcción, momento en el cual se deben dar las condiciones para la restauración del terreno en cuestión.

En el Plano No. 1 se propone un sitio para almacén de materiales, sin embargo, finalmente el contratista definirá tal sitio el cual deberá estar ligado con vialidades tanto a los bancos de roca como a la de arcillas y grava arena como a los frentes de obra de las estructuras principales, todo ello dentro del polígono definido para el desarrollo de obras **Figura II.3.3.2-6**.



**Figura II.3.3.2-6** Almacén de materiales

### II.3.3.2 Construcción (procedimiento constructivo)

#### b) Obras de desvío

Las obras que comprende esta etapa son:

##### *Excavaciones y/o cortes*

- Tajos de entrada y salida

Se refiere a los cortes a cielo abierto que habrán de hacerse a la entrada y salida de los túneles de desvío (**Figura 11.3.3.2-7** y **Figura 11.3.3.2-8**).

Todos los taludes en ambos tajos se proponen excavarlos verticalmente.

En el tajo de entrada el rumbo y echado de la foliación de la roca es favorable para la estabilidad del talud derecho, se prevé con protección únicamente contra el intemperismo, recomendándose recubrir con concreto lanzado y perforar barrenos para drenaje; no así el talud frontal e izquierdo, donde la foliación es totalmente desfavorable. En ellos se recomienda un sistema de soporte con anclas y recubrir el talud con concreto lanzado y malla, así como la perforación de barrenos para drenaje.

El tajo de salida está excavado en la misma roca (gneiss) y la dirección de la foliación es favorable en los taludes frontales y de los costados; como tratamiento en ellos se requiere sólo concreto lanzado y barrenos para drenaje, en el talud del costado derecho en el tramo donde se localiza la berma con elevación de 51,00 m, se propone anclar el talud, recubrirlo con concreto lanzado, malla y perforar barrenos para drenaje.

- Túneles de desvío

Las obras de desvío, además de las ataguías, están constituidas por dos túneles subterráneos en un macizo rocoso, por lo cual la excavación se realizará por medio de barrenaciones y explosivos.

Con base en la calidad de la roca identificada en la boquilla se recomienda revestir los túneles de desvío sólo con concreto lanzado, lo cual propicia la eficiencia hidráulica del conducto y minimiza la intemperización del material durante la operación de la obra. Además, en sus portales y en torno a las obras de control, tanto para el manejo del río durante la construcción del proyecto, como para el cierre del desvío, se consideró ademar con concreto reforzado para asegurar la estabilidad de estos tramos y garantizar permanentemente su funcionamiento adecuado.

De acuerdo con el programa general de construcción, los túneles de desvío deben excavar en 15 meses, lo que implica efectuar su excavación a través de ocho frentes de manera simultánea, tal como se muestra en la **Figura 11.3.3.2-9**. El procedimiento de ataque es el siguiente: cuatro frentes por sus extremos; dos por la entrada y dos por la salida, un túnel crucero interceptando de manera diagonal a los dos túneles y desprendiéndose de esta intersección los restantes frentes; dos atacando en dirección de la entrada y dos hacia la salida de dichos túneles.

La barrenación para excavación se realiza con jumbos electrohidráulicos de tres perforadoras, distribuidos de la siguiente manera: dos atacando por los dos frentes de acceso, tres distribuidos en el túnel crucero y ramificaciones de éste hacia los extremos (entrada y salida), y dos jumbos atacando por la salida de los túneles. La **Figura 11.3.3.2-10** muestra la intersección de uno de los túneles de desvío con el túnel crucero.

Debido a las condiciones de fracturamiento de la roca del macizo rocoso y a la dimensión de los túneles, estos se excavan en tres etapas: 1) excavación de una sección piloto de la bóveda por la mitad izquierda o derecha de cada uno de los túneles; 2) excavación de la sección ampliación de dicha bóveda (estas dos secciones se ejecutan de manera alternada con un desfase entre una etapa y otra de 30,00-35,00 m); 3) y excavación de banqueo.

En las voladuras efectuadas se utiliza el sistema de postcorte, realizando las perforaciones de 48 mm de diámetro con una profundidad de 3,00 m, y limitando la carga de explosivos a 15,00 kg detonados en un sólo tiempo. Los explosivos a emplear son ANFO e hidrogel.

Una vez concluida la excavación de la bóveda, se ejecuta la excavación del banqueo, simultáneamente con las últimas actividades de los tratamientos de la roca de la bóveda.

La barrenación de los frentes de excavación es horizontal en su totalidad. El sistema de postcorte es obligatorio tanto en la clave de la bóveda como en las paredes del túnel.

#### *Construcción*

- **Ataguías**

Como parte de las obras de desvío se construyen las ataguías, una aguas arriba y otra aguas abajo integradas a la cortina. Son terraplenes formados con materiales graduados con un corazón o núcleo impermeable (**Figura 11.3.3.2-11**). La construcción de ambas ataguías permite el encauzamiento del río por los túneles de desvío; el espacio entre ambas estructuras queda aislado, permitiendo la construcción de la cortina.

Previamente a la colocación de los materiales, se efectúa la limpieza de las laderas retirando la vegetación y el material suelto hasta encontrar la roca sana, que sirve de apoyo para el confinamiento de los materiales. En el cauce del río sólo se retira una capa de material superficial, ya que el manto aluvial existente sirve para el desplante de los materiales que conforman el cuerpo de las ataguías.

Con suficiente anticipación a la colocación de los materiales, se cuenta con ciertos volúmenes de los distintos materiales almacenados y tratados; quiere decir, que para esto ya fueron acondicionados los bancos de préstamo y que están en condiciones de producción continua. Se inicia la colocación de los materiales de acuerdo a la zonificación marcada en el proyecto, controladas y verificadas mediante trazos topográficos.

Los materiales son cargados y transportados de los almacenes o bancos de préstamos mediante equipo de carga y acarreo hasta el sitio de colocación en las ataguías, son extendidos y compactados de acuerdo con los espesores de capa y pesos volumétricos especificados, mediante el uso de maquinaria pesada, tal como tractores, motoconformadoras, compactador de rodillo liso vibratorio y otros para su correcta colocación, evitando que en el proceso de construcción existan desniveles considerables entre los materiales, ya que esto dificulta los accesos al coronamiento de las estructuras.



Para algunos materiales en particular (arcilla y filtros) se efectúa un tratamiento especial a base de concreto dental en la cimentación de estos materiales en zonas donde existen irregularidades, taludes invertidos o cambios bruscos en la topografía del terreno natural, con la finalidad de regularizar las superficies para que los materiales sean colocados y compactados uniformemente.

Se construyen preataguías que estarán integradas a las ataguías de la cortina y desplantadas a la elevación 26,00 m. La corona de la preataguía aguas arriba de la cortina es a la cota 33,00m con un ancho de 5,00 m y de la ataguía aguas abajo es a la elevación 32 con un ancho de 3,00 m. El nivel de desplante de la plantilla es a la elevación 18,00 m con un espesor de 8,00 m.

De acuerdo con el funcionamiento hidráulico de los túneles y un bordo libre necesario, la ataguía de aguas arriba alcanza una altura de 50,300 m sobre su desplante, dispuesto a la cota 26,00 m; así, la elevación de su corona llega a la elevación 76,30 m, donde se tiene un ancho de 10,00 m y una longitud de 383 m; en el talud del paramento mojado es 2:1 y el opuesto 1,8:1. Con estas características y la fisiografía de las laderas, la estructura cubica  $1\ 243\ 260,00\ m^3$ ; su sección es de materiales térreos con núcleo de arcilla vertical, protegido por un filtro de grava-arena y a continuación el material de rezaga. El paramento mojado está protegido con una capa de enrocamiento; la distribución de materiales en el respaldo opuesto tiene como variación la ausencia de enrocamiento de protección, dado que no es requerido en esa parte (véase **Figura II.3.3.2-12**).

La ataguía de aguas abajo también esta integrada al cuerpo de la cortina, desplantada en la elevación 26,00 m. La altura es de 17,00 m con corona en la cota 43,00 m. La última tiene 25,00 de ancho y una longitud de 188,00 m. Sus taludes exteriores son de 1,5:1 y 2,8:1, aguas arriba y aguas abajo respectivamente; en estas condiciones su volumen cúbica  $151\ 550,00\ m^3$ . Para los materiales que constituyen a las ataguías y su arreglo (véase **Figura II.3.3.2-13**).

Su ubicación se propuso atendiendo a la disposición y tamaño de la cortina. La asimetría e inclinación del talud del paramento aguas arriba del núcleo impermeable sirve para reducir su volumen, en virtud de la escasez de este tipo de material y con la finalidad de acelerar su colocación. Para construir las se propone formar el núcleo impermeable con la explotación de los bancos de material arcilloso  $I_1$  al  $I_{19}$ , éstos se localizan en diferentes puntos de la margen derecha aguas abajo de la boquilla, la superficie total por los 9 mancos es de 262,64 Ha cuyo volumen disponible es de  $3\ 884\ 815\ m^3$  cantidad suficiente para cubrir el volumen requerido en ambas ataguías. De acuerdo con la clasificación SUCS el material que tiene el banco  $I_1$ ,  $I_6$ , e  $I_{11}$ , es arena arcillosa café y gris, para su explotación se recomienda humedecer y retirar la capa superior de suelo aproximadamente de 20,00 cm. La arcilla se colocará en capas de 25 cm de espesor en estado suelto con el contenido de agua óptimo más 1 %, y se compactará con rodillo de almohadilla o pata de cabra de 100 KN de peso estáticos hasta alcanzar el 95 % de su peso volumétrico seco máximo con respecto a prueba proctor.

El material arena y grava para filtro (F) se consideró extraerlo del lecho del río, de los playones que se localizan aguas abajo del eje de la cortina, cuyas distancias de acarreo varían de 0,3 a 16,8 km, el espesor aprovechable es hasta 4,50 m de profundidad. Para su colocación se tenderá con motoconformadora en capas de 40 cm de espesor se compactará con cuatro pasadas del rodillo liso vibratorio (RLV) de 100 KN de peso estático, con cobertura total.

La roca (3C Y 3E) requerida en el esquema que se plantea, puede obtenerse de la rezaga producto de la excavación de las obras principales del proyecto (obra de excedencia y canal de llamada de la obra de toma), véase Plano No. 2, su explotación se llevará a cabo utilizando un camino en el ámbito de brecha que va del banco a la zona de obras principales, por la margen izquierda del río, véase Plano No. 1. Para su colocación se tenderá con tractor se compactará con ocho pasada de RLV de 100 KN de peso estático, con cobertura total.

Se resalta además, la necesidad de construir una pantalla impermeable en la ataguía de aguas arriba, para minimizar las filtraciones en el emplazamiento de la cortina. Asimismo, si las propiedades granulométricas del material producto de las excavaciones del conducto de desvío (tajos y túneles) son adecuadas, podrán ser utilizadas cuando menos, en la construcción de preataguías; de no ser así se tendrán que considerar los bancos de roca R1 (La Pila) y R2 (El Volcán).

- Tapones

Estas estructuras a base de concreto hidráulico tienen como finalidad el cierre definitivo de los túneles de desvío, se proyectan con una longitud de 30,00 m. La colocación precisa de éstos dependerá del diseño de la pantalla de inyecciones. La ubicación tentativa de estos tapones se muestra en el Plano No. 3.

En las **Figuras 11.3.3.2-12** y **11.3.3.2-13** se presentan esquemáticamente las ataguías de aguas arriba y aguas abajo. Asimismo, en el Plano No. 8 del Anexo 1 y **Tabla II.2.1-3** se presentan las características, origen, tipo y volúmenes de materiales para la formación de las ataguías.

- Pantallas impermeables en las ataguías

La pantalla impermeable de las ataguías, tiene como finalidad construir una barrera que evite las filtraciones procedentes del río Papagayo a través del aluvión localizado bajo el cuerpo de la ataguía durante la operación de los túneles de desvío.

La pantalla debe ser impermeable, continua y empotrada en la roca. Para reducir las filtraciones a través de la misma se aplicará un tratamiento mediante inyecciones en la roca bajo la pantalla de concreto.

La alineación de la pantalla se trabaja a partir de una plataforma localizada en la elevación 32,00 msnm, nivelada para lograr el alineamiento de la pantalla durante su construcción, y garantizar la continuidad y uniformidad de la misma.

Se construyen brocales de concreto armado a todo lo largo de la pantalla, que sirven de guía al equipo de excavación. Los brocales se colocan hasta una profundidad de 1,00 m con la separación adecuada para introducir el equipo de excavación. Sobre los brocales de concreto se marca topográficamente la posición geométrica de los paneles de la pantalla, barrenos de inyección, barrenos adicionales, etc.

Concluyendo con la construcción de la pantalla se remueven los brocales de concreto.

El proceso de la excavación es por paneles alternados, utilizando equipo adecuado en cuanto a peso y posible control para lograr una pantalla continua lateralmente, hasta apoyarse en roca basal. Se cuenta con un trépano de punta con peso suficiente para romper boleas que no sea posible retirar con el equipo de excavación.

La excavación se mantiene estable utilizando una mezcla autofraguante con una viscosidad y densidad adecuada evitando caídos dentro de la excavación.

La verticalidad de la excavación se verifica con una plomada, tanto longitudinal como transversalmente en los extremos de cada tablero.

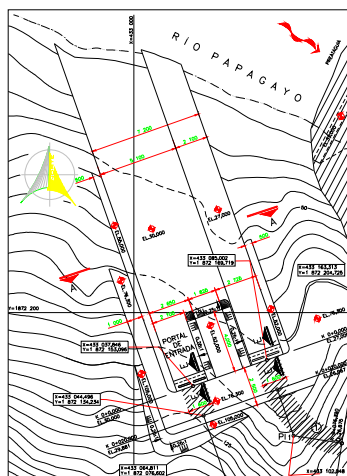
Previamente a las operaciones propias del colado debe verificarse que, inmediatamente después de concluir la excavación de un tablero, se proceda a colocar tubos-guías de PVC de 6” de diámetro espaciados a cada 3 m o menos, si se requiere, por la naturaleza del fondo de la excavación (zona de terreno irregular, mala calidad, y otros).

Se utiliza mezcla autofraguante con las siguientes características:

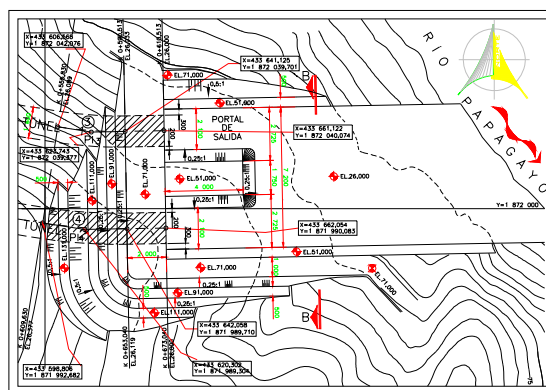
Resistencia a la compresión simple a 28 días de  $10,00 \text{ kg/cm}^2$ , no erosionable, y cuya permeabilidad sea menor a  $10^{-6} \text{ cm/s}$ . Se inyectará la roca basal después de que el tablero respectivo tenga 10 días de edad.

Se realizarán ensayos Lefranc antes y después de la inyección. Los ensayos de permeabilidad Lugeon se harán en los mismos barrenos que se utilicen para pruebas Lefranc; se harán únicamente después de la inyección.

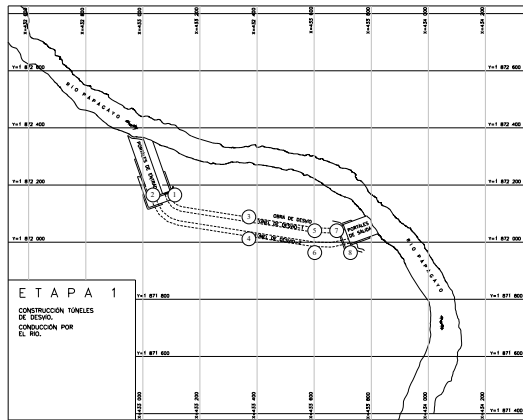
La **Figura 11.3.3.2-14** muestra el proceso de construcción de la pantalla flexoimpermeable.



**Figura II.3.3.2-7** Canal de llamada  
(Aumentar el tamaño de la hoja en word para ver detalle)



**Figura II.3.3.2-8** Canal de salida



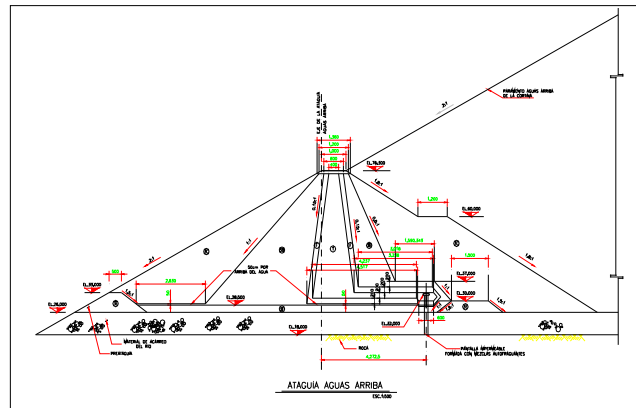
**Figura II.3.3.2-9** Frentes de ataque para la excavación de los túneles de desvío



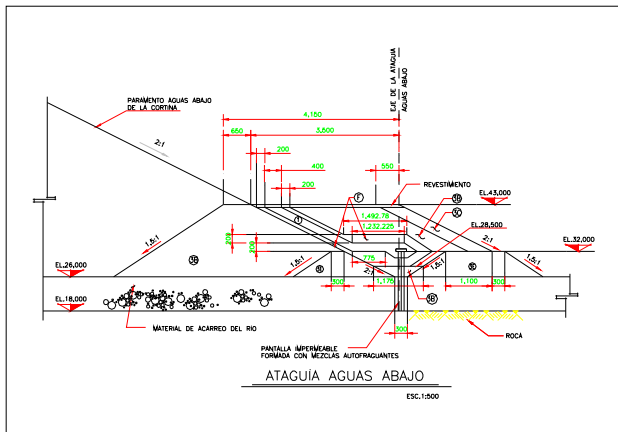
**Figura II.3.3.2-10** Foto de un proyecto que ejemplifica la Media sección superior del túnel de desvío y bifurcación hacia el túnel crucero



**Figura II.3.3.2-11** Foto de un proyecto que ejemplifica la Ataguía de aguas arriba en proceso de construcción, formada con materiales graduados y corazón impermeable de arcilla



**Figura II.3.3.2-12** Sección corte de ataguías aguas arriba



**Figura II.3.3.2-13** Sección tipo de la ataguía aguas abajo



**Figura II.3.3.2-14** Foto de un proyecto que ejemplifica la Construcción de la pantalla flexoimpermeable en la ataguía de aguas abajo con grúa almeja

### II.3.3.2 Construcción (procedimiento constructivo)

#### c) Obras de contención

Las obras de contención tienen la función de contener y embalsar el agua de la presa para la generación de energía eléctrica. Sus principales componentes son: presa y pantalla de inyecciones. Para facilitar la descripción de la construcción, a continuación se dividen las obras en: cortina y diques.

##### *Cortina*

Esta estructura es la que proporciona la estabilidad necesaria para contener y embalsar el agua, consta de un pedraplén de materiales graduados.

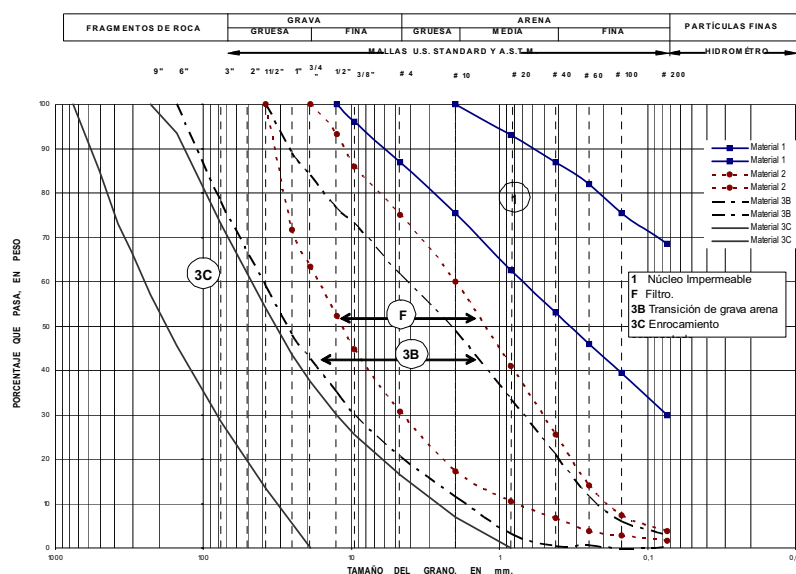
Es una cortina de materiales térreos con núcleo de arcilla de 162 m de altura y 14'142,30 m<sup>3</sup> de volumen, cuya corona está a la elevación 180,00, tiene un ancho de 7,50 m y su longitud es de 797,00 m. Los taludes tanto aguas arriba como aguas abajo son 1,8:1. Los materiales en la cortina se distribuyen de la siguiente manera.

Al pie del talud aguas abajo se consideró integrar al cuerpo de la cortina, la ataguía correspondiente.

En la **Figura II.3.3.2-15** muestra la planta topográfica de la cortina y en la **Figura II.3.3.2-16** un corte con la disposición y distribución de estos materiales de esta estructura, en la sección máxima de la cortina, así como los volúmenes requeridos. La estructura cubica 16 204 897 m<sup>3</sup>, sin incluir el volumen correspondiente a las ataguías. De este volumen, el 52,19 % corresponde a material de enrocamiento, el 36,66% a grava arena y el 11% a material fino.

La cortina está formada por un núcleo de arcilla vertical, simétrico y esbelto con taludes 0,15:1,00 el cual está protegido aguas arriba y aguas abajo por filtros de 4,00 m de espesor. En los respaldos se colocará aluvión en greña con taludes 0,85:1 hasta la elevación 140,00, de esta elevación hasta la 180,00 el talud en estos respaldos es de 0,6:1. El resto de la sección está formado por enrocamiento (gneis) producto de las excavaciones.

Una vez que este limpia zona, se verificará las características de los materiales, tales como granulometría y contenido de finos, véase **Grafica II.3.3.2-1**. En la compactación se debe cumplir con el procedimiento especificado en lo referente al tipo de equipo de compactación, número de pasadas, secuencia de colocación de materiales en la frontera de ellos, desnivel máximo autorizado entre un material y el adyacente, taludes de colocación, taludes definitivos, y en general con la geometría indicada en el proyecto.



Grafica II.3.3.2-1 Granulometría y contenido de finos

Para obtener mayor grado de confiabilidad de la disponibilidad de estos materiales, se está llevando a cabo estudios por la Subgerencia de Geotecnia y Materiales.

Para su construcción una vez desviado el río Papagayo de la zona de desplantes de la presa (recinto) por medio de las ataguías y los túneles, se procede a efectuar las siguientes actividades principales:

La limpieza del cauce del río.- Esta limpieza se lleva a cabo extrayendo el material hasta llegar a la roca sana y bombeando el agua para dejar la zona seca, limpia y firme para el desplante de la cortina de materiales graduados. En la parte aguas arriba del recinto se ubicará el cárcamo de bombeo, el cual se mantendrá en función de la cantidad de filtraciones que se tenga, durante la construcción de la cortina y hasta alcanzar una altura considerable que evite el daño de la estructura.

La limpieza del cauce del río se realiza con tractores, dragas, retroexcavadoras, camiones de volteo, cargadores, bombas y demás equipos adicionales necesarios. La **Figura II.3.3.2-17** muestra estas actividades.

La limpieza de laderas de la cortina.- Con la finalidad de apoyar el núcleo en roca sana se retira el material suelto y alterado hasta llegar a la roca sana. Si la configuración del perfil rocoso presenta grandes irregularidades o taludes invertidos, se debe perfilar la roca con uso de explosivos para formar escalonamientos o taludes positivos donde se puedan apoyar los materiales. Las depresiones se llenan utilizando concretos dentales, evitando la formación de grandes masas de concreto. El equipo utilizado son tractores, retroexcavadoras, cargadores, camiones de volteo, track-drill y demás equipo menor complementario.

La extracción y procesamiento de los materiales.- La roca necesaria para la construcción de la cortina se obtiene de las excavaciones de las obras (Portales de túneles de desvío y túneles de desvío, vertedor, casa de máquinas, y plataforma de la subestación eléctrica), se extrae y procesa para obtener las cantidades y calidad deseadas.

Para la explotación de la roca y sus derivados se emplean equipo de barrenación track-drill, uso de explosivos, tractores. Para la carga y acarreo se utilizan cargadores y camiones fuera de carretera. Para el procesamiento de materiales graduados se utilizan trituradoras, cribas, banda transportadora y demás equipo complementario.

El tratamiento del material impermeable, se realizará en los propios bancos o bien en los sitios habilitados para tal fin, para su posterior carga y acarreo a núcleo de la cortina.

La colocación de materiales en la cortina.- Una vez extraídos y procesados los materiales de enrocamiento necesarios para la construcción de la cortina, se acarrearán al sitio de su colocación, extendiéndose y compactándose en las capas, espesores y número de pasadas. En estas actividades se utilizan camiones fuera de carretera, camiones de volteo, cargadores, bandas transportadoras, tractores, motoconformadoras, compactadores y el equipo complementario necesario. El proceso de construcción de la cortina se observa en la **Figura II.3.3.2-18**.

#### *Diques*

Al suroeste de la boquilla, aproximadamente a 7 km en línea recta, se localiza un área con niveles topográficos cuyas elevaciones están por debajo de la elevación 182 m. Para cerrarlos y formar el vaso se requieren 6 diques. Estos diques son de materiales térreos con núcleo de arcilla con taludes 2:1; en ambos respaldos el volumen total que los componen es de 151 549,00 m<sup>3</sup>, de los cuales 23 860,00 m<sup>3</sup> son de material arcilloso, 127 689,00 m<sup>3</sup> de materiales permeables. (Véase **Figuras II.3.3.2-19 y II.3.3.2-20**).

Para llevar a cabo la construcción de estas estructuras se tendrán que realizar diversas actividades, entre las que destacan:

La limpieza del terreno en la se desplantarán los diques.

La regularización de laderas mediante excavaciones para alcanzar los taludes de proyecto.

La explotación de bancos de material para conformar los diferentes cuerpos de los diques.

La excavación para la excavación y desplante de estructuras.

La colocación de los materiales es similar al que fue descrito para las ataguías con la diferencia de este será en un lugar seco.



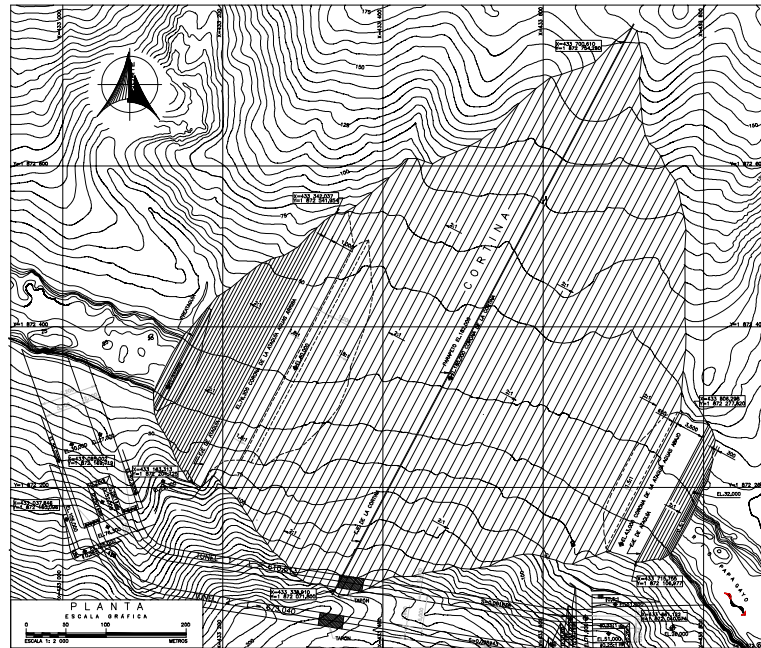


Figura II.3.3.2-15 Planta topográfica donde se sitúa la cortina

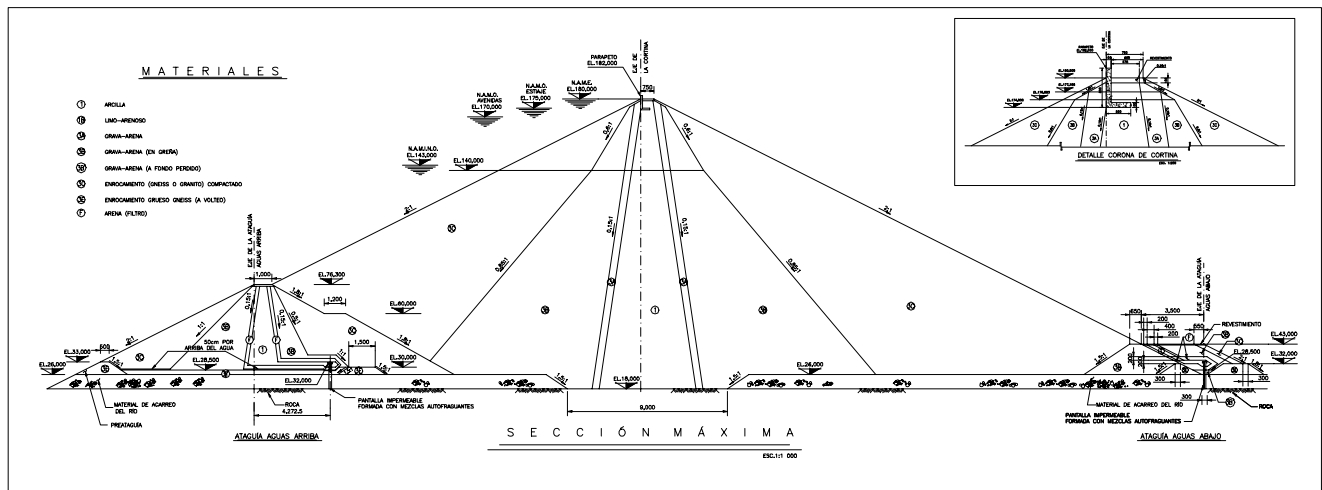


Figura II.3.3.2-16 Corte transversal de la cortina



**Figura II.3.3.2-17** Foto de un proyecto que ejemplifica el Proceso de construcción del carcamo de bombeo y limpieza del recinto de la cortina con retroexcavadoras



**Figura II.3.3.2-18** Foto de un proyecto que ejemplifica la Formación de terraplenes en la cortina.

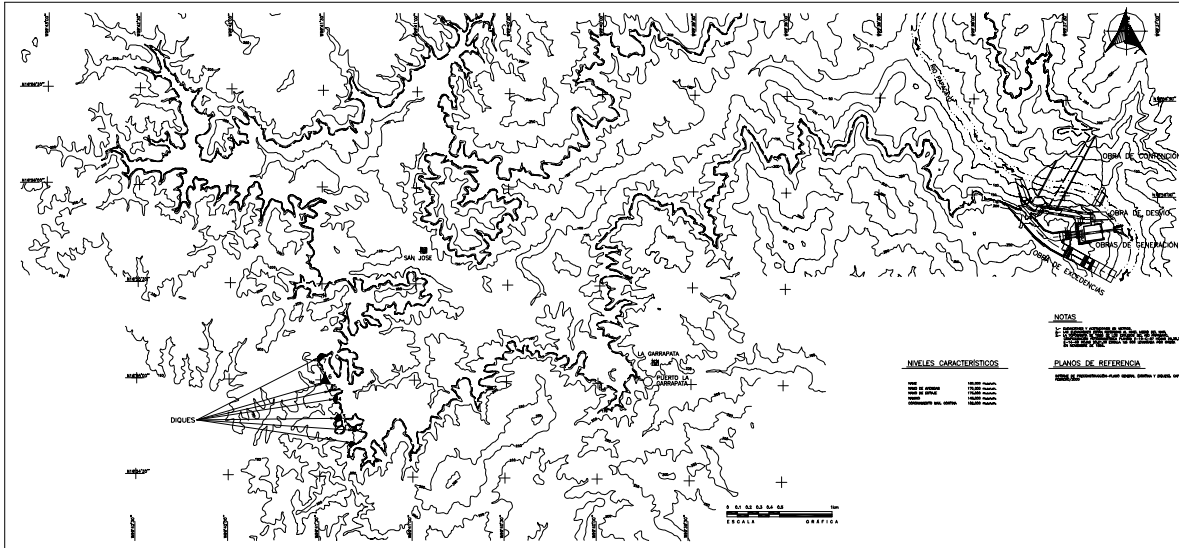


Figura II.3.3.2-19 Localización de la zona de diques

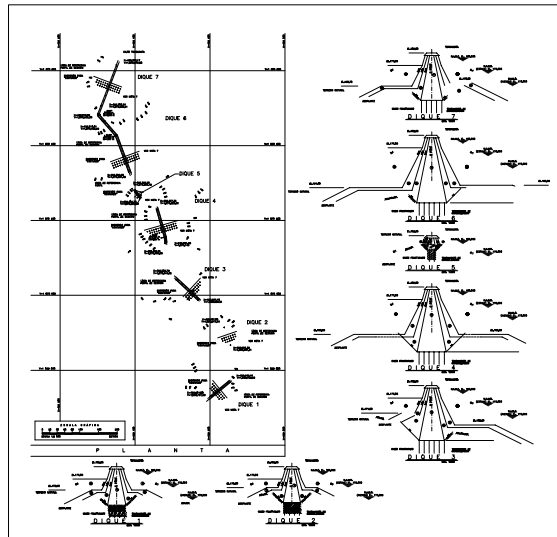


Figura II.3.3.2-20 Secciones tipo y distribución de materiales de cada dique.

### II.3.3.2 Construcción (procedimiento constructivo)

#### d) Obras de generación

##### Obra de Toma

###### *Excavaciones y/o cortes*

La obra de toma ubicada en la margen derecha del río Papagayo, se compone de un canal de llamada que comparte con la obra de excedencias. Este canal a cielo abierto inicia con una plantilla a la elevación 133,00 m y cambia su elevación 6,00 m antes de llegar a la obra de toma con una pendiente de 2:1 descendiendo a la elevación de 118,26 m con la llega a dicha obra. El canal tiene una longitud de 785,39 m e inicia con un ancho de 25,00 m y termina de 72,00 m (**Figura II.3.3.2-21**). Esta obra se construye mediante excavación a cielo abierto, en su mayoría con uso de explosivos.

La excavación tiene cortes de 74,00 m de altura máxima en el talud frontal del canal (zona de control y bocatomas de las tuberías a presión), de la elevación 182,00 a la 118,26 (piso de proyecto del canal), con una berma de 14 m de ancho ubicada en la elevación 137,38 y talud vertical.

Adicionalmente, esta obra se conforma por otros dos taludes en sus partes laterales: a la elevación 118,26 con altura de corte de 74,00 contiene una berma en la elevación 182,00 m y talud vertical y otra a la elevación 207,00 m de 5 m de ancho y talud vertical. La **Figura II.3.3.2-22** muestra una panorámica de la excavación de la obra de toma conformada con las bermas mencionadas.

Las primeras actividades por ejecutar antes de iniciar la excavación propiamente dicha, son los trabajos de desmonte y despilme en las zonas donde se ubica la obra. Para la remoción se usa tractor D8N y se transporta el residuo al banco de desperdicio.

La excavación se inicia en la parte más alta de la obra (elevación 182, talud frontal). Para ello es necesario unir el piso del canal de llamada de la obra de toma con la mencionada zona más alta mediante una brecha de penetración, y proceder a subir el equipo de barrenación y los tractores.

En general, la excavación se lleva a cabo por banqueos, ejecutándose los trabajos hasta terminar la excavación a piso de proyecto del canal de llamada en la elevación 118,26, realizando la barrenación entre éste y las bermas mencionadas.

La secuencia de las actividades consiste en lo siguiente:

Primeramente se realiza la barrenación en bancos de 10,00 m, se procede a la carga de los barrenos con la cantidad de explosivos calculados de acuerdo a la plantilla de diseño, y se ejecuta la voladura.

Para lograr la correcta definición de las caras en los cortes o delimitación de líneas de las banquetas o bermas, la excavación se ejecuta utilizando el sistema de precorte, el cual se realiza mediante una barrenación con separación entre barrenos de 70,00 cm y cargados de tal manera que únicamente se obtenga un fracturamiento a lo largo de las paredes que delimitan la excavación de la obra de toma. La voladura de precorte se ejecuta antes de la voladura de banqueo, para lo cual es conveniente que el banco esté a no menos de 10,00 m de la cara definitiva.

Para ejecutar el precorte se emplea equipo de perforación track-drill con un diámetro de barrenación de 76,20 mm y 25,00 m de profundidad máxima. Para el caso de los banqueos, se realiza barrenación abierta con track-drill equipado con martillo de fondo, 92,40 a 114,30 mm de diámetro y 10,00 m de profundidad, de acuerdo al patrón de la plantilla de excavación, y para obtener materiales con diferentes tamaños según el requerimiento de la cortina. Los explosivos utilizados son una combinación de ANFO e hidrogel, lo cual presenta la mejor alternativa para una buena voladura. Las cargas máximas de explosivos por tiempo se limitan, de acuerdo con la proximidad de los sitios de detonación con los taludes definitivos y las estructuras principales.

Una vez efectuadas las voladuras, la roca fragmentada se apila con el uso de tractores, se carga en camiones de volteo pesados y se transporta a los sitios destinados. Durante el proceso de excavación, simultáneamente se atacan dos o tres bancos, ya que al irse reduciendo el espacio se comienza a abrir el otro para aprovechar al máximo el equipo y no disminuir los rendimientos del mismo en áreas reducidas. La **Figura II.3.3.2-23** ilustra el procedimiento de excavación en el canal de llamada de la obra de toma.

#### *Estabilidad de taludes*

- Soporte

*Anclaje de fricción.*- El sistema de soporte de los taludes del canal de llamada es a base de anclas de acero de  $f_y = 4\ 200\ \text{kg/cm}^2$ , inyectadas con lechada, con longitudes de 6,00 y 9,00 m, de 38,00 mm de diámetro en barrenos de 76,00 mm y ubicadas en “tresbolillo” en patrones de 2,00 x 2,00 m.

La barrenación para el anclaje se realiza conforme se excavan los banqueos, utilizando track-drill como equipo de perforación. Al ejecutarse las voladuras para descubrir la pared definitiva, se mete el tractor para formar plantillas sobre la rezaga y hacer rampas para el fácil acceso y movimiento del equipo de barrenación. La barrenación se ejecuta con dirección normal al talud y con inclinaciones diferentes ( $0^\circ$ ,  $5^\circ$ ,  $10^\circ$  y  $15^\circ$ ) de acuerdo a lo especificado.

La metodología utilizada para realizar este soporte (lavado de barrenos, preparativos y colocación de anclas, tipo y preparación de la mezcla, e inyección), es similar a la utilizada para el anclaje de las paredes de la caverna de casa de máquinas, descrita en el apartado anterior.

- Drenaje profundo

Con la finalidad de evitar presiones hidrostáticas, liberar estas presiones ejercidas en el terreno y poder drenar el agua infiltrada, se ejecutan barrenos de 10,00, 15,00 y 30,00 m de longitud. El proceso de barrenación es similar al del anclaje.

- Concreto lanzado reforzado con malla electrosoldada

El concreto lanzado se define como la aplicación neumática de una mezcla de agregados, cemento, agua y aditivos, proyectada a alta velocidad contra una superficie. La fuerza con que es despedido produce un impacto sobre la superficie y queda el material compactado. Normalmente, el material fresco colocado se sostiene por sí mismo, éste se refuerza con malla electrosoldada.

En la obra de toma, este revestimiento consiste en la aplicación de dos capas de concreto lanzado con una capa intermedia de malla electrosoldada en todos los taludes, ejecutado en forma conjunta con la excavación, anclaje y drenaje.

El concreto lanzado que se aplica en los taludes se ejecuta mediante el método de mezcla seca, logrando una resistencia a la compresión simple a los 28 días de aproximadamente 200 kg/cm<sup>2</sup>.

La grava y la arena empleadas para el lanzado del concreto se suministran razonablemente secas y limpias. El módulo de finura está comprendido entre 2,40 y 3,20 y la granulometría se ajusta a lo especificado. El cemento utilizado para este tratamiento es puzolánico tipo I. El aditivo empleado es del tipo acelerante instantáneo. La dosificación se efectúa en seco, adicionando el agua a la mezcla en el momento de lanzar.

Como ya se mencionó, este tratamiento está complementado con malla electrosoldada de 15,00 cm x 15,00 cm y 3,20 mm de diámetro, cuya fijación es con grapas a base de varilla de 6,40 mm de diámetro y 30 cm de longitud.

Concluidos los trabajos de excavación, anclaje y drenaje en cada uno de los taludes, y previamente a los trabajos de lanzado del concreto, se efectúan labores de limpieza exhaustiva; amacize y sopleteado con chiflón de aire, así como instalaciones diversas, como parte de los preparativos para la realización de este tratamiento.

La colocación del concreto se hace de la parte baja del talud hacia arriba. Para ir ascendiendo en el lanzado se emplea una canastilla cargada con un malacate suspendido y anclado en varillas hincadas en la berma superior.

La aplicación del concreto lanzado se realiza mediante máquina lanzadora del tipo “tambor rotatorio” o máquina Aliva. El concreto es conducido neumáticamente con una presión controlada por tubería o manguera y proyectada a través de una boquilla sobre la superficie de aplicación.

Para la transportación del concreto en seco se utilizan trixer o carro tolva, el cual es un carro mezclador que cuenta con dos tolvas; una para el cemento y otra para la mezcla de los agregados, previamente dosificada. La descarga y mezcla final se lleva a cabo por un gusano que pasa por debajo de ambas tolvas, al mismo tiempo que se le agrega aditivo en forma manual, descargando finalmente en la máquina lanzadora.

Otro equipo que se utiliza es el camión volqueta, con capacidad de 3,00 m<sup>3</sup>, cuya mezcla, previamente dosificada, se traslada de la planta dosificadora al sitio de su utilización, en el cual se descarga en forma manual a la máquina lanzadora.

Inicialmente, se efectúa un lanzado primario, cuya capa de 3,00 cm de espesor permite regularizar la superficie. Sobre esta capa se coloca la malla electrosoldada y se fija con el tipo de grapas mencionadas (**Figura II.3.3.2-24**). Después de colocada la malla, se lanza otra capa de concreto hasta obtener el espesor total especificado (**Figura II.3.3.2-25**).

El concreto lanzado se aplica sobre superficies limpias y húmedas, lo cual garantiza una buena adherencia y compactación del concreto. El curado se efectúa por espacio de cuatro a siete días.

Los tratamientos de la roca que se ejecutan en la construcción de esta estructura son prácticamente los mismos que se realizan para la estabilización de los taludes de la obra de excedencias, por esta razón, se omite la descripción de los mismos para la obra de excedencias.

#### *Revestimiento con concreto hidráulico*

- Zona de compuertas y transición

La zona de compuertas y transición de la obra de toma comprende de la elevación 121,99 a la 121,20 y se ubica entre la estructura de rejillas y el inicio del blindaje de las tuberías a presión. Se inicia a partir de los paramentos elípticos de las bocatomas, de aquí se mantiene con una sección rectangular en forma constante hasta su término, donde se alojan los espacios para las compuertas de servicio y de emergencia, y pasa a la transición de 10,75 m de longitud, de sección rectangular de 5,50 x 7,00 m a sección circular de 7,00 m de diámetro (**Figura II.3.3.2-26**).

El acero que se coloca en estas estructuras es de diámetros  $\frac{3}{4}$ ", 1" y  $1\frac{1}{2}$ " con  $f_y = 4\ 200\ \text{kg/cm}^2$ .

La cimbra que se utiliza para la formación de los paramentos elípticos de las bocatomas es habilitada especialmente, dadas las curvaturas requeridas y el acabado aparente de todas las caras de estos. Se fabrica a base de tableros de triplay de 1,22 x 2,44 m y 3,00 mm de espesor, con bastidores de polines de 2"x4", y se troquela por medio de "sheabolts". Para el cimbrado de los muros y caras frontales de las tomas, se utilizan cimbras metálicas tipo cantilever o cimbra-mex autosportables a base de "sheabolts".

La cimbra que se coloca para la formación de los muros laterales y losa de techo en la zona de compuertas (zona rectangular), así como donde se alojan los espacios para las compuertas, se habilita mediante tableros de triplay de  $\frac{3}{4}$ " de dimensiones diferentes y estructurada con bastidores de madera de 2"x4" y barros intermedios de la misma sección. Inicialmente se cimbran los muros laterales, se efectúa el troquelamiento completo por medio de andamios industriales de seguridad y se forman torres de trabajo adecuadas para este tipo de cimbrado, lo cual facilita las actividades de apuntalamiento y resuelve los problemas de cargas. Posteriormente se procede a colocar la cimbra para la losa superior de la zona de compuertas, en la misma forma por medio de los andamios ya descritos.

La cimbra que se construye para la transición es de madera cepillada de doble duela, unida a una doble cercha de tablón y cubierta con un forro adicional de triplay de 3,00 mm, que es el que está en contacto con el concreto para darle el acabado especificado. La doble cercha se soporta con una estructura interna de madera hecha a base de barros de 2"x8" colocada en el centro de la cimbra.

Una vez efectuadas las actividades de colocación de acero de refuerzo y cimbras, se procede a realizar la colocación de concreto para la construcción de estas estructuras.

El concreto que se emplea es de resistencia  $f'_c = 250\ \text{kg/cm}^2$  con tamaño máximo de agregados de  $1\frac{1}{2}$ " y  $\frac{3}{4}$ ".

Los colados para estas estructuras se ejecutan mediante el uso de motobomba y vibradores eléctricos y neumáticos. La motobomba, por sus características, permite reducir maniobras y realizar una fácil colocación del concreto.

- Torre de compuertas

Esta estructura se construye a base de muros laterales de sección constante para las guías de compuertas; su desplante se ubica en la elevación 121,20m y finaliza en la 182,00 m (piso de la cámara de mantenimiento).

El acero de refuerzo utilizado para esta estructura considera armados de 19,00 mm ( $\frac{3}{4}$ " ) en sentido vertical y 38,10 mm ( $1\frac{1}{2}$ " ) en sentido transversal. El proceso de secuencia del armado consiste en llevar el acero de refuerzo 15,00 a 20,00 m arriba del nivel del colado en ambas tomas, lo que permite darle celeridad a estas actividades. Asimismo, se colocan las placas y perfiles de la instalación de las guías de las compuertas para su embebido en los segundos colados.

Para la formación de los muros de esta estructura se utiliza el sistema de cimbras deslizantes, para lo cual se programan deslizados en tramos de 12,00 m de altura y de forma alterna en la toma No. 2 y la toma No. 1. La **Figura II.3.3.2-27** presenta la disposición y detalles de este sistema de cimbra deslizante.

El concreto para los colados en esta estructura es de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ; se colecta con bomba estacionaria mediante tubería de 6" extendida desde la plataforma de la elevación 118,26 (piso de la obra de toma), lugar donde se instala el equipo de bombeo. La colocación del concreto se efectúa en capas de 20,00 cm como máximo, distribuyéndose en forma uniforme en toda la superficie. El acomodo y liga de las capas es con vibradores de inmersión de  $2\frac{1}{2}$ ". La velocidad del deslizado es de 0,25 m/h.

La **Figura II.3.3.2-28** muestra el proceso de revestimiento de la zona de compuertas.

- Edificio de control

El acero colocado en esta estructura es de  $\frac{3}{4}$ ", 1" y  $1\frac{1}{4}$ " de diámetro.

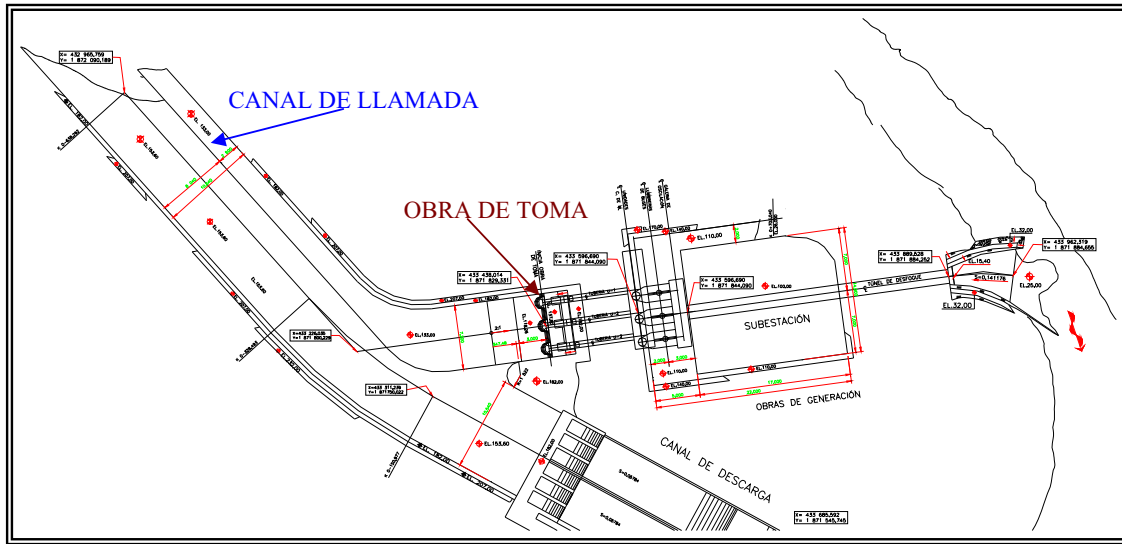
La cimbra utilizada para la formación de esta estructura es habilitada a base de tableros de triplay de  $\frac{3}{4}$ " de diferentes dimensiones, y estructurada con bastidores de madera de 2"x4" y barrotes de la misma sección. El troquelamiento se realiza por medio de sheabolts.

El concreto colocado es de  $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ . La colocación se efectúa mediante bomba estacionaria.

En general, para la construcción de esta estructura se aplica el mismo procedimiento empleado para colar las pantallas y muros de las compuertas.

Finalmente, para concluir la obra de toma, se construyen las ménsulas o losas superiores donde se reciben los rieles para el tránsito de la grúa viajera, así como las casetas de operación de ambas unidades.





**Figura II.3.3.2-21** Planta del canal de llamada a la obra de toma. Nótese el canal de llamada de la obra de excedencias aledaño.



**Figura II.3.3.2-22** Foto de un proyecto que ejemplifica la Excavación de la obra de toma



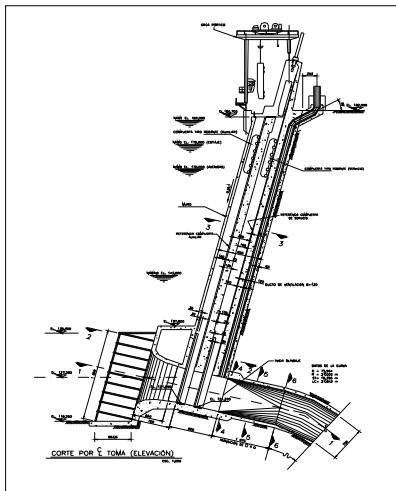
**Figura II.3.3.2-23** Foto de un proyecto que ejemplifica la Excavación del canal de llamada de la obra de toma



**Figura II.3.3.2-24** Foto de un proyecto que ejemplifica el Tratamiento de taludes con mortero y malla electrosoldada



**Figura II.3.3.2-25** Foto de un proyecto que ejemplifica el Revestimiento de mortero lanzado y soporte por medio de anclaje



**Figura II.3.3.2-26** Corte esquemático de la obra de toma



**Figura II.3.32-28** Foto de un proyecto que ejemplifica el Revestimiento con concreto armado en bocatomas y torres de compuertas.

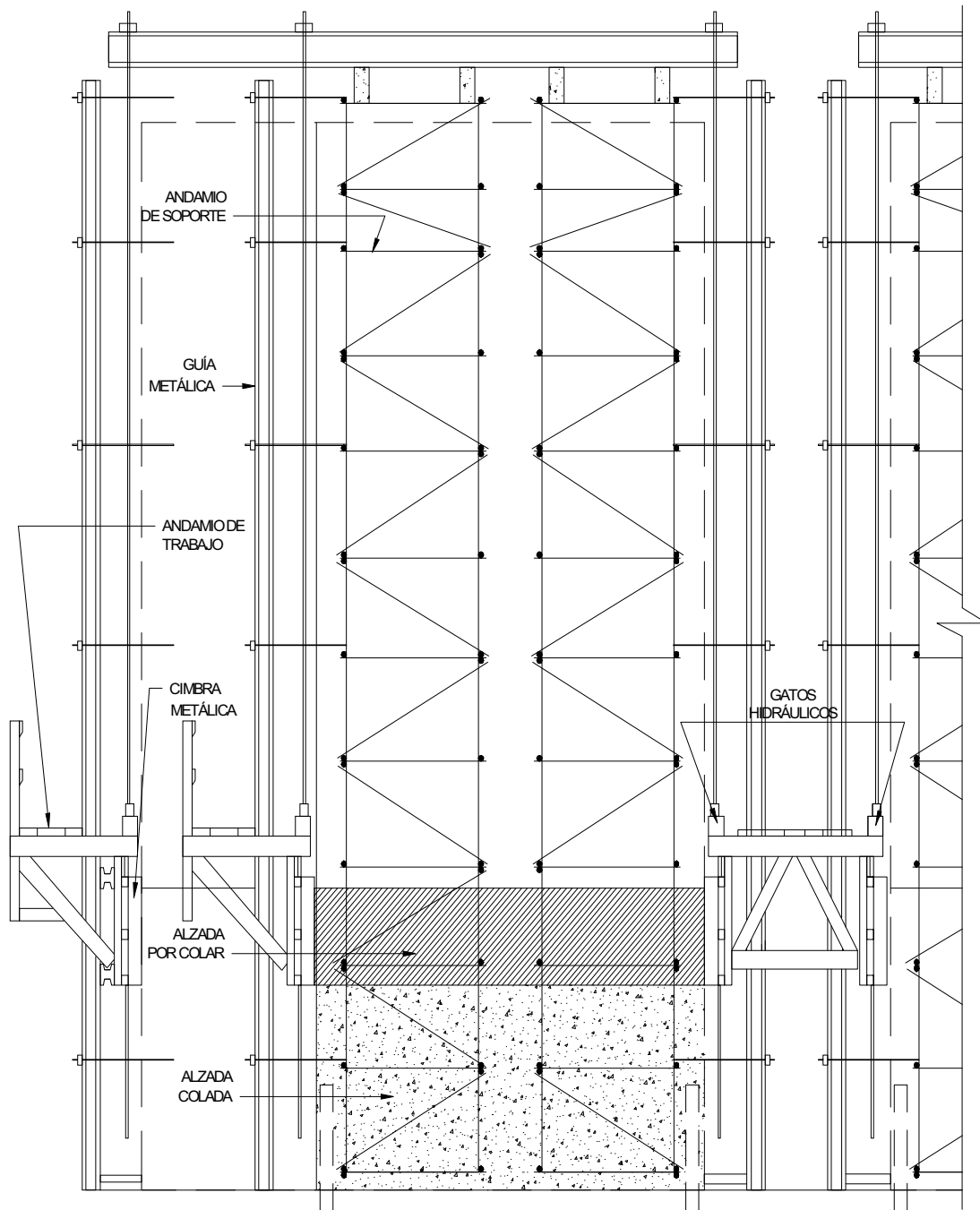


Figura II.3.3.2-27 Zona de ubicación y disposición de la cimbra deslizante

### II.3.3.2 Construcción (procedimiento constructivo)

#### d) Obras de generación

##### Tuberías a presión

###### *Excavaciones y/o cortes*

Las tres tuberías a presión conectan la obra de toma con la casa de máquinas. Estas tuberías de acero tienen una longitud de 154,93 m y un diámetro de 7,00 m. Esta conformado por: un codo superior (27,84 m,  $\angle=75,96^\circ$ ), un ramal vertical (60,10 m), un codo inferior (32,99 m,  $\angle=90,00^\circ$ ), un ramal horizontal (7,00 m), un tramo de reducción (21,50 m) y tramo de 5,50 con un diámetro de 5,50 m. La **Figura II.3.3.2.-29** presenta en un corte longitudinal y el arreglo general.

Construido el túnel de acceso a la bóveda de la caverna de casa de máquinas y a los codos inferiores de las tuberías a presión, a partir de éste se excavan ramales de manera que permitan el acceso a la parte baja de las tuberías y hagan posible las excavaciones de los tramos horizontales, para independizarse totalmente de las excavaciones de casa de máquinas (**Figura II.3.3.2-30**).

Por otra parte, concluidas las excavaciones en el canal de llamada de la obra de toma a la elevación 118,26, se está en condiciones de excavar las tuberías a presión iniciando con el tramo bocatoma-transición-codo superior a partir del talud frontal de la obra de toma, tal como se muestra en la **Figura II.3.3.2-31**.

Una vez establecidos los dos frentes de ataque para la excavación de cada una de las tuberías a presión, la construcción de éstas se lleva a cabo de la siguiente manera:

- Excavación del tramo horizontal y de la parte baja del codo inferior

La excavación del túnel ramal auxiliar de acceso a la parte baja de cada una de las tuberías a presión, consiste en una sección tipo portal de 7,00 m de ancho por 7,00 m de altura y una longitud de 46,00 m.

A partir de la intersección del ramal auxiliar con el codo inferior, la altura del túnel aumenta gradualmente, cambiando la sección de excavación de portal a circular (7,00 m de diámetro).

En la zona horizontal del túnel (elevación 17,01), la excavación se efectúa a sección completa, utilizando para la barrenación del frente un jumbo electrohidráulico de tres brazos. La barrenación consiste en una plantilla que tiene un promedio de 100 perforaciones de 47,60 mm de diámetro cada una, además dos barrenos quemados de 76,20 mm de diámetro que funcionan como cuña. La longitud de barrenación en toda la sección es de 3,20 m. Los barrenos que conforman la cuña y los que delimitan el contorno de la sección se cargan con explosivo hidrogel, el resto de los barrenos que componen la plantilla se cargan mediante una combinación de explosivos ANFO e hidrogel; usando el hidrogel como carga de fondo y el ANFO como carga de columna. La densidad de carga es de 1,26 kg/m<sup>3</sup> de roca. La excavación se efectúa empleando el método de postcorte, mediante voladuras controladas con detonadores no eléctricos que activan las cargas.

- Excavación del tramo bocatoma-transición-codo superior

Los túneles inclinados a 14° de las tuberías a presión arrancan a partir del talud frontal de la obra de toma y terminan en los codos superiores; comprenden las zonas de sección rectangular, de transición y una parte del codo superior (**Figura II.3.3.2-32**).

La barrenación en este tramo se realiza con diámetros 38,10 mm, 47,60 mm y 76,20 mm, utilizando como equipos de perforación jumbo electrohidráulico de dos brazos, track-drill y perforadoras de piso. En el proceso de excavación únicamente se emplea explosivo hidrogel en bombillos de 1" Ø x 8" con peso de 0,118 kg, 1" Ø x 40" con peso de 0,4 kg (baja densidad) y de 1 ½" Ø x 16" con peso de 0,5 kg. Para lograr mayores avances, dadas las características de túnel inclinado, se utiliza al máximo posible el jumbo electrohidráulico como equipo de perforación. Lo anterior, permite excavaciones con el 18% de pendiente máxima para permitir el acceso o retiro del jumbo al frente de excavación. Cuando no es posible tener pendientes mayores del 18%, la excavación se realiza utilizando track-drill. Las perforadoras de piso se emplean cuando el acceso es imposible para el track-drill.

- La excavación del tramo inclinado a 14° se realiza en cinco etapas que comprenden un total de seis fases:

Etapas A: Excavación sección superior del túnel con jumbo electrohidráulico

Fase 1. Excavación del túnel piloto

Fase 2. Ampliación del túnel piloto

Etapas B: Excavación sección superior del túnel con jumbo electrohidráulico

Fase 3. Excavación del piso provisional

Fase 4. Excavación de la sección superior del túnel

Etapas C: Excavación superior del túnel con track-drill

Fase 5. Excavación del pozo piloto

Fase 6. Ampliación del pozo piloto

Etapas D: Excavación del banqueo con track-drill

Etapas E: Excavación del piso con perforadoras de piso

La **Figura II.3.3.2-33** muestra dichas etapas de excavación de este tramo inclinado a 14°.

- Excavación del tramo vertical a 90°

Concluida la excavación del codo superior y el túnel de acceso a la parte baja de cada una de las tuberías a presión, se procede a la excavación del tramo vertical comprendido entre las elevaciones 117,60 y 17,01 m. Este tramo descendente tiene una longitud de 100,09 m y comprende: una parte del codo superior, la zona de reducción, la rama inclinada y una parte del codo inferior.

Las excavaciones de estos tramos verticales de las tuberías a presión se realizan en tres etapas cada uno:

Etapas 1. Perforación del barreno piloto y excavación del pozo piloto

Estos trabajos se realizan utilizando una máquina contrapocera, la cual perfora un barreno de 279,00 mm de diámetro en toda la longitud. Primeramente se coloca una broca especial que rompe la roca al inicio de la perforación, posteriormente esta broca rompedora se cambia por una broca-guía y se continúa con la perforación utilizando tubería que se acopla conforme se profundiza en el barreno. El recorte producto de la barrenación y el enfriamiento de la misma broca se controlan mediante la inyección de agua a la tubería de perforación. Una vez que la broca guía sale a la parte baja se concluye la perforación del barreno piloto, se procede a desacoplar la broca y en sustitución se acopla una cabeza rimadora (rima) de 2,40 m de diámetro. La máquina contrapocera, mediante rotación, jala la rima hacia arriba efectuándose de esta manera el proceso de rimado o excavación del pozo piloto. El material producto del rimado cae al fondo del contrapozo y se retira fuera de las obras subterráneas. La conclusión de este proceso se aprecia en la **Figura II.3.3.2-34**.

#### Etapa 2. Ampliación del pozo piloto

Una vez concluido el rimado del pozo piloto, se realiza primero una ampliación a dicho pozo en toda su longitud, para posteriormente realizar la ampliación a sección completa. Este procedimiento tiene como propósito evitar que el pozo piloto se obstruya con la roca fragmentada producto de las excavaciones a sección completa y que consecuentemente, provoque trabajos extraordinarios para destapar el pozo, representando posibles atrasos en el programa de obra, pérdidas económicas y riesgos para el personal de trabajo.

La excavación para la ampliación del pozo piloto en cada uno de los tramos inclinados a 64° se lleva a cabo mediante el sistema de banqueos. La barrenación se realiza utilizando máquinas perforadoras de piso y pierna neumáticas, equipadas con barras de acero integral de longitudes 0,80 m, 1,60 m y 2,40 m; y pastillas de tungsteno de 38,10 mm.

El sentido de ataque de la excavación es de arriba hacia abajo; a partir de la parte superior del tramo inclinado hacia la clave del túnel horizontal en la parte baja de la tubería, aprovechándose de esta manera el pozo piloto para la rezaga del material producto de las excavaciones. En cada banqueo, la carga con explosivos se realiza únicamente con hidrogel. Una vez efectuada la detonación, y dada la ventilación adecuada en el área de trabajo, se procede a la rezaga del material producto de la voladura en forma manual y mediante sopleteo con aire a presión, arrojando dicho material a través del pozo piloto hacia la parte baja de la tubería a presión para su posterior retiro. En la **Figura II.3.3.2-35** se aprecia la ampliación del pozo piloto.

#### Etapa 3. Ampliación a sección completa

Las excavaciones en esta etapa en los tramos verticales, se inician después de haberse concluido las excavaciones de los tramos bocatoma-transición-codo superior en cada unidad. De igual forma que en la segunda etapa, la ampliación a sección completa se realiza de arriba hacia abajo mediante el sistema de banqueos con uso de explosivos.

Para llevar a cabo estas excavaciones, se hace primero una barrenación profunda utilizando como equipo de perforación un tunnel-track neumático con martillo de fondo, y posteriormente para finalizar la excavación, se utilizan perforadoras de piso o pierna neumáticas.

La barrenación profunda con tunnel-track se realiza en una longitud de 50,50 m con un diámetro de 88,90 mm. Esta longitud de barrenación se logra mediante el uso de un martillo de fondo de 1 m y 33 barras de 1,50 m cada una. Conforme se concluye la perforación de una serie de barrenos, éstos se rellenan con arena para evitar que se obstruyan.

Concluida la barrenación, todos los barrenos se sopletean con aire a presión hasta una profundidad de 3,00 m con la finalidad de realizar banqueos de esta longitud. Las excavaciones se ejecutan empleando el método de post-corte. Para la barrenación se utiliza hidrogel; en interiores se usan bombillos de 2" Ø x 16" con peso de 1 kg cada uno y en el post-corte se utilizan de 1" Ø x 8" con peso de 0,118 kg. Efectuada la detonación y rezaga, nuevamente se procede al sopleteo de barrenos para reiniciar el ciclo de excavación. El acceso al frente de trabajo se logra mediante escaleras marinas que se instalan conforme avanzan las excavaciones. En esta etapa, a partir del arranque en el talud frontal de la obra de toma, se realiza la colocación y empaque de riel en cada tubería a presión, necesario para la transportación y colocación de los canutos o tubos que conforman el blindaje de las tuberías y para trasladar plataforma de trabajo para llevar el equipo de perforación y tratamientos de la roca (track-drill) (**Figura II.3.3.2-36**).

En las excavaciones restantes, la barrenación se realiza con perforadoras de piso o pierna neumáticas; consiste en perforaciones de 38,1 mm de diámetro y longitud promedio de 2,40 m. La carga de explosivos se realiza empleando únicamente bombillos de hidrogel de 1" Ø x 8" con peso de 0,118 kg cada uno, cordón detonante Primacord, estopines de iniciación no eléctricos (noneles) y un estopín eléctrico como dispositivo de iniciación principal.

#### *Estabilidad. Tratamientos de la roca*

Los tratamientos que se realizan en estas estructuras consisten en: anclaje de fricción colocado con resina epóxica, drenaje selectivo y concreto lanzado selectivo (**Figura II.3.3.2-37**).

Como ya se mencionó en la descripción de las excavaciones de estas estructuras, a partir del arranque de las tuberías en el talud frontal de la obra de toma, se realiza la colocación y empaque de rieles en cada tubería a presión; necesarios, mediante el auxilio de malacates, para trasladar plataforma de trabajo para llevar equipos utilizados en los tratamientos de la roca (jumbo electrohidráulico y track-drill), así como para la transportación y colocación de los canutos o tubos que conforman el blindaje de las tuberías.

Los tratamientos se ejecutan alternadamente con las excavaciones definitivas de cada una de las etapas que conforman la construcción de las tuberías; de tal forma que es prioritaria la ejecución de los tratamientos sobre las excavaciones.

La determinación, ubicación y distribución de los tratamientos necesarios para el soporte de la roca y la estabilidad propia de las tuberías a presión se definen con base en las condiciones geológicas que resulten, el tipo de excavación y los recursos que se emplean. Asimismo, la metodología utilizada para la ejecución de estos trabajos es similar a la descrita para la casa de máquinas y obra de toma.

De manera general, estos tratamientos son similares a los que se ejecutan en los pozos de oscilación, por lo que para estos pozos se omite su descripción.

#### *Montaje de tuberías*

Una vez concluidos los trabajos de fabricación, transporte y almacenamiento del blindaje (canutos) de las tuberías a presión, y habiéndose ejecutado los cortes, rolado, conformado, soldadura, pruebas y aplicación del recubrimiento anticorrosivo a dicho blindaje, se procede a realizar el montaje del mismo en las siguientes etapas:

- Las tuberías se transportan a dos zonas: la primera, a zona de almacenamiento del canal de llamada de la obra de toma y bocatomas, para formar el ramal horizontal superior y vertical; y la segunda, a la casa de máquinas para formar los ramales horizontales inferiores.
- Se posiciona el carro de montaje al blindaje, colocándose sobre una vía fabricada con rieles, anclada en el piso de las ramas horizontales y verticales de la tubería a presión.
- En el caso de los ramales horizontales, los tubos son trasladados manualmente o jalados con un malacate hasta su lugar de posición final.
- En el caso del ramal vertical, se procede a efectuar el bajado y lanzamiento de los tubos auxiliándose con malacate de 70 t de capacidad, instalado en el canal de llamada de la obra de toma, cuyos cables bajarán entre dicho canal de llamada (elevación 118,26) y el túnel horizontal (elevación 17,01) (**Figura II.3.3.2-38**).
- Se efectúa el posicionamiento, alineamiento y conformado del blindaje.
- Posteriormente al conformado, se realizan los trabajos de soldadura de campo y pruebas al blindaje.
- Finalmente, se efectúa el atraque de la tubería en el piso y paredes del túnel de la tubería a presión, para concluir con los trabajos de montaje de estas estructuras.

#### *Empaque de tuberías con concreto hidráulico*

El procedimiento de colocación de concreto hidráulico para el empaque de las ramas inclinadas en las dos tuberías a presión se realiza utilizando concreto bombeado, para lo cual se contará con dos bombas estacionarias para concreto, ubicadas; una en la zona de bocatomas, y otra en la plataforma del canal de llamada de la obra de toma.

El concreto elaborado en planta dosificadora es transportado y descargado en dichos centros de bombeo por camiones de ollas revolventoras de 5,00 m<sup>3</sup> de capacidad.

El tiro de concreto para el empaque de estas estructuras se realiza por medio de una línea de tubería de 6” de diámetro, dispuesta mediante apoyos y troqueles de tramos de varilla de 1” de diámetro, ancladas en la roca a todo lo largo de los ramales horizontales y verticales entre el blindaje en proceso de montaje y la roca, en el sentido de flujo.

Dicha tubería de 6” de diámetro es colocada en tramos de 3,05 m de longitud con ranura en los extremos para la colocación de abrazaderas tipo rápido (juntas gibault), sin colocarles el empaque de hule para facilitar en cada tramo la expulsión de aire concentrado en todo lo largo de la tubería de colocación, evitando de esta manera la formación de vacío y un posible taponamiento de la tubería que pueda ocasionar la suspensión parcial o total del colado.

El procedimiento que se emplea para el empaque del blindaje en los codos es como se muestra en la **Figura II.3.3.2-39**.

Los concretos son colocados en capas horizontales, asegurándose la distribución y colocación de concreto tierno sobre concreto aún no fraguado, acomodando y ligando las capas con vibradores de inmersión de 3” de diámetro accionados neumáticamente, evitando posibles huecos en la estructura y logrando una adecuada compactación.



Los colados para empaque son ejecutados de tal forma que entre concretos masivos contiguos (con espesores mayores a 100 cm), se dejará transcurrir un lapso de 72 horas como mínimo antes de realizar el siguiente colado.

Posteriormente a la ejecución del colado, se procede a preparar la junta del mismo para dar continuidad al siguiente tramo. Para ello se realiza el escarificado en toda la superficie mediante el uso de martillo neumático, quitando la película de mortero y dejando el agregado expuesto, libre de polvo y partículas extrañas.

Por último, se ejecutan los trabajos de inyección de contacto concreto-roca y concreto-lámina, consistiendo estos tratamientos en introducir unas zonas huecas, mezclas a base de cemento y aditivo superfluidizante, de manera controlada, teniendo como finalidad rellenar los espacios entre la roca y el concreto de empaque y entre éste y la tubería.

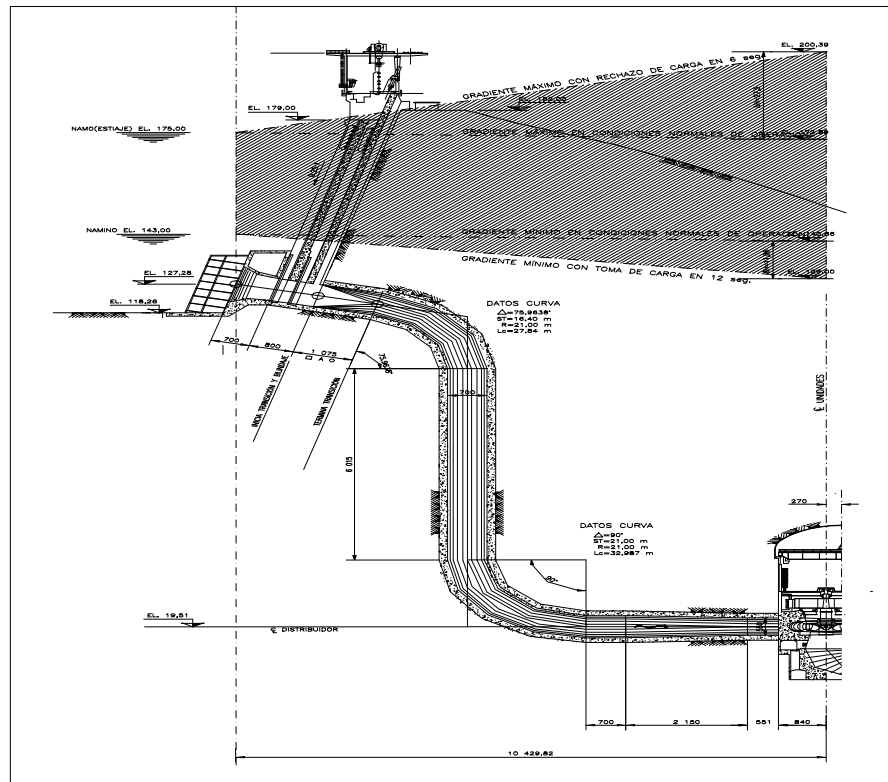


Figura II.3.3.2-29 Corte longitudinal por el eje de la conducción de las tuberías a presión



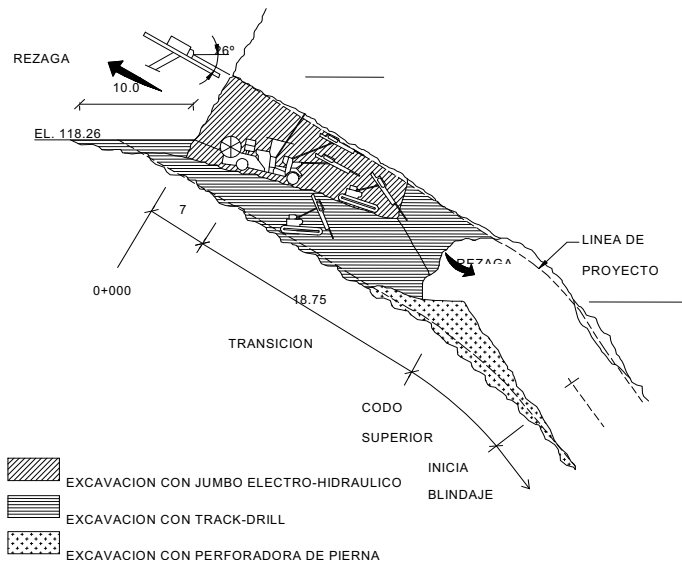
**Figura II.3.3.2-30** Foto de un proyecto que ejemplifica un Túnel de acceso auxiliar a tuberías a presión.



**Figura II.3.3.2-31** Foto de un proyecto que ejemplifica el Proceso inicial de excavación de las bocatomas



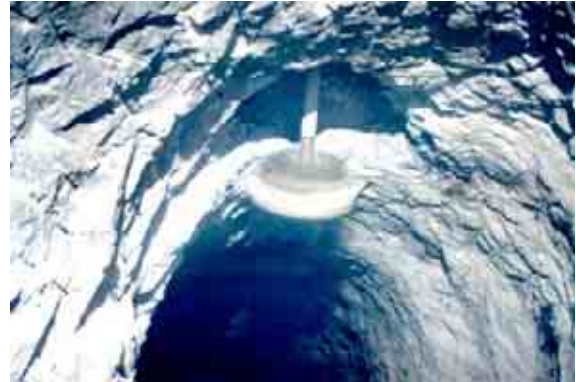
**Figura II.3.3.2-32** Foto de un proyecto que ejemplifica la Excavación del tramo bocatoma – transición – codo superior



**Figura II.3.3.2-33** Etapas de excavación del tramo bocatoma – transición – codo superior



**Figura II.3.3.2-34** Foto de un proyecto que ejemplifica la Ampliación del pozo piloto de las tuberías a presión



**Figura II.3.3.2-35** Foto de un proyecto que ejemplifica u Excavación del pozo piloto de las tuberías a presión con uso de maquina contrapocera (nótese la rotación de la rima).



**Figura II.3.3.2-36** Foto de un proyecto que ejemplifica la Excavación a sección completa en tuberías a presión



**Figura II.3.3.2-37** Foto de un proyecto que ejemplifica los Tratamientos de la roca en tuberías a presión, mediante uso de track-drill montado en plataforma



**Figura II.3.3.2-38** Foto de un proyecto que ejemplifica el Proceso de lanzamiento de tubos para conformar el blindaje de las tuberías a presión tuberías a presión.



**Figura II.3.3.2-39** Foto de un proyecto que ejemplifica la Colocación de cimbra para el colado del codo de la tubería a presión.

### II.3.3.2 Construcción (procedimiento constructivo)

#### d) Obras de generación

##### Casa de máquinas

###### *Excavaciones y/o cortes*

La caverna de casa de máquinas, con 22,30 m de ancho, 110,40 m de largo y 48,75 m de alto, se aprecia en las **Figuras II.3.3.2-40 y II.3.3.2-41**.

La primera fase de la excavación, requiere la construcción de un túnel de acceso de sección portal de 8 m x 8 m con trayectoria hacia la bóveda de la caverna (**Figura II.3.3.2-42**). Este túnel conduce al nivel de la planta de montaje de la caverna y sirve, además, como acceso a los codos inferiores de las tuberías a presión.

La **Figura II.3.3.2-43** muestra un resumen de las etapas de excavación con uso de explosivos de la caverna, mismas que se describen enseguida.

- Excavación de la bóveda (nivel 49,96 al 39,51), etapas 1 y 2

La bóveda de la caverna se excava con barrenación horizontal en tres etapas: una sección central (10,00 m de ancho x 10,00 m de altura) que se lleva adelante como sección piloto, mientras la segunda y tercera secciones (ampliaciones a 22,20 m de ancho) se excavan con un desfase de 15,00 a 20,00 m de la sección piloto.

La plantilla de voladura para la sección central se diseña con cuña al centro. En dicha cuña se utiliza sólo explosivo hidrogel, mientras que en el resto de los barrenos se utiliza una combinación de ANFO e hidrogel. En los barrenos del contorno (postcorte) se utilizan cargas espaciadas de hidrogel. El diámetro de barrenación para todos los barrenos cargados es de 47,00 mm (1 7/8”).

El sistema de postcorte es obligatorio en la clave de la bóveda. La voladura de postcorte se realiza en el mismo evento que la voladura del resto de la sección, estando los barrenos de postcorte cargados con los estopines (noneles) de mayor retardo. La concentración de carga de hidrogel en los barrenos de postcorte es de 0,22 kg/m; la carga con explosivo se realiza en forma de “rosario” conservando su continuidad mediante cordón detonante Primacord.

La barrenación se realiza con jumbo electrohidráulico. La carga de barrenos se efectúa manualmente en el caso del hidrogel, y mecánicamente en el caso del ANFO, para lo cual se utiliza un equipo neumático antiestático. El método de iniciación de la voladura es a base de detonadores de retardo no eléctricos (nonel), y con densidad de carga por voladura del orden de 1 kg/m<sup>3</sup> de roca. Después de la voladura, el material se apila con un tractor D8 e inmediatamente es levantado con un cargador frontal tipo 90-C, el cual descarga a camiones fuera de carretera de 44 t de capacidad. La rezaga se transporta por el túnel de acceso hacia el exterior.

Las técnicas empleadas en la excavación de las ampliaciones son las mismas que para la sección central piloto, con excepción de que en las ampliaciones la cuña no existe, en virtud de que la voladura tiene dos caras libres; al frente y al lado. Los barrenos se cargan únicamente con explosivo tipo hidrogel, con densidad de carga en los barrenos del contorno de 0,22 kg/m. La **Figura II.3.3.2-44** muestra la bóveda de la casa de máquinas.

- Excavación de banquetes (nivel 39,51 al 3,64), Etapas 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9.

Los banquetes de la caverna de casa de máquinas se excavan en siete etapas:

Etapas 3 (nivel 39,51 al 34,71)

Etapas 4 (nivel 34,71 al 29,01)

Etapas 5 (nivel 29,01 al 26,51)

Etapas 6 (nivel 26,51 al 20,51)

Etapas 7 (nivel 20,51 al 13,01)

Etapas 8 (nivel 13,01 al 8,51)

Etapas 9 (nivel 8,51 al 3,64)

Etapas 3.- Para su ejecución, en primera instancia se requiere la excavación de la parte complementaria del túnel de acceso definitivo.

Una vez excavada la bóveda, el siguiente nivel se excava en tres secciones. La primera; denominada sección central (4,78 m de altura x 14,00 m de ancho), se barrena y detona en primer lugar usando técnicas convencionales de voladura en banco, mientras que las ampliaciones (segunda y tercera secciones) de 4 m de ancho cada una, se barrenan y detonan con un desfase de 20,00 m, utilizando barrenación horizontal con jumbo mediante la técnica de postcorte (**Figura II.3.3.2-45**). El material producto de la excavación de esta etapa es removido, cargado y trasladado mediante el uso de cargador frontal y camiones fuera de carretera, siguiendo la ruta a través del túnel de acceso definitivo hacia el exterior.

Etapas 4, se excava con voladuras de dos líneas de barrenos a todo lo ancho de la caverna, utilizando perforadoras neumáticas tipo track-drill para la barrenación tanto de banquetes como de precorte. El precorte se realiza antes de la voladura del banco. Con objeto de ganar tiempo en los banquetes inferiores, desde este nivel se barrena el precorte hasta la pared aguas arriba y en la pared aguas abajo; excepto en la galería de transformadores, cuyo precorte se barrena hasta piso de la galería.

El precorte se realiza perforando una sola línea de barrenos cercanos entre sí, a lo largo del perímetro de la voladura principal. El diámetro de los barrenos de precorte es de 75,00 mm (3”) y el espaciamiento entre ellos es de 70,00 cm. En todos los barrenos de la línea a precortar se utilizan cargas espaciadas en “rosario” con explosivo hidrogel y cordón detonante Primacord reforzado. En el fondo de cada barreno de precorte se deposita 1 kg de hidrogel con objeto de vencer el esfuerzo cortante en la pata del barreno. La concentración de carga en los barrenos del precorte es de 0,24 kg/m. La rezaga del material producto de las voladuras se transporta hacia el exterior vía el túnel de acceso definitivo.

Etapas 5.- Una vez ejecutado el precorte desde el banquete anterior, se ejecuta a todo lo ancho de la caverna usando el mismo equipo de barrenación y las mismas técnicas de voladura del banquete de la etapa 4. El factor de carga para las voladuras de banquetes es de 0,40 kg/m<sup>3</sup>, con dos líneas de barrenos por voladura.

Concluida la excavación de la etapa 5, a partir de su nivel inferior, también se realiza la excavación de la galería de buses, del nivel 39,51 al 26,51. Esta excavación, con una sección de 6,80 m de ancho x 5,70 m de altura, por ser tipo bóveda, se ejecuta de manera similar a la etapa 1 (sección piloto de la bóveda de la caverna). La rezaga producto de las voladuras es removida y trasladada por cargadores frontales y camiones fuera de carretera que viajan a

través de una rampa dentro de la caverna hacia el túnel de acceso definitivo y hacia el exterior.

Etapas 6 y 7.- Requiere la construcción de un túnel auxiliar de 392,91 m de largo y sección 8,00 m x 8,00 m que conecta el túnel de acceso al codo inferior de la tubería a presión No. 2 y al tímpano norte de la caverna. Es importante mencionar que como parte de la planeación, es necesario excavar las porciones horizontales de las tuberías a presión utilizando un túnel de acceso auxiliar que parte del túnel de acceso definitivo y cuya trayectoria sirve para los dos codos inferiores de las tuberías a presión. Este túnel se prolonga hasta ligarlo con el tímpano norte de la caverna, con lo que se agiliza la excavación de la caverna y la etapa de colocación de concreto, ya que se trata de un acceso a un nivel intermedio de la caverna (**Figura II.3.3.2-46**). Esta ruta se utiliza para rezagar los niveles de la elevación 26,51 a la 13,01 y también para introducir por ahí las columnas y trabes para la guía viajera definitiva. De no construir este túnel, la instalación de la superestructura metálica es prácticamente imposible. El banqueo de estas etapas se realiza aplicando las mismas técnicas y equipos de las etapas anteriores, siendo transportada la rezaga cuesta arriba a través de la ruta señalada.

El propósito de tener acceso al nivel intermedio de la caverna, conlleva también, para agilizar la excavación, adicionar un túnel de acceso en la parte inferior de la caverna, para lo cual se construye un túnel que cruza los pozos de oscilación en su parte baja y cuyo destino es cada uno de los fosos de la caverna. El complemento de este túnel lo constituyen túneles pilotos excavados dentro de la sección correspondiente de los túneles de aspiración (**Figura II.3.3.2-47**). Estos túneles piloto tienen doble función: primeramente permitir el ingreso lo más rápido posible al fondo de la caverna, y en segundo lugar, permite la excavación de los mismos túneles de aspiración en condiciones de máxima seguridad, ya que los túneles de aspiración son bastante anchos y de bóveda plana, y dicha sección piloto resulta ser el ataque más conveniente (**Figura II.3.3.2-48**).

Etapa 8.- La excavación de los fosos para turbinas se realiza también utilizando las técnicas de precorte y voladura abierta. El precorte se ejecuta en toda la profundidad restante, desde la elevación 13,01 a la 3,64, mientras que el banqueo se divide en dos partes iguales (de la elevación 13,01 a la 8,51 y de la elevación 8,51 a la 3,64). El material producto de las voladuras en esta etapa se rezaga impulsándolo primeramente con tractor a través de una lumbrera previamente excavada que liga el foso con el túnel de aspiración; enseguida el material es levantado con cargador frontal y descargado en camiones fuera de carretera, cuyo ingreso es a través de cada uno de los túneles de aspiración. La **Figura II.3.3.2-49** muestra la excavación de esta etapa 8.

Etapa 9.-La ejecución es bastante rápida, ya que el precorte se realiza desde la etapa anterior y sólo se ejecutan voladuras convencionales de banqueo. La rezaga del material se efectúa exactamente igual que en la etapa 8.

La **Figura II.3.3.2-50** presenta un plano isométrico de las estructuras subterráneas excavadas en roca, donde se aprecian la caverna de casa de máquinas y los pozos de oscilación, así como el complejo de túneles permanentes y auxiliares.

#### *Estabilidad de taludes*

- Soporte

Cualquier terreno al ser excavado sufre modificaciones estructurales, siendo sometido a esfuerzos distintos a los que estaba sujeto en su estado natural de reposo, y dependiendo del

tipo de excavación, son las alteraciones que sufre en su estabilidad. Los tratamientos de la roca son métodos o sistemas que se utilizan para asegurar la estabilidad del terreno que se va excavando, mejorando las propiedades mecánicas de la roca.

Los tratamientos de la roca para la estabilización de taludes en las excavaciones (cortes) de las estructuras que conforman el PH La Parota, consisten básicamente en: soporte a base de anclaje, drenaje y protección con concreto lanzado reforzado con malla electrosoldada. A continuación se describe la metodología utilizada para la ejecución de estos tratamientos.

Es un elemento de anclaje permanente, el cual consiste en soportar la roca antes de que ésta comience a sufrir deformación y relajamientos, el sistema debe ser capaz de autosoportarse y sostener la carga de la roca para lo cual fue diseñada.

- Anclaje en la bóveda de la caverna

La bóveda se soporta con anclas de tensión de 12,00 m de longitud y 25,00 mm de diámetro, siendo el ancla una varilla corrugada de  $f_y = 4\ 200\ \text{kg/cm}^2$  con ciertas adaptaciones que se describen más adelante. Las anclas se tensan a 5 t y se instalan en un patrón de 2 m x 2 m en tresbolillo. Para este anclaje se utiliza resina epóxica, lo cual acorta considerablemente el ciclo de trabajo (20 minutos por ancla instalada es el tiempo promedio).

Los barrenos para las anclas (47,00 mm de diámetro) se ejecutan con un jumbo electrohidráulico de tres perforadoras, con centralizadores en cada brazo para facilitar la barrenación hasta 12,00 m de profundidad. El lavado del barreno consiste en la eliminación de los residuos de la barrenación, y se logra simultáneamente con la perforación, debido al agua de enfriamiento utilizada por el propio jumbo. La colocación de anclas se realiza con track-drill o jumbo de barrenación.

Las anclas colocadas son de varilla corrugada de diámetro y longitud de proyecto, con preparativos de la siguiente manera: en un extremo se les habilita terminación en punta y en el otro se les sueldan birlos cold-roll con cuerda fina de longitud de 20 cm. Se bisela la unión cold-roll-varilla y se utiliza soldadura E7018. Con el propósito de fijar rápidamente el ancla y dar margen a las maniobras del tensado de la misma, se colocan tres cartuchos de resina de fraguado rápido al fondo del barreno y el resto se llena con resina de fraguado lento.

Una vez que fragua la resina rápida, se dispone de 13 minutos más para tensar el ancla. Para este fin, se coloca previamente una placa y tuerca en el extremo roscado para aplicar la tensión de 5 t mediante una pistola de impacto calibrada. La **Figura II.3.3.2-51** presenta el proceso de anclaje en la bóveda de la casa de máquinas.

- Anclaje en las paredes de la caverna

El sistema de soporte de las paredes es a base de anclas de acero de  $f_y = 4\ 200\ \text{kg/cm}^2$ . En general, se especifican patrones sistemáticos de anclas de fricción inyectadas con lechada, con longitudes de 15,00 y 9,00 m y de 37,00 mm de diámetro en barrenos de 76,00 mm.

En las paredes altas verticales de la caverna, las anclas se instalan con una inclinación ligeramente ascendente con patrones sistemáticos especificados; sin embargo, en zonas localizadas de fallas y cuñas potencialmente inestables se especifican patrones adicionales de anclaje intermedios a los de proyecto.



La barrenación para las anclas se realiza utilizando perforadoras tipo track-drill y jumbo electrohidráulico de dos brazos (**Figura II.3.3.2-52**). Durante y posteriormente a la barrenación, se lava con agua a presión toda la longitud del barreno hasta recuperar el agua limpia libre de residuos de perforación.

Previamente a la colocación de anclas, se les colocan a las mismas tres centradores, los cuales consisten en alambroón de  $\frac{1}{4}$ " de diámetro y 10 cm de longitud, colocados alrededor del ancla y espaciados a cada 1,50 m.

A todo lo largo del ancla se instala una manguera flexible de  $\frac{3}{8}$ " de diámetro con la finalidad de desalojar aire y permitir el retorno de la mezcla, lo cual garantiza el llenado de todo el barreno. Además, se coloca una manguera de poliducto de 35 cm, introduciendo 10 cm dentro del barreno y el resto en el exterior.

Después de colocada el ancla, se procede al calafateo con mortero seco en el brocal del barreno, dejando libres las mangueras de inyectado y testigo.

La mezcla de inyección consiste en lechada con agua-estabilizador de volumen-cemento con  $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$  con la siguiente proporción: agua 26 l; interplast “C” 175 g; y cemento puzolánico tipo I, 50 kg. Las propiedades físicas de la mezcla son: fluidez, 9-11 s; y densidad de 1,70 a 1,76  $\text{g/cm}^3$ .

Después de preparar la lechada, se procede al inyectado del ancla utilizando un tanque presurizado. Se deja fluir la mezcla por el poliducto verificando la salida del aire y mezcla por la manguera flexible hasta el llenado total. Finalmente, se le da un doblez y amarre al poliducto y manquera para evitar el retorno de la mezcla. Se debe asegurar, por lo menos, una presión de inyectado de  $5 \text{ kg/cm}^2$  en el tanque presurizado.

Las longitudes y especificaciones del anclaje en la caverna de casa de máquinas se muestran en la **Figura II.3.3.2-53**.

- Drenaje

Este tratamiento consiste en la perforación de barrenos de 9,00 m de longitud y 76,00 mm de diámetro, cuya función es drenar el agua producida por filtraciones y bolsas de agua, canalizando ésta hacia puntos bien definidos, reduciendo la carga hidrostática que soporta la roca. La ubicación de estos barrenos se realiza de manera selectiva en zonas de filtraciones importantes.

#### *Revestimiento con concreto hidráulico*

Acero de refuerzo: El acero de refuerzo que se utiliza en la casa de máquinas se habilita en un patio destinado a este fin, el cual se ubica afuera y en la proximidad de las obras subterráneas; en el interior de la caverna sólo se realiza la colocación de dicho acero, con la finalidad de lograr fluidez en los preparativos para los colados. En la casa de máquinas, el acero se resume a los diámetros  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{4}$ ", 1" y 1  $\frac{1}{2}$ ", con un  $f'y=4200 \text{ kg/cm}^2$ .

Concreto hidráulico: Todo el concreto que se coloca en la casa de máquinas tiene un estricto control de calidad, y se clasifica en las siguientes fases:

- Fase de suministro

**Cemento.-** El cemento que se usa en la elaboración del concreto es del tipo I, colocado a granel por tolvas transportadoras en la planta dosificadora. La descarga del cemento de las tolvas a los silos de almacenamiento se realiza por medio de sopladores (aplicación de aire a presión). Se dispone de silos horizontales y verticales con capacidad de 120 y 70 tn respectivamente.

**Agregados.-** Los materiales pétreos que se emplean en la elaboración del concreto se extraen de diferentes bancos y se transportan a la planta clasificadora, en la cual se obtienen arena, grava 1 ( $\frac{3}{4}$ " ) y grava 2 (1  $\frac{1}{2}$ " ). Estos agregados se transportan y colocan en los bancos de almacenamiento de la planta dosificadora. Estos bancos se delimitan con muros de mampostería para evitar la contaminación entre los agregados y se acondicionan con una pendiente en el piso con el fin de drenar las captaciones de agua y evitar la saturación de los materiales almacenados.

**Agua.-** El agua se obtiene de un cárcamo construido en la proximidad del río y es bombeada a una cisterna, y de ésta, transportada por gravedad al tanque de almacenamiento.

La temperatura del concreto al salir de la planta dosificadora debe ser de 20 °C, con el fin de colocarlo en las diferentes estructuras con una temperatura de 22 a 23 °C, para lo cual se usa hielo tipo escarcha.

El hielo se fabrica en una planta montada junto a la dosificadora con una capacidad de producción de 2 t/h y 100 t de almacenamiento. Dado que la cantidad de hielo empleado en la elaboración del concreto depende de la temperatura ambiental y de la de los materiales, representa, generalmente, del 50 al 70% del volumen calculado para el agua en la dosificación.

**Aditivos.-** En la producción de concretos se utiliza un aditivo reductor de agua en un 0,6% respecto al contenido de cemento (en peso), con el fin de aumentar su resistencia conservando su manejabilidad.

- Fase de fabricación

Todos los concretos de la casa de máquinas se diseñan con una resistencia de 200 kg/cm<sup>2</sup>, con la proporción indicada en la **Tabla II.3.3.2-1**.

**Tabla II.3.3.2-1** Proporción de materiales en el diseño de concretos

Material	Proporción
Cemento	275 kg
Arena	792 kg
Grava 1	630 kg
Grava 2	421 kg
Agua	176 l (50-70% de hielo)
Aditivo	165 l

Los agregados procedentes de los bancos de almacenamiento se depositan en la tolva receptora por medio de cargadores sobre neumáticos. Por medio de una banda transportadora radial se distribuyen a las diferentes tolvas para ser pesados, de acuerdo a la dosificación empleada, y se descargan uniformemente en otra banda con destino a las ollas revolvedoras.

En forma similar, el cemento se pasa de los silos de almacenamiento a los silos pulmón, donde se pesa y se dosifica con los agregados, transportándose en conjunto al mezclado de los mismos por medio de la banda radial.

El agua, hielo y aditivo, se pesan en la báscula y se suministran directamente a las ollas de mezclado.

Una vez que se colocan todos los materiales en el interior de las ollas de mezclado, se fusionan por ésta mediante rotación con una velocidad de 10 a 12 rpm durante 2 min.

- Fase de Transporte

El concreto fabricado se transporta para su colocación en las diferentes estructuras de la casa de máquinas por medio de ollas revolvedoras con capacidad de 5 m<sup>3</sup>.

En general, las fases mencionadas para el concreto hidráulico utilizado en la casa de máquinas, son aplicables para el resto de las estructuras que conforman el proyecto.

- Fase de Concreto en bóveda

Losas de piso.- Una vez concluida la excavación de la bóveda de la casa de máquinas (nivel 39,51 al 49,96), se efectúa la limpieza de una franja de 1 m de ancho en el piso de la excavación, a ambos lados y a todo lo largo de la misma, con la finalidad de colar dos losas que sirven para desplantar las paredes laterales.

Paredes laterales.- Los siguientes elementos por colar son las paredes laterales hasta la elevación 39,51, para lo cual se coloca, posteriormente al armado del acero de refuerzo, cimbras metálicas convencionales del tipo Dalmine autosoportables a base de “sheaboits” y/o “pig tails” con el peralte adecuado y longitud de 24 m. Esta actividad se efectúa simultáneamente en ambos lados de la bóveda, por lo que se requieren dos juegos de cimbra.

El concreto se coloca con motobombas, utilizando para su compactación vibradores de inmersión y de pared. Paralelamente a esta actividad y en ambos extremos se cuelan los tímpanos.

Losa superior (bóveda).-Posteriormente al colado de las paredes laterales, habiendo dejado los preparativos necesarios (traslapes de acero y juntas de colado), se ejecuta el armado de la bóveda con su anclaje necesario, para dar paso a la colocación de una cimbra monolítica de sección de arco superior, construida con soportes y superficie metálica, costillas laterales y atiesadores horizontales convenientemente distribuidos y rigidizados en sus extremos; con ventanas de inspección de 40,00 x 60,00 cm para colado y vibrado, distribuidas alternadamente a lo largo de la cimbra para cubrir de esta manera la superficie total por revestir. Dicha cimbra tiene una longitud de 10,00 m y se ajusta por medio de gatos hidráulicos localizados en la parte superior, corre encima de trucks sobre vía apoyada en el piso de la excavación, en soportes de madera suficientemente rígidos para soportar la carga.

La colocación del concreto se efectúa por medio de motobombas y tubería habilitada en un extremo con un cañón neumático, lo que permite retacar el concreto en el molde, asegurando un llenado total del mismo. Este ciclo es repetitivo hasta cubrir el total de la bóveda.

- Fase de concreto en losas de piso

Cuando las excavaciones de la casa de máquinas se concluyen al nivel 3,64, se inician nuevamente las actividades del revestimiento con el armado de la losa de piso de 25,00 cm de espesor a todo lo largo de la excavación, el cual se efectúa en áreas de 3,50 x 3,10 m con sus juntas de construcción debidamente preparadas; estos son los últimos concretos que se colocan a tiro directo en casa de máquinas.

- Fase de concreto en paredes laterales

Concluidos los colados en los pisos y con el acero de traslape preparado, se da inicio a los armados de las paredes laterales de la excavación.

Cuando los armados concluyen, se colocan cimbras deslizantes, las cuales tienen 20,00 m de longitud y 1,20 m de peralte, en ambos lados. Para el apoyo de la cimbra se prevén barrenos y colocación de anclas a cada 2,50 m a todo lo largo de la excavación.

Teniendo la cimbra en posición, se procede a colar un lado mientras que en el otro se efectúan los preparativos, de tal forma que cuando se termina de colar una de las alas se prosigue con la otra.

En el lado de aguas arriba se realiza el colado hasta la elevación 12,00 (piso de la galería de inspección) y se cambia la cimbra para colar los muros hasta la elevación 39,51. En esta etapa se dejan ahogados bastones de varilla de  $\frac{3}{4}$ " de diámetro a cada 60,00 cm (zona comprendida entre el foso del generador y tubería a presión), los cuales sirven para los traslapes del acero en los segundos colados.

Cuando se efectúa el deslizado en los muros, los bastones tienen que doblarse para posteriormente enderezarse y efectuar la continuación del acero con una limpieza previa.

Del lado aguas abajo se realiza lo mismo con los bastones que se encuentran entre las elevaciones 12,00 y 39,51. La cimbra se reinstala cada vez que se encuentra un escalón hasta llegar a la elevación 39,51 en ambos casos.

- Fase de concreto en galerías de transformadores y buses

Los concretos se ejecutan utilizando la cimbra deslizante y la misma metodología aplicada en la bóveda de la caverna para la losa superior y paredes laterales. Asimismo, paralelamente a estos colados se ejecuta el revestimiento de la galería de buses, del nivel 23,70 al 29,01; para ello se utilizan estructuras para obra falsa y cimbra metálica, ambas del tipo Dalmine o similar.

- Fase de concreto en segundos colados

Una vez concluido el revestimiento de las paredes laterales de la casa de máquinas, se da paso al montaje de la obra electromecánica e inicio de los segundos colados en conjunto con la galería de drenaje, utilizando moldes metálicos fijos en las paredes laterales y una cimbra de media sección circular apoyada en los mismos muros con anclas de 1  $\frac{1}{2}$ " de diámetro. Los colados de dicha galería se inician a partir del cárcamo de bombeo hacia el extremo opuesto. Asimismo, se procede al colado de la galería de inspección, la cual dada su geometría, el colado se efectúa con moldes metálicos autosoportables.

Antes de iniciar los montajes se realiza el revestimiento de la zona de montaje en la elevación 29,50 (piso de excitadores), y posteriormente a esta actividad se montan los codos de aspiración y se realizan los colados que alojan dichas piezas.

Para el revestimiento de la galería de charolas se utiliza cimbra convencional, debido a las piezas que quedan ahogadas en esta estructura. El colado se realiza después de que se ejecutan los armados del piso del foso del generador y del piso de excitadores.

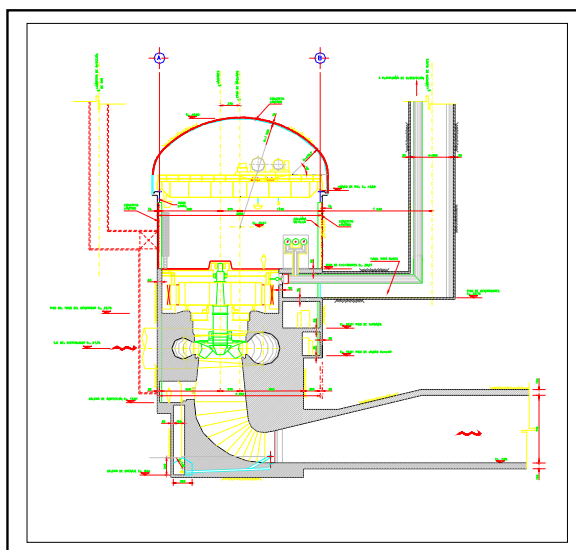
Todos los concretos que se colocan en casa de máquinas son conducidos a las diferentes estructuras por medio de ollas revoledoras que descargan en una tubería vertical colocada en una lumbrera de ventilación. Esta tubería es de acero cédula 40 y 10” de diámetro con descarga a un tanque amortiguador, y de éste a una tolva receptora con capacidad de 6,00 m<sup>3</sup>, dispuesta de tal forma que pueda vaciar a las ollas revoledoras para conducir el concreto al sitio de colocación.

En la **Figura II.3.3.2-54** se muestra el proceso de armado y colado en las paredes laterales de la caverna de casa de máquinas. En la **Figura II.3.3.2-55** se aprecia el armado para segundos colados.

- Fase de concreto en losas de entrepiso

Entre cada unidad se tienen que construir losas de concreto armado, para lo cual se usan estructuras del tipo tubular, Dalmine o similar, que actúan como obra falsa.

Todos los concretos que se colocan en estas etapas son bombeados utilizando instalaciones apropiadas, tuberías de aluminio de 5” de diámetro con conexiones rápidas, y un tramo de manguera flexible al final de la tubería para facilitar la colocación del concreto.



**Figura II.3.3.2-40** Corte transversal de la caverna de casa de maquinas

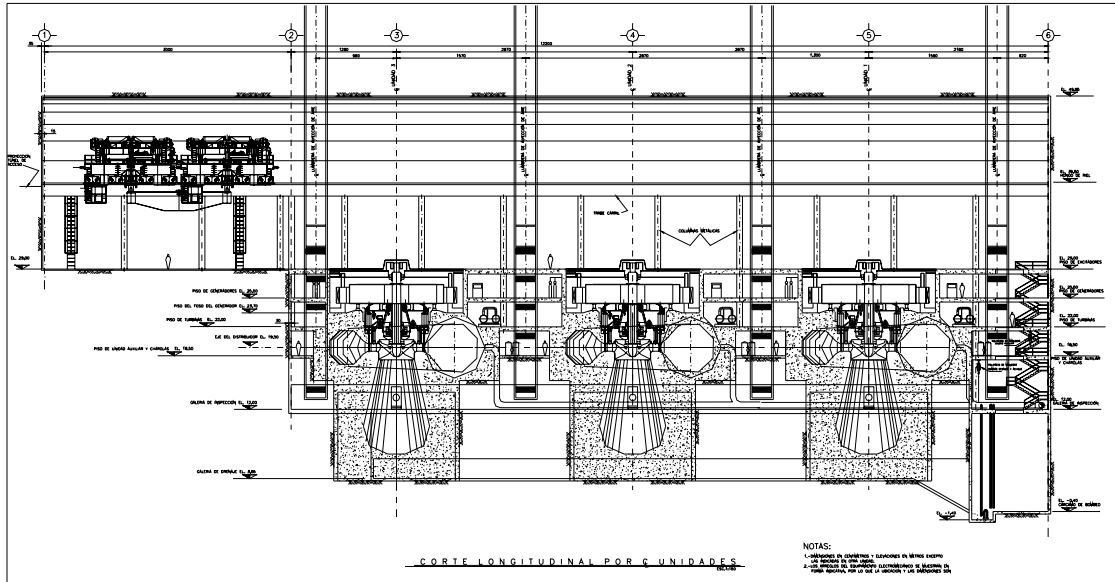


Figura II.3.3.2-41 Corte longitudinal de la caverna de casa de máquinas



Figura II.3.3.2-42 Foto de un proyecto que ejemplifica un Túnel de acceso a casa de maquinas y bifurcación a túneles auxiliares

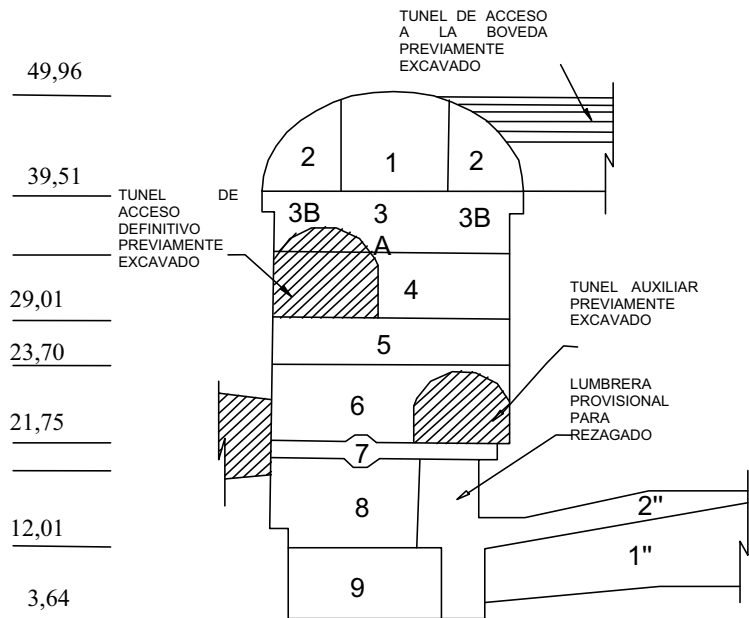


Figura II.3.3.2-43 Resumen de las etapas de excavación de la caverna de casa de máquinas



**Figura II.3.3.2-44** Foto de un proyecto que ejemplifica la Excavación de la bóveda de la caverna de casa de máquinas



**Figura II.3.3.2-45** Foto de un proyecto que ejemplifica la Excavación de banquetes de la caverna de casa de máquinas. Etapa 3



**Figura II.3.3.2-46** Foto de un proyecto que ejemplifica la Excavación de túnel auxiliar a tuberías a presión y tímpano norte de casa de máquinas



**Figura II.3.3.2-47** Foto de un proyecto que ejemplifica la Excavación túnel piloto de aspiración. Al fondo se observa el foso de una de las unidades en casa de máquinas

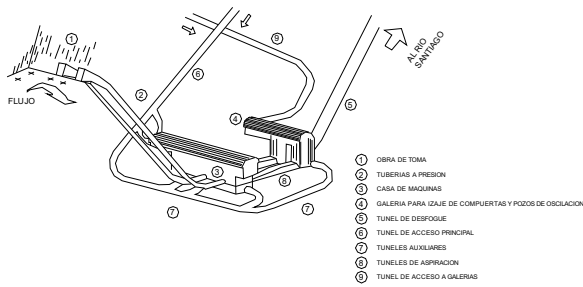


**Figura II.3.3.2-48** Foto de un proyecto que ejemplifica la Excavación de túneles de aspiración



**Figura II.3.3.2-49** Foto de un proyecto que ejemplifica la Excavación de los fosos de las unidades de casa de máquinas





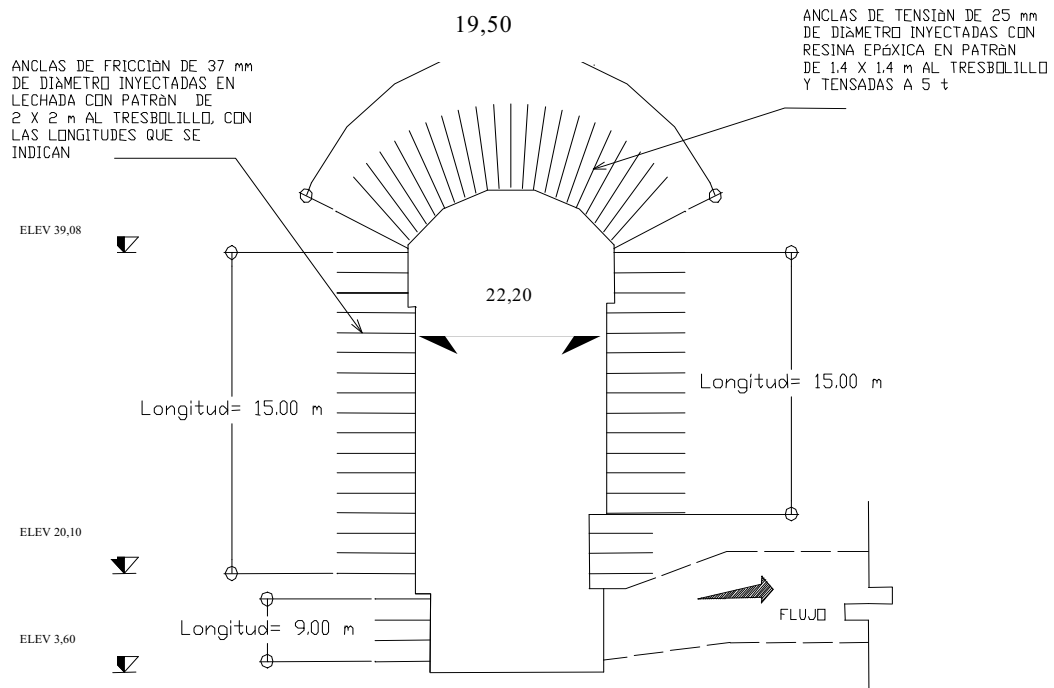
**Figura II.3.3.2-50** Excavación de los fosos de las unidades de casa de máquinas

**Figura II.3.3.2-51** Foto de un proyecto que ejemplifica la Colocación de anclas con track-drill en la bóveda de la caverna de casa de máquinas



**Figura II.3.3.2-52** Foto de un proyecto que ejemplifica la Barrenación para anclaje en las paredes de la caverna. Al fondo se nota el túnel auxiliar al tímpano norte de la casa de máquinas.





**Figura II.3.3.2-53** Anclaje en la caverna de casa de máquinas



**Figura II.3.3.2-54** Anclaje en la caverna de casa de máquinas



**Figura II.3.3.2-55** Foto que ejemplifica un Anclaje en la caverna de casa de máquinas

### II.3.3.2 Construcción (procedimiento constructivo)

#### b) Obras de generación

##### Galería de oscilación

###### *Excavaciones y/o cortes*

Debido a que esta estructura consiste en una galería cuyos frentes de excavación son subterráneos en un macizo rocoso, se usa el método de excavación a base de explosivos.

La excavación de la galería se ataca en su primera fase a través de un túnel de acceso definitivo a galerías, de sección portal de 8,00 m x 8,00 m y 25,00 m de largo. Este túnel conduce al piso de la galería para izaje de compuertas (nivel 51 msnm).

La **Figura II.3.3.2-56** muestra un resumen de las etapas de excavación de la galería para izaje de compuertas y galería de oscilación.

- Excavación de la galería para izaje de compuertas

La estructura tiene una dimensión de 85,00 m de largo en sección portal de 16,00 m x 10,00 m, comunica a la galería de oscilación. Las técnicas empleadas en la excavación de esta galería, relacionadas con la barrenación, plantillas de voladuras, cargas con explosivos y tipo de explosivos utilizados, son similares a las que se emplean para la excavación de la bóveda de casa de máquinas, descritas anteriormente. En la **Figura II.3.3.2-57** se observa la conclusión de la excavación de esta estructura.

- Excavación de la galería de oscilación

La galería tiene las dimensiones de 85,00 m de largo por 16,00 m de ancho. Debido a que la excavación de estas estructuras se realiza utilizando una máquina contrapocera, su ejecución se realiza por dos frentes de ataque: el primero por la parte superior, a partir de la conclusión de la galería para izaje, iniciando en el piso de la misma (nivel 15,40 msnm); el otro frente de ataque, cuyo ingreso es por el túnel que cruza los pozos de oscilación en su parte baja, el cual se deriva del túnel de acceso a la parte inferior del tímpano norte de la caverna de casa de máquinas, sirve para la instalación de la rima de la contrapocera y para la extracción de la rezaga producto de la excavación (**Figura II.3.3.2-58**).

El procedimiento que se utiliza para la excavación de estas estructuras es idéntico al que se emplea en la excavación de los tramos verticales de la tubería a presión, en sus tres etapas: perforación del barreno piloto y excavación del pozo piloto con contrapocera a sección 2,44 m de diámetro, ampliación del pozo piloto, y ampliación a sección completa; ambas ampliaciones de 11,25 m de diámetro excavadas con uso de explosivos. De igual forma, la excavación de las lumbreras de ventilación y cables se realiza de forma idéntica a la empleada en estas estructuras en sus primeras dos etapas: perforación del barreno piloto y excavación del pozo piloto con contrapocera a sección 2,44 m de diámetro.

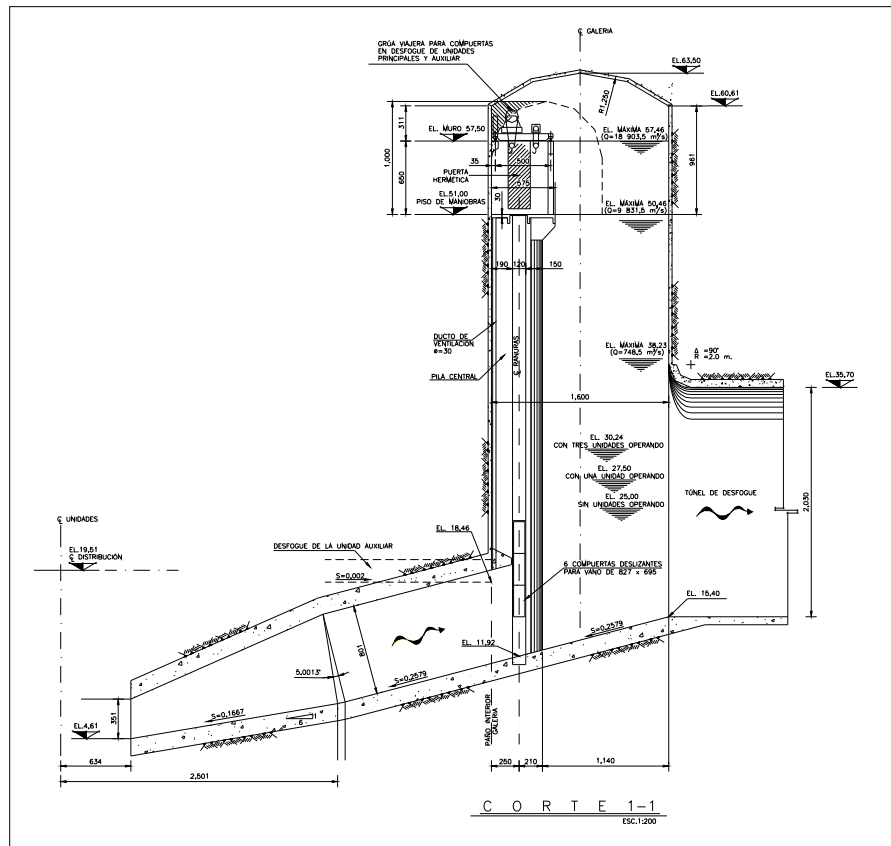
###### *Revestimiento con concreto hidráulico*

El revestimiento con concreto de estas estructuras se realiza utilizando el sistema de cimbra deslizante, para lo cual es necesario tener armadas las parrillas de acero de refuerzo, tanto

longitudinal como transversalmente, en una altura promedio de 40,00 m arriba de los niveles de colado.

El procedimiento utilizado para el revestimiento de estas estructuras es similar al que se emplea en la construcción de las torres de compuertas de la obra de toma, descrito anteriormente. La colocación del concreto se realiza con dos bombas estacionarias; una de ellas ubicada en parte baja de la galería (elevación 15,40 m), cuya excavación se deriva de la construcción del túnel de acceso a la parte inferior del tímpano norte de la caverna de casa de máquinas; la otra bomba se instala en el piso de la galería para izaje de compuertas de la galería (elevación 51,00 m). El concreto se conduce mediante tubería de 6” extendida desde los frentes de bombeo señalados.

La colocación del concreto se efectúa en capas de 20,00 cm como máximo distribuyéndose en forma uniforme en toda la superficie. El acomodo y liga de las capas es con vibradores de inmersión de 2½”. La velocidad del deslizado es de 0,25 m/h. En la **Figura II.3.3.2-59** se aprecia el proceso de armado y colado de estas estructuras.



**Figura II.3.3.2-56** Corte longitudinal de la galería para izaje de compuertas y pozos de oscilación



**Figura II.3.3.2-57** Foto de un proyecto que ejemplifica la Excavación de la galería para izaje de compuertas



**Figura II.3.3.2-58** Foto de un proyecto que ejemplifica la Inyección de anclaje en muros y carga de explosivos en banquero del túnel de desfogue



**Figura II.3.3.2-59** Foto de un proyecto que ejemplifica las Etapas de excavación del túnel de desfogue

### II.3.3.2 Construcción (procedimiento constructivo)

#### d) Obras de generación

##### Túnel de desfogue

###### *Excavaciones y/o cortes*

Dadas las dimensiones de este túnel (295,59 m de largo en sección portal de 16,00 x 20,30 m), la excavación se realiza básicamente en tres etapas (**Figura II.3.3.2-60**): etapa 1: piloto bóveda, etapa 2: ampliación bóveda, y etapa 3: banqueo.

El procedimiento inicial para la excavación consiste en atacar el canal de salida y al concluir este paso, entrar al túnel con un cuarto de sección por medio de voladuras cortas y controladas, excavando sólo  $\frac{1}{2}$  sección izquierda de la bóveda hacia aguas arriba (etapa 1). Posteriormente se ejecuta la excavación de la  $\frac{1}{2}$  sección derecha de la bóveda (etapa 2), con un desfase entre éstas de 30 m, tal como se muestra en la **Figura II.3.3.2-61**. La excavación en bóveda se continúa de esta manera hacia aguas arriba hasta llegar a la galería de oscilación. Concluida esta excavación se procede a ejecutar los banqueos a sección completa.

Toda la excavación (bóveda y banqueos) del túnel de desfogue se ejecuta por medio de voladuras controladas. La barrenación del frente de excavación en su totalidad es horizontal y se realiza utilizando jumbo electrohidráulico de tres brazos. El sistema de postcorte es obligatorio tanto en la clave de la bóveda como en las paredes del túnel. La longitud de barrenación en toda la sección es de 3,20 m con diámetros de 47,60 mm y 76,20 mm.

La plantilla de voladura para la sección correspondiente al piloto de la bóveda se diseña con cuña al centro. En dicha cuña se utiliza sólo explosivo hidrogel, mientras que en el resto de los barrenos, incluyendo aquellos de los banqueos, se utiliza una combinación de ANFO e hidrogel. En los barrenos del contorno (postcorte) se utilizan cargas espaciadas de hidrogel.

Toda la excavación de este túnel se realiza de manera alternada con los tratamientos de la roca, siendo éstos condicionantes, en situaciones específicas, para poder continuar la excavación en sus distintos ciclos, tal como se observa en la **Figura II.3.3.2-62**.

En general, las técnicas empleadas en la excavación del túnel de desfogue, relacionadas con la barrenación, plantillas de voladuras, cargas con explosivos y tipo de explosivos utilizados, son semejantes a las que se emplean para la excavación de la bóveda de casa de máquinas, descritas anteriormente.

###### *Revestimiento con concreto hidráulico*

Antes de iniciar los trabajos del revestimiento de muros y bóveda, se realiza el colado de las losas de piso en dos partes (por mitad del túnel) en el sentido longitudinal, dejando expreso una guarnición de 70 cm de altura para el apoyo y apañamiento de la cimbra deslizable “jumbo”, obligando a un claro efectivo entre ambos muros de 16,00 m.

Ya instalada la cimbra, el suministro del concreto a la estructura se realiza con una o dos bombas, teniendo dos líneas de tubería independiente una de otra, o casi sólo se utiliza una bomba conectada a una válvula de paso; además, codos y válvulas para continuar las descargas o vaciados por ventanas (ubicadas estratégicamente a tresbolillo) que presenta la cimbra; continuando la tubería por la parte externa del “jumbo” hasta llegar a la parte baja de la clave y

“cañonear” el concreto (empujar el concreto con aire presurizado), logrando así el empaque y llenado total entre la cimbra y la roca.

El desarrollo de la transición en la curva se realiza con cuerdas de 6 m, más un alerón adecuado para suavizar los puntos en tangente entre cuerdas.

- Colado de losas de piso y guarniciones

Los colados se desarrollan por etapas para dar paso al tráfico vehicular. Se preparan tramos entre 25 y 40 m lineales a media sección transversal de 8 m, dejando cimbrada la llave o junta que une ambas secciones. En los costados se cimbra una guarnición de 70 cm para dar apoyo a la cimbra con la cual se ejecuta el colado de muros y bóveda.

Los andamios se apoyan en medias cañas; éstas se atornillan en tuercas soldadas al acero de refuerzo dando así el recubrimiento especificado. El tipo de acabado en las losas de piso solicitado en el proyecto es el F4, el cual se da iniciándolo con llana metálica y terminándolo con una pulidora de gasolina. Los curados se prevén con oportunidad colocando papel húmedo encima de la membrana de curado, e inmediatamente después arena; 7 días son suficientes para dar paso al tránsito sobre la estructura; la decisión se toma con base en pruebas de resistencia realizadas en el laboratorio.

- Muros y bóveda del túnel

La cimbra metálica deslizante utilizada recibe el nombre de “jumbo”; se compone principalmente de una estructura o esqueleto que soporta la lámina dando así la forma de muros y bóveda en tres partes: una vertical para el muro, otra en transición y la última que da a la mitad o centro de la clave (**Figura II.3.3.2-63**). Estas piezas, previamente soldadas entre sí, tienen seis gatos hidráulicos por lado, los cuales proporcionan movimiento y extensión a la cimbra. Cuñas metálicas la rigidizan impidiendo cualquier movimiento.

El tener dimensiones de 20,30 m de alto, 16,00 m de ancho, exige la necesidad de no solamente usar los gatos sino también apuntalar con otro tipo de accesorios la parte inferior de la estructura; ya que el empuje del concreto fresco abre y desapaña la cimbra. La utilización de los gatos hidráulicos facilita la ubicación de la cimbra a los ejes y niveles de proyecto.

El suministro del concreto a la estructura se efectúa con dos bombas estacionarias funcionando con pistones hidráulicos, con tuberías independientes y tres tiros o caídas, cada una debidamente ubicada para la descarga del concreto dentro de la cimbra. Primeramente se llenan los muros (ambos lados), compactando el concreto con vibradores de 3” de diámetro accionados con aire a presión de 8000 rpm; una válvula de paso da continuidad a la tubería y a la subida del concreto hasta llegar a la transición entre muro y bóveda; posteriormente, se realiza un cambio de tubería conectándose a otra línea cada bomba, y por el frente llega a la parte alta del tapón de madera entre el acero de refuerzo y la roca, facilitando así el empaque y vibrado del concreto, aún cuando se “cañonea” (empujar el concreto con aire presurizado), pues el uso de vibradores de pared o de contacto accionados con aire, da un mejor acomodo de la mezcla y apariencia al acabado. La **Figura II.3.3.2-64** muestra este proceso de revestimiento.

Para mejorar el empaque de la clave entre cimbra y roca se diseña una mezcla más fluida y de igual resistencia, con  $f'c=250 \text{ kg/cm}^2$ , revenimiento  $16^{+2} \text{ cm}$  y agregado máximo  $\frac{3}{4}$ , capaz de facilitar el acomodo en las zonas de difícil acceso.

En el laboratorio se determina, mediante pruebas, que siete horas son suficientes para iniciar el descimbrado del tapón aguas abajo, procediendo al escarificado en fresco pero sin alcanzar el nivel bajo del concreto sin fraguar. Asimismo, 18 horas después de terminado el colado, pueden aflojarse los gatos y mover la cimbra para preparar el siguiente tramo. El movimiento se realiza de la siguiente manera:

Toda la estructura se apoya en ruedas de acero y éstas sobre rieles, un cargador frontal lo jala con un estrobo de acero, ubicando la cimbra donde previamente se marca topográficamente, quedando apoyada aproximadamente 15 cm en el colado anterior. Los tramos colados comprenden 6 m de longitud.

En los traslapes entre cimbra y concreto generalmente aparecen desapañamientos o aberturas que el calafateo con papel no cubre, y se presentan bordos y topes en la junta de construcción entre el concreto viejo con el nuevo. Igualmente ocurre en el traslape de la cimbra con la guarnición en la transición de la curva, ya que las cuerdas de éstas no coinciden con las que se exigen para la colocación de la cimbra provocando el mismo problema.

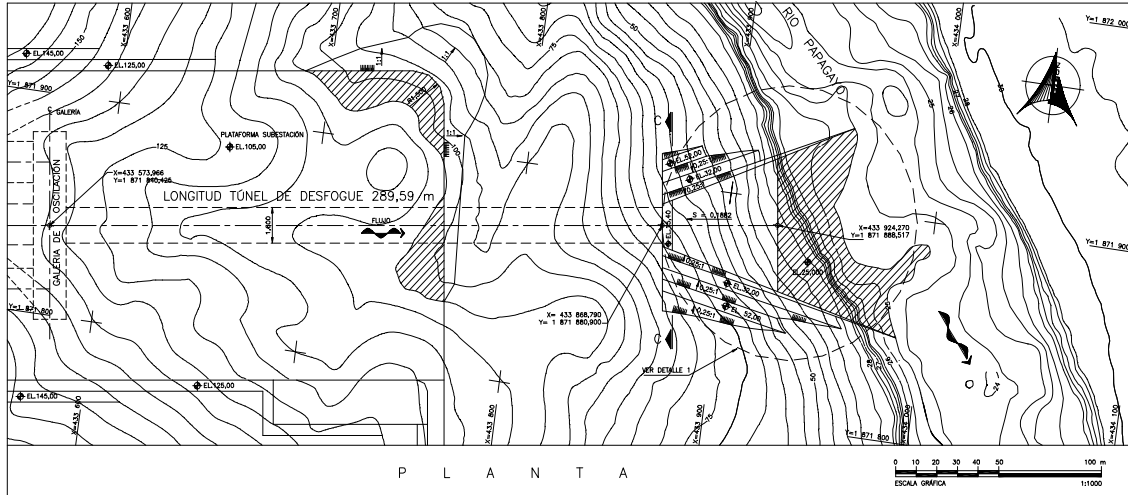
La solución para corregir esta anomalía es primeramente soldar una lámina al perímetro de la cimbra y forzar una transición incrustando cuñas de madera entre la lámina y la cimbra hasta topar con el concreto viejo. Otra forma que ayuda a reducirlo es bajar la velocidad de colado a 20 m<sup>3</sup> por hora hasta una altura suficiente donde el empuje del concreto no perjudique.

El tiempo que transcurre entre colado y colado en tramos normales es de aproximadamente 50 horas, ya que en las zonas de transición de la curva y en los marcos a la salida del túnel, el grado de dificultad en la preparación es mayor.

- Entronque en galería de oscilación y túnel de desfogue
  - Transición en muros.- El uso de una cimbra curva es la solución para dar la forma al entronque de las dos estructuras (túnel de desfogue y galería de oscilación). En todas las alzadas se utiliza motobomba para la colocación del concreto en pequeños volúmenes. A las 12 horas se aflojan los sheabolts y a las 24 horas la cimbra, realizando el curado primeramente con agua y después con membrana (curacreto). La compactación se efectúa con vibradores eléctricos, cuidando la colocación y sujeción de la banda de PVC. La resistencia del concreto es de  $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$ , igual que en la galería de oscilación.
  - Transición de bóveda.- Para la realización de este colado es necesario utilizar una cimbra exclusiva capaz de complementar las transiciones, tanto en el sentido vertical como en el horizontal (clave).

Es necesario apoyar la cimbra arriba del “jumbo” utilizado para el colado de muros y bóveda del túnel de desfogue. El troquelamiento dentro de la estructura se logra a base de sheabolts. El concreto se suministra por una motobomba, y ya en el interior, una válvula de paso permite dos descargas; una para cada lado (muro) hasta llegar a la parte central de la clave, donde se procede al retiro de la válvula. La ubicación y entrada por una ventana, localizada lo más arriba posible de la cimbra, facilita el cañoneo y el empaque, dificultándose el llenado solamente en la zona de la banda de PVC, la cual se localiza muy cercana al perímetro superior de la cimbra. La mezcla utilizada se diseña con revenimientos de 10+2 cm y de 12+2 cm, al inicio y al cierre, respectivamente.





**Figura II.3.3.2-60** Planta topográfica de la galería de oscilaciones y túnel de desfogue



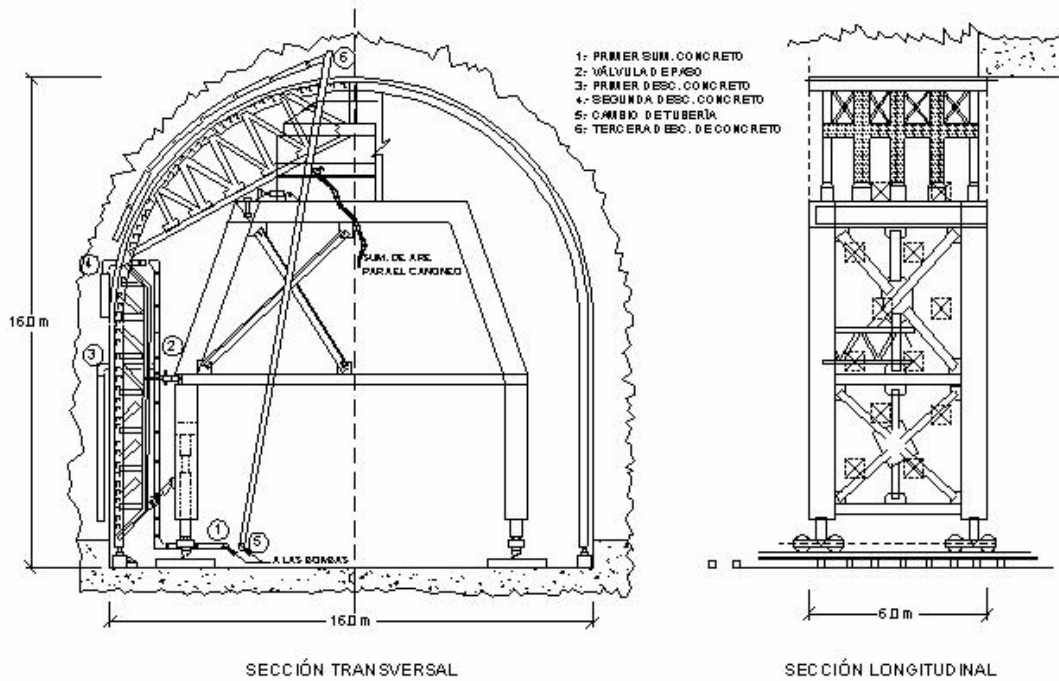
**Figura II.3.3.2-61** Foto de un proyecto que ejemplifica la Excavación de la ½ sección derecha de la bóveda (etapa 2), con un desfaseamiento entre éstas de 30 m



**Figura II.3.3.2-62** Foto de un proyecto que ejemplifica el Corte longitudinal de la galería para izaie de compuertas y pozos de oscilación



**Figura II.3.3.2-63** Foto de un proyecto que ejemplifica el Montaje de piezas centrales para colado de la clave del túnel. Proceso de colado de muros y bóveda



**Figura II.3.3.2-64** Proceso de colado de muros y bóveda

### II.3.3.2 Construcción (procedimiento constructivo)

#### d) Obras de generación

##### Lumbreras

###### *Revestimiento con concreto hidráulico*

En general, el procedimiento utilizado para el revestimiento de las lumbreras de ventilación y cables es similar al usado en los pozos de oscilación, mediante la utilización del sistema de cimbra deslizante.

La cimbra utilizada es duela machimbrada, con dimensiones de 1,20 m de altura y diámetro de proyecto. En la parte inferior se dispone de una plataforma de acabado y reparación, comunicada con otra plataforma de trabajo por medio de escalera marina. El armado con acero de refuerzo se coloca tal como se muestra en la **Figura II.3.3.2-50**.

La colocación del concreto se realiza por medio de bacha de 1,00 m<sup>3</sup> de capacidad, auxiliándose con un malacate de 10 tn. El desarrollo de este proceso se lleva a cabo de la siguiente manera: la olla revolvedora llega a la parte superior de las lumbreras, descargando el concreto por medio de tolva y canalón a la bacha, la cual se ubica en una plataforma de maniobras. Enseguida, por medio de un cable guía, se baja la bacha descendiendo por el centro del pozo. Dadas las dimensiones de las lumbreras (2,40 m), no es posible contar con un dispositivo para repartir el material acarreado con la bacha, por lo que se utiliza la misma cimbra para depositar el concreto de la bacha y colocarlo a pala en su sitio. El concreto se vacía en todos los lados de la cimbra con el mínimo de maniobras y se compacta con vibrador. El control de la bacha para subir, bajar y parar se lleva a cabo mediante un timbre. En estas estructuras se obtienen deslizados de 0,26 m/h. El deslizado de la cimbra se realiza con gatos hidráulicos del tipo 501.



**Figura II.3.3.2-65** Foto de un proyecto que ejemplifica la Colocación de acero de refuerzo para el revestimiento con concreto en lumbreras

### II.3.3.2 Construcción (procedimiento constructivo)

#### d) Obras de generación

##### Subestación elevadora

###### *Construcción*

El lugar que se requiere para ubicar el equipo necesario que se requiere en la subestación elevadora esta propuesto en el exterior por razones de seguridad, además considerando que las obras de generación se encuentran en la margen derecha, se localiza casi prácticamente arriba en la casa de maquinas en una plataforma con elevación de plantilla en la cota 105 y un área de 34 520 m<sup>2</sup>, véase **Figura II.3.3.2-66** y **Plano No 23, Anexo 1**.

###### *Zapatas aisladas*

Para realizar el colado en estas estructuras se requiere escarificar la reposición de roca que sirve para el desplante. El colado se realiza con motobomba, usando cimbra convencional con acabado común.

###### *Columnas*

Estas estructuras son coladas con motobomba, utilizando un concreto con revenimiento alto (16<sup>+2</sup> cm) debido al exceso de acero de refuerzo. Para la descarga del concreto se utiliza manguera flexible, teniendo el tiro lo más cerca posible del sitio de colocación para evitar la segregación en las juntas. El acabado en las columnas es aparente.

###### *Muros de concreto*

Estas estructuras, con un ancho de 15 cm, se constituyen de un armado de doble parrilla de acero de refuerzo. El colado del concreto se realiza con motobomba con descarga mediante mangueras flexibles y uso de vibradores para su compactación. El concreto se coloca en capas con espesores de 30 a 40 cm, realizando la compactación lo mejor posible para evitar segregaciones y cacarizos del concreto.

###### *Losas*

Las losas de piso se construyen sobre el terreno natural, utilizando malla como tapón, lo cual facilita la preparación de los tramos. El colado se realiza con uso de motobomba. Para esto se preparan los tramos por colar con apoyo de medias cañas para las guías y andamios, descargando el concreto en la parte más alejada con recorrido hacia la motobomba. La compactación del concreto se realiza con vibradores. El material en exceso se retira al momento de pasar la regla por las guías, dando así el primer aplanado, para posteriormente darle el acabado pulido definitivo. Las losas de entepiso se cuelan de la misma manera.

En la losa de azotea se emplea un procedimiento diferente debido al sistema utilizado; los edificios 13,8/115 y 400 kV se conforman de estructuras metálicas a base de losacero. Las juntas de expansión se preparan a cada 5,00 m, de tal forma que el concreto se coloca intercaladamente. En este colado se utiliza motobomba, sin usar andamios ni guías para la colocación del concreto, dado el espesor establecido de 10,00 cm. Para dar los niveles se usa escantillón.

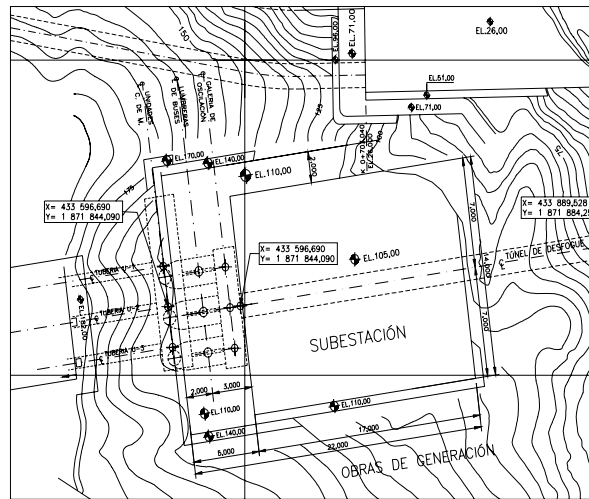


Figura II.3.3.2-66 Localización en maqueta de la subestación

### II.3.3.2 Construcción (procedimiento constructivo)

#### e) Obras de excedencias

La planta topográfica, detalles, drenaje, se esquematizan en los planos del No. 19 al No. 22 y las actividades que comprende esta obra son:

##### *Excavaciones y/o cortes*

Las obras de excedencias, ubicadas en la margen derecha del río Papagayo, se construyen mediante excavación a cielo abierto, en su mayoría con uso de explosivos, y están divididas en las siguientes estructuras (**Figura II.3.3.2-67**):

- Canal de llamada
- Zona de control
- Canal de descarga
- Cubeta deflectora
- Tanque

Canal de llamada de sección rectangular de 105,40 m de ancho y 638,00 m de longitud. Se propone excavar ambos lados del canal con talud vertical y banquetas de 5,00 m de ancho a cada lado. La altura máxima de los cortes en los taludes alcanza 90,00 m en las dos márgenes.

La excavación se realiza teniendo como prioridad llegar hasta el nivel de desplante de las estructuras de concreto en la zona de control, con avances en la excavación de los banquetes en forma de pirámide invertida, con rampas de acceso a las diferentes banquetas o plataformas para el acarreo del material a los sitios destinados. El material aprovechable (rezaga y sobretamaño) producto de la excavación es enviado para su colocación a la cortina y el no aprovechable se envía al banco de desperdicio.

- Excavación sin uso de explosivos

Esta excavación consiste en la remoción del material suelto e intemperizado y de la roca alterada por medio de tractores D8N, hasta dejar expuesta la superficie de la roca sana. El proceso se efectúa a partir de los niveles de desplante de las estructuras; el material producto del corte se balconea hacia la parte baja y se acumula en plataformas del terreno natural que se acondicionan para la carga y acarreo por medio de cargadores y camiones fuera de carretera. Previamente se forman caminos provisionales de acceso por la ladera de la margen derecha desde aguas abajo y se comunican con caminos para construcción para el transporte del material hacia el banco de desperdicio mencionado anteriormente.

El objetivo de esta actividad es dejar expuesta la superficie de la roca para que a partir del perfil resultante la excavación continúe con uso de explosivos hasta cumplir con las líneas de proyecto.

- Excavación con uso de explosivos

El procedimiento de barrenación para la excavación se lleva a cabo utilizando el sistema de precorte para la delimitación de líneas de las banquetas o bermas, ubicadas en las diferentes elevaciones de acuerdo al proyecto. Para ello, se emplea equipo de perforación track-drill con un diámetro de barrenación de 76,20 mm y 10,00 m de profundidad.

Para el caso de los banquetes se realiza barrenación abierta con track-drill equipado con martillo de fondo, 92,40 a 114,30 mm de diámetro, de acuerdo al patrón de la plantilla de excavación y con el objeto de obtener materiales con diferentes tamaños según el requerimiento de la cortina. Los explosivos usados son una combinación de ANFO e hidrogel. Las cargas máximas de explosivos por tiempo se limitan de acuerdo con la proximidad de los sitios de detonación con los taludes definitivos y las estructuras principales. Los banquetes se ejecutan de 10 m de altura sin retirar de inmediato el material, ya que éste sirve de apoyo para la colocación del equipo que se utiliza en los tratamientos de la roca en los taludes. En la **Figura II.3.3.2-67** se observa el proceso de excavación de estas estructuras.

En general, el procedimiento utilizado para la excavación de estas estructuras es idéntico al usado en la obra de toma. Asimismo, las excavaciones en la zona de la subestación de las obras de generación se efectúan utilizando este procedimiento de construcción.

#### *Revestimiento con concreto hidráulico*

El revestimiento de las obras de excedencias se inicia cuando las excavaciones lo permitan, se encuentren en los niveles de proyecto y a una distancia suficiente que permita trabajar sin riesgos.

Para tal efecto, se plantea instalar una planta de producción de concreto, con una capacidad de 30,00 m<sup>3</sup>/h, para los colados en la zona de control y contar con el área necesaria para almacenamiento de los agregados, mismos que son sometidos a proceso de trituración, cribado y lavado, de tal forma que cumplan con los requerimientos especificados.

El transporte del concreto de la planta al sitio de colocación se efectúa en olla revolvedora montada sobre camión con capacidad de 5,00 m<sup>3</sup>, con un acarreo promedio no mayor de 1,00 km.

Antes de iniciar cualquier actividad relacionada con el revestimiento de concreto de todas y cada una de las estructuras de la obra de excedencias, se checan niveles, se retira todo el material suelto por medio de equipo neumático y posteriormente se procede al armado del acero de refuerzo.

En lo que se refiere a las formas o cimbras para las diferentes estructuras por colar, se emplean las siguientes:

- Cimbra convencional formada por cerchas y tableros de triplay de 1,22 X 2,44 m, con bastidores de barrote de 2,00" X 4,00".
- Cimbra tubular dalmine o similar, o cimbramex, formada por marcos metálicos y tableros de madera ajustados con tornillería y/o mariposas.
- Cimbra deslizante de gran movilidad para superficies masivas repetitivas, que por su geometría permitan su uso para lograr ahorro en tiempo.

En los dos primeros casos se aplica a la superficie de contacto de la cimbra una membrana lubricante que evite la adherencia de ésta con el concreto. En el caso de las deslizantes, pueden ser estructuradas de madera con forro metálico sobre bastidores guía móviles, con el objeto de poder garantizar un acabado que cumpla con las especificaciones.

En todos los casos se realiza un troquelado de cimbras por el método más conveniente, con lo cual se evitan deformaciones en los perfiles de las estructuras. Teniendo listos los moldes, se procede a la limpieza final antes de la colocación del concreto, la cual se efectúa con agua y

chorro de aire comprimido, lo que permite retirar de la superficie por colar alambres sueltos, pedazos de madera, y todos aquellos objetos extraños que pudieran restar calidad al concreto.

Para la colocación del concreto se utilizan los diferentes métodos que a continuación se describen:

- Tiro directo efectuado por las mismas ollas revolventoras, con uso de canalones y/o bachas para su distribución.
- Por medio de bandas transportadoras, bombeando el concreto a través de tuberías de aluminio de 5,00” de diámetro, conectadas entre sí por medio de abrazaderas o conexiones rápidas y un tramo de manguera flexible al final de dicha tubería para permitir su fácil colocación.

Para la compactación de concreto se utilizan vibradores de inmersión del tipo neumático, eléctrico y/o combustión, de diámetro acorde al tipo de armado para tener acceso libre entre éste. Se utilizan también vibradores de contacto para las zonas de difícil acceso y para los acabados aparentes.

Cuando el concreto adquiera el mínimo de resistencia requerido, se procede a realizar el descimbrado e inmediatamente después, se aplica la membrana de curado designada para la protección de dichas estructuras de concreto. También se procede a la preparación de la junta de construcción para el siguiente colado. Esta preparación consiste en retirar todos los restos de lechada (con cualquiera de los métodos conocidos) para dejar el agregado expuesto (vivo), para cuando se inicie el siguiente colado. En dicha junta de construcción se aplica un aditivo que permita la liga o adherencia entre el concreto viejo y el concreto nuevo.

Los revestimientos en las obras de excedencias se realizan con la secuencia que a continuación se describe:

- Estructura de control

Se inicia el revestimiento de la estructura de control con la construcción de la losa en el cadenamiento km 0+000 al K -16+690 en la elevación 158,60, cuyo colado se realiza en secciones, utilizando cimbra de madera del tipo convencional provista con llaves de cortante para las juntas de construcción, mismas que son tratadas con el aditivo especificado.

La colocación del concreto se efectúa a tiro directo desde las ollas revolventoras y/o con equipo de bombeo; ya sea una bomba sobre camión o una bomba estacionaria.

En las estructuras de control se construyen primeramente las pilas intermedias, utilizando cimbra deslizante de caras paralelas a partir del eje del cimacio y cimbra convencional en el eje del cimacio, en la zona de cambio de sección de las pilas.

Los colados se efectúan en tramos de 3,00 m de altura, lo que permite ir moviendo los moldes en la zona de ampliación de las pilas. Entre colado y colado se preparan las juntas de construcción para dejar el agregado expuesto y se aplica el aditivo de la liga previamente al siguiente colado. Los moldes de la cimbra deslizante tienen una sección de 1,20 m de altura, y los de la cimbra convencional son armados a sección completa.



En la estructura de control, el concreto es bombeado para su colocación, y en su fabricación se le añade aditivo fluidizante para facilitar su manejo y colocación a diferentes alturas de las pilas.

La **Figura II.3.3.2-68** presenta una vista de esta estructura en proceso de construcción

- Cimacio

Inmediatamente después de la construcción de las pilas, se inician los colados masivos en el cimacio. Los colados se efectúan en diversas etapas incluyéndose el dentellón del atraque. Una vez terminados, se está en condiciones de armar y cimbrar la galería de inspección que pasa por el eje del cimacio, utilizando cimbra convencional. Cimbrada la galería, se realizan los colados bombeos y a tiro directo, dependiendo de las elevaciones de los diferentes colados que se realicen en el cimacio. En los remates del cimacio se utilizan cimbras a base de cerchas, lo cual facilita la colocación y el acabado del concreto en esa zona de la estructura.

- Canales de descarga, muro divisorio y muros laterales

Previamente al colado de las losas de piso de los canales vertedores, se instala una malla formada con tubos de concreto perforados de 20,00 cm de diámetro y empacados en un filtro de grava - arena con el objeto de lograr el drenaje de la estructura. Esta tubería es distribuida en líneas espaciadas a cada 10,00 m, tanto en sentido transversal como en sentido longitudinal, y los aportes se recogen en una galería o colector principal.

La construcción de los canales de descarga se realiza por medio del colado de losas de 10,00 x 9,40 m. Simultáneamente se construyen las losas con el muro divisorio y los muros laterales; conservando siempre un avance en las losas de 80 m aproximadamente, debido a que los colados de las losas son alternados, tal como se aprecia en la **Figura II.3.3.2-69**. En los colados de estos canales se utilizan distintos tipos de cimbra: cimbra fija, deslizante y jumbo metálico, entre otros. La colocación del concreto se realiza utilizando los métodos normales: tiro directo, canalón, bombeado y con banda.

Por otra parte, en el desplante de la estructura vertedora se coloca un tapete de consolidación, ejecutado mediante un tratamiento de inyección de perforaciones de 3,00” de diámetro por 5,00 m de profundidad, cuya dirección debe permitir que se intercepten el mayor número de planos de fracturas y fallas. Se lavan las perforaciones y se inyectan en el tramo de 0,00 a 5,00 m de profundidad con las mezclas especificadas a una presión de rechazo de 4,00 kg/cm<sup>2</sup>. En caso necesario se deben ejecutar barrenos adicionales en las zonas de mayor consumo, verificando dichos tratamientos mediante las pruebas de permeabilidad Lugeon en los sitios requeridos.

Ya concluida la excavación del vertedor, se realiza la barrenación de la cuadrícula para la colocación de anclas de diámetro y longitud especificados; dichas anclas son del tipo expansivo y los barrenos se inyectan con mortero para garantizar de este modo un anclaje sólido. Después se procede a colocar el acero de refuerzo, se alinea de acuerdo a la separación de las anclas y se fija a las mismas, se coloca la cimbra hecha a base de tapones con llaves de cortante, mismos que reciben los tratamientos descritos anteriormente para las juntas de construcción, y se preparan las juntas que ligan los muros laterales con el muro divisorio. Esta secuencia es repetitiva hasta finalizar y se puede optar en la colocación del concreto por tiro directo o bombeado, de acuerdo a las condiciones del colado.

Una vez armados los muros laterales, se utiliza cimbra convencional para compensar la pendiente, lo que permite después colocar la cimbra deslizante en un piso uniforme, la cual se desliza por medio de guías y gatos hidráulicos hasta los remates de los muros. Estas guías se pueden apoyar en las mismas anclas de la cuadrícula de los muros, y las juntas transversales son tratadas como se ha descrito anteriormente.

El muro divisorio se realiza en varias etapas: la primera comprende el colado de la cubeta propiamente dicha, hasta el piso de la galería; la segunda comprende el colado hasta donde se inicia la bóveda. En esta sección se emplean cimbras convencionales o tubulares para el cimbrado de los muros y se aprovecha para dejar ahogadas unas guías que sirven para efectuar un tercer colado, la bóveda, para la cual se emplea cimbra convencional formada a base de cerchas forradas con duela para dar el radio establecido. Esta cimbra está provista de gatos que sirven para su nivelación, así como también de ruedas que se deslizan sobre vigas o rieles colocados sobre las guías ahogadas en el concreto del colado anterior. Los colados se realizan con una cimbra deslizante viajera montada sobre guías en forma de trapecio, en los volúmenes y alturas que se determinen en el campo y que sean prácticos hasta el enrase de los muros (**Figura II.3.3.2-70**). Todos los colados de esta estructura se efectúan con ollas revoledoras de concreto a tiro directo, o bien, con bombas de concreto montadas sobre camión y con tubería suficiente de acuerdo a la altura y distancia del colado.

- Cubeta deflectora

Por último se realiza el colado de la estructura deflectora, en la cual después de colocado el acero de refuerzo, se emplea cimbra convencional en el número de secciones que se determinen en el campo, con el fin de manejar los volúmenes de concreto en forma ordenada. La colocación del concreto es a tiro directo y bombeado.



**Figura II.3.3.2-67** Estructura que conforman la obra de excedencias se ve en planta la Excavación a cielo abierto de tal obra.



**Figura II.3.3.2-68** Foto de un proyecto que ejemplifica el Proceso de revestimiento con concreto en estructura de control.



**Figura II.3.3.2-69** Foto de un proyecto que ejemplifica la Cimbra deslizando en los concretos en zona del canal de descarga.



**Figura II.3.3.2-70** Foto de un proyecto que ejemplifica la Construcción del muro divisorio del canal de descarga de la Obra de Excedencias con utilización de cimbra metálica Obras de Contención.

### II.3.3.2 Construcción (procedimiento constructivo)

#### f) Montaje del equipo electromecánico

A continuación se describen en forma breve las actividades del montaje de los equipos electromecánicos del PH La Parota, los cuales se listan enseguida:

- 1) Compuertas de cierre provisional y cierre final para los túneles de desvío
  - 2) Compuertas radiales para la obra de excedencias
  - 3) Compuerta tipo vagón para la obra de toma
  - 4) Compuertas tipo tablero para la galería de oscilación
  - 5) Grúas viajeras de casa de máquinas
  - 6) Turbogeneradores
- 
- 1) Compuertas de cierre provisional y cierre final para los túneles de desvío

En el portal de entrada de los túneles de desvío se instalan obturadores tipo tablero de dimensiones 16 x 9,60 m, para una carga hidráulica de 38 m. La finalidad de instalar estos obturadores es la de tener condiciones de control para un cierre provisional y poder efectuar revisiones y mantenimientos en cualquiera de los túneles. Asimismo, una vez terminada la construcción de las diferentes estructuras de control, estar en condiciones de obturar cada uno de los túneles y construir los taponés del concreto de cierre definitivo.

En cada uno de los portales de entrada se construye la estructura para alojar los obturadores, ésta consiste en partes fijas metálicas embebidas en concreto, las cuales sirven de apoyo para instalar el riel que sirve de guía para el deslizado de los obturadores, y en la lumbrera de cierre final para el deslizado de la compuerta.

El montaje consiste en instalar la estructura de maniobras con sus mecanismos y polipastos de izaje perfectamente anclados al piso y alineados al eje de la ranura de la lumbrera, actividad que se realiza con apoyo de grúas autopropulsadas. Cada sección del obturador o de la compuerta se posiciona sobre vigas denominadas “camellos” con el objeto de ensamblar el inmediato superior a través de tornillería de acero inoxidable y verificar que el sello tipo “nota musical” quede debidamente colocado sobre la superficie de sello. Conforme se van ensamblando las secciones el obturador se va introduciendo en la lumbrera, quedando el obturador, una vez terminado su ensamble, apoyado sobre los camellos y soportado por los malacates.

La **Figura II.3.3.2-71** muestra el proceso de deslizamiento de la compuerta de cierre final.

- 2) Compuertas radiales para la obra de excedencias

La obra de excedencia es del tipo cresta, controlada con seis compuertas radiales de 14,40 m de ancho y 22,00 m de altura.

Sobre el cimacio y al costado de cada pila de concreto se instalan partes fijas de primeros y segundos colados fabricadas en acero al carbón e inoxidable para la viga de asiento y las guías radiales de las compuertas, respectivamente. Aguas abajo de las pilas se instalan las vigas testeras debidamente postensadas y que sirven para apoyar los brazos de las compuertas. Asimismo, se montan las chumaceras para los servomotores hidráulicos.

Las compuertas son suministradas en secciones previamente presentadas en fábrica para facilitar el ensamble en obra. Estas compuertas, con apoyo de grúas autopropulsadas, se montan una a una dentro de su vano correspondiente (**Figura II. 3.3.2-72**).

El montaje consiste en presentar cada una de las secciones, alineándolas con respecto a las guías radiales y haciendo coincidir los cartabones entre secciones y aplicar soldadura en la unión de cada sección usando máquinas soldadoras tipo SAF 600 de 480 VCA.

El sistema de izaje se hace a través de los servomotores hidráulicos acoplados a las compuertas, y accionados por medio de centrales oleodinámicas desde una caseta local ubicada en el sitio del vertedor (**Figura II.3.3.2-73**).

Para el mantenimiento de las compuertas radiales se suministran agujas, las cuales quedan instaladas en ranuras aguas arriba de las compuertas sobre guías de primeros y segundos colados. Para operar estas agujas se monta sobre el puente del vertedor una grúa pórtico con traslación sobre rieles, la cual posiciona una a una las agujas en el vano que requiera mantenimiento.

Por la importancia que tiene esta estructura para la seguridad del proyecto, es necesario que se instale una planta diesel de emergencia generadora de energía eléctrica y que quede alojada en la caseta de la subestación del vertedor.

### 3) Compuertas tipo vagón para la obra de toma

La toma se inicia en un canal excavado a cielo abierto. El ingreso del flujo a la conducción forzada se realiza a través de dos bocatomas protegidas por rejillas metálicas y controladas con dos compuertas tipo vagón, de sección rectangular.

Las estructuras de rejillas se colocan sobre una rampa inclinada 26,50° con respecto a la horizontal, rematada en una estructura de apoyo para el puente de maniobras. La conducción a presión la forman dos tuberías de acero de 7,00 m de diámetro y 180,76 m de longitud cada una.

Las compuertas tipo vagón están constituidas por tres elementos soldados entre sí. Están provistas de sellos tipo nota musical en todo el perímetro de la cara aguas abajo y rodamientos para el deslizado a través de la rampa inclinada.

La estructura de obra de toma consiste en una rampa inclinada 26,5°, con dos ranuras por vano, una donde se alojan las compuertas de servicio y una más para la compuerta auxiliar o de mantenimiento. En cada ranura se instalan elementos metálicos denominados partes fijas de primeros y segundos colados; estos últimos son pistas de deslizamiento fabricadas con acero inoxidable y sirven como guía y apoyo para las compuertas (**Figura II. 3.3.2-74**).

Sobre el puente de maniobras se instalan dos servomotores hidráulicos, los cuales se conectan a través de vástagos a las compuertas de servicio. Estos servomotores son accionados por centrales oleodinámicas de operación remota y local. Asimismo, se instala una grúa pórtico de traslación sobre rieles a todo lo largo del puente de maniobras, con la finalidad de poder accionar la compuerta auxiliar desde la cámara de mantenimiento hasta los vanos auxiliares, y a su vez la compuerta de servicio y vástagos a la cámara de mantenimiento (**Figura II.3.3.2-75**).

#### 4) Compuertas tipo tablero para los pozos de oscilación

En los pozos de oscilación, se instalan compuertas tipo tablero de sección rectangular de 6,00 x 10,00 m, dos por turbina a la salida del tubo de aspiración, aguas abajo de la casa de máquinas.

Las compuertas están constituidas por secciones tipo aguja acopladas entre sí a través de eslabones, con la particularidad de que cada sección contiene un sello en todo su perímetro. La primera y última secciones tienen un sello tipo nota musical en tres caras aguas arriba y solera de neopreno en la de acoplamiento con la otra sección; las restantes tienen sello tipo nota musical en las laterales y solera de neopreno en la parte superior e inferior.

En cada ranura (4,00) la estructura para el puente de maniobras y para alojar las compuertas, se instalan partes fijas de primeros y segundos colados que sirven como guía para deslizar las compuertas.

Se instalan rieles a todo lo largo del puente de maniobras de la galería de oscilación para posicionar sobre ellos una grúa pórtico para el manejo de las compuertas (**Figura II.3.3.2-76**), las cuales normalmente están en posición abierta durante la operación y paro de los turbogeneradores, quedando apoyadas sobre vigas tipo camello sobre el puente de maniobras.

La función de estas compuertas (**Figura II.3.3.2-77**) es obturar los vanos de descarga del tubo de aspiración cuando sea necesario vaciar el agua contenida en la tubería a presión, carcasa espiral y el propio tubo de aspiración durante un mantenimiento o revisión de la turbina.

#### 5) Grúas viajeras de la casa de máquinas

Las grúas viajeras de casa de máquinas son equipos de instalación permanente en un proyecto hidroeléctrico y sirven para el montaje, retiro y mantenimiento de los turbogeneradores y equipo electromecánico. Las grúas se montan una vez que la obra civil permita el acceso a la casa de máquinas, se tenga regularizado y colado el piso de la playa de montaje y se hayan concluido los colados de las trabes carril, por lo menos en esa zona.

La **Figura II.3.3.2-78** muestra el proceso de la grúa viajera para el montaje del equipo electromecánico en la casa de máquinas.

Los componentes principales de las grúas viajeras son: rieles de traslación; cabeceros; puentes; carro; aparejos, gancho principal y auxiliar; gabinetes eléctricos; cabina de mando; buses y toma corriente.

El montaje de las grúas viajeras consiste en lo siguiente. Primeramente se montan los rieles tanto aguas arriba como aguas abajo de la casa de máquinas, debidamente alineados, nivelados y poniendo la debida atención en su fijación a la trabe carril, así como tomar en cuenta los traslapes en todo el recorrido de los rieles para la absorción de las dilataciones y contracciones.

Una vez colocados los rieles por lo menos en la zona de playa de montaje, se montan los cabeceros considerando las tolerancias de diseño para ajuste de los puentes, los cuales son montados con apoyo de grúas autopropulsadas con la suficiente capacidad y debidamente sincronizadas para que la maniobra resulte confiable, dadas las dimensiones y peso de los

componentes, y se facilite el acoplamiento a los cabeceros a través de tornillería de grado y con el torque especificado.

Sobre los puentes y con ayuda de grúas autopropulsadas, se monta el carro sobre los rieles de los puentes. Este es el componente más pesado de las grúas por lo que la maniobra se realiza con toda precaución para evitar accidentes y daños a los componentes.

Enseguida, se monta la cabina de mando sobre uno de los puentes de cada grúa, debiendo quedar una aguas arriba y otra aguas abajo. Se conectan eléctricamente las grúas para operar el mecanismo de izaje e instalar los cables de acero acoplándolos a los aparejos del gancho principal y auxiliar, cuidando que los cables no queden torcidos.

Posteriormente, se realizan las pruebas de carga de las grúas en forma individual y acopladas con un peso de 125% del nominal, midiendo la flecha y contraflecha de los puentes, así como sincronizar los movimientos de las grúas acopladas y las velocidades al subir o bajar los ganchos de ambas grúas.

## 6) Turbogeneradores

Los turbogeneradores se instalan en la casa de máquinas. Los componentes principales de un turbogenerador son:

- Tubo de aspiración y conos
- Antedistribuidor y carcaza espiral
- Turbina
- Generador
- Sistema de agua de enfriamiento
- Sistema contra incendio
- Tableros de control, protección, medición y fuerza
- Banco de baterías y cargadores

El tubo de aspiración y los conos son los primeros componentes que se montan y su función es descargar el agua turbinada para ser regresada al río. El montaje del tubo de aspiración se inicia una vez que la obra civil haya terminado la excavación y colado las paredes y piso donde se alojará este componente. El montaje de esta estructura consiste en actividades de pailería para conformar una serie de placas soldadas entre sí y formar un codo abocinado por donde se descarga el agua que pasa por la turbina. Una vez terminado el montaje del tubo de aspiración y se hayan realizado pruebas de ensayos no destructivos a las soldaduras para confirmar el buen estado de ésta, se realiza el embebido en concreto del componente (**Figuras II.3.3.2-79 y II.3.3.2-80**).

El antedistribuidor es un elemento rígido, compuesto de dos piezas anulares conectadas entre sí por álabes fijos; tiene como función guiar el agua hacia el distribuidor y rodete de la máquina. La carcaza espiral es una cámara estructural que proporciona en forma uniforme el abastecimiento de agua al distribuidor de la unidad. El extremo de la carcaza espiral está conectado a la tubería a presión a través del manguito, o en algunos casos, a una válvula de mariposa.

El montaje del antedistribuidor consiste en acoplar las dos secciones mecánicamente a través de tornillería de acero inoxidable y soldadura de sello en la parte de acoplamiento, posicionar el elemento sobre sus bases a la elevación de diseño, alinearlos y centrarlos al eje de la turbina y atornillarlos firmemente a las anclas (**Figura II.3.3.2-81**).

La carcasa espiral está compuesta de una serie de virolas o secciones de placa rolada, por lo que la actividad consiste en la pailería para conformarlas al antedistribuidor, debiendo aplicar un procedimiento de soldadura para unir entre sí las virolas. Una vez terminado este proceso se confirma el estado de la soldadura a través de ensayos no destructivos, tales como rayos X, ultrasonido, u otros (**Figura II.3.3.2-82**).

Se realiza una prueba hidrostática a la carcasa espiral; 1,50 veces a la presión de diseño, para lo cual se instalan un tapón cónico soldado a la entrada de la carcasa y uno cilíndrico atornillado dentro del antedistribuidor. La prueba consiste en elevar la presión a través de las bombas de pistón instaladas para este fin, debiendo medir la presión en cada etapa del ensayo como sigue:

- Cuando esté vacía.
- Cuando esté llena pero no presurizada.
- Cuando esté presurizada a diferentes presiones.
- Cuando esté despresurizada al final del ensayo.

Una vez terminada la prueba hidrostática se debe mantener la carcasa llena con agua y a la presión de diseño, para que sea embebida en concreto manteniendo la presión hasta que sea liberada y evitar de este modo deformaciones.

Las turbinas son tres; tipo Francis de eje vertical, de 304,28 MW cada una, con un gasto de diseño de 222,00 m<sup>3</sup>/s. Operarán con un factor de planta de 0,107 y una generación media anual de 1527,00 GWh (**Figura II.3.3.2-83**).

Los componentes principales de las turbinas son: Escudo inferior, alabes móviles, rodete, flecha, escudo superior, servomotores y mecanismos de regulación, chumacera de carga y guía, regulador de velocidad, sistema oleodinámico, sistemas de aire comprimido, tuberías e instrumentación.

El montaje consiste en realizar un mantenimiento (limpieza) a las caras maquinadas de los componentes de la turbina, cuidando que queden libres de grasa protectora, polvo y golpes.

Cada una de las secciones se ajustan y acoplan usando los elementos de acoplamiento y apretando cada tornillo al torque establecido en el diseño.

Se realizan las maniobras de montaje con el cuidado requerido para evitar accidentes y daños a las piezas ya montadas, usando para ello estrobos, grilletes y diferenciales, y se verifica el alineado, nivelado y posicionamiento de cada pieza de acuerdo a sus marcas de fábrica.

Se pone aceite en las chumaceras de carga y guía de acuerdo al tipo y cantidad establecida por el fabricante de la turbina, cuidando no derramarlo.

Se monta cada uno de los siguientes sistemas:

- Sistema de achique.- Constituye uno de los sistemas más importantes en la seguridad de una central hidroeléctrica. Se requiere tanto para achicar filtraciones y fugas en casa de máquinas, como para sacar el agua contenida en la tubería a presión y carcasa espiral durante la inspección y mantenimiento de una turbina.
- Sistema de agua de enfriamiento.- Consiste en conectar una toma de agua en la tubería a presión y canalizarla a través de tuberías por los diferentes equipos del



sistema como: filtros dúplex, válvulas reductoras de presión, etc., hasta los radiadores de enfriamiento de aire del generador, los intercambiadores de calor para enfriamiento del aceite de las chumaceras, y descarga de agua a través de aspersores sobre el generador en caso de incendio.

- Sistema contra incendio.- Es un sistema basado en CO<sub>2</sub>, conectado principalmente al generador de potencia de la unidad y a los tableros de control, protección y medición de casa de máquinas y subestación.

Un turbogenerador requiere para su funcionamiento de una serie de tableros distribuidos adecuadamente en la casa de máquinas y la subestación, como los tableros de fuerza para alimentar todos los sistemas y centros de carga para el alumbrado, así como los de control, protección y medición para operar la unidad.

Se deben montar tanto en casa de máquinas como en la subestación, bancos de baterías y cargadores para servicios de emergencia en caso de disparo de unidades o falta de alimentación eléctrica en corriente alterna del exterior.

El generador de potencia consta de dos componentes principales; estator y rotor, los cuales por sus dimensiones y peso deben ser armados en la playa de montaje de la casa de máquinas.

El generador de potencia está constituido por los siguientes componentes:

- Placas base para: el estator, los brazos radiales de la chumacera de carga – guía, gatos de frenado e izaje, tolvas de ventilación y para la tapa del foso del generador.
- Estator: carcasa, laminado y devanado
- Radiadores de enfriamiento
- Rotor : armado del cubo – brazos, vigas tipo “U”, laminado, polos, pista de frenado, ventiladores
- Gatos para frenado e izaje
- Chumacera guía generador
- Excitatriz

Las **Figuras II.3.3.2-84, II.3.3.2-85 y II.3.3.2-86** muestran algunos aspectos generales del proceso de montaje de los generadores en casa de máquinas.

Armado del rotor

Previo al armado del rotor deben instalarse placas ancladas y niveladas durante los colados masivos y de regulación de playa de montaje, de acuerdo a la disposición para posicionar el cubo y brazos del rotor.

Dadas las características y peso del rotor, éste debe armarse en la playa de montaje de casa de máquinas por lo que el fabricante se obliga a suministrar un dispositivo de maniobra (viga traviesa) para trasladar el rotor completo al sitio de montaje definitivo.

El armado consiste en posicionar y nivelar el cubo del rotor sobre las bases previamente colocadas para este fin, colocar los brazos sobre el cubo haciendo coincidir las marcas de fábrica y en forma alternada, es decir, uno opuesto al otro para equilibrar los pesos, fijándolos al cubo a través de tornillería con el torque especificado.

Una vez terminado el apriete, se preparan los biseles para la aplicación de soldadura con apoyo de esmeriles neumáticos y carda. Se aplica la soldadura de acuerdo al procedimiento establecido en forma alternada para evitar deformaciones por efecto de temperatura y realizar las pruebas de ensayos no destructivos, una vez terminada la soldadura, con líquidos penetrantes y ultrasonido al 100 % para constatar el estado final de la soldadura.

Se montan las vigas tipo “U” ajustándolas a las caras maquinadas de los brazos a través de tornillería.

La laminación que conformará la llanta o núcleo del rotor, debe limpiarse y seleccionarse según su peso y no permitir la colocación de láminas impregnadas de aceite o grasa, dañadas, oxidadas o rasgadas. Terminado el laminado debe realizarse el calentamiento y acuñado del rotor, verificando se cumpla la condición de dilatación, es decir, que exista diferencia de temperatura entre la laminación y el cubo.

Previo al montaje de los polos, éstos deben limpiarse con tricloroetileno para remover el agente oxidante de la superficie de contacto con la laminación y de las cabezas de los polos, empleando moderadamente este producto para que no se impregne en las bobinas. Se revisa la cola de milano y se liman las irregularidades con una lima suave evitando que caiga sobre las bobinas, ya que la limadura de fierro se adhiere con facilidad al polo debido al magnetismo remanente.

El montaje de los polos se debe hacer distribuyendo los pesos uniformemente. Los polos de peso similar, sin que por necesidad tengan que ser iguales, se colocan diagonalmente opuestos. El acuñado de los polos consiste en medir cada una de las cuñas que por lo general se suministran más largas, se cortan de acuerdo a las medidas obtenidas en cada polo, se marcan de acuerdo al polo correspondiente y se mide con ayuda de un compás la redondez para obtener la media entre el diámetro existente y el exigido con relación al entrehierro establecido.

Una vez terminado el montaje de los polos, debe aplicarse el recubrimiento anticorrosivo al cubo y brazos del rotor, constatando el espesor y adherencia de acuerdo a especificaciones, así como la aplicación del barniz aislante color rojo a la laminación y bobinas polares.

Se montan los ventiladores sobre las placas de presión, tanto superiores como inferiores, acoplándolos a los tensores del laminado, debiendo quedar con un ángulo muy aproximado al de diseño, sin que éste sea el definitivo. Una vez realizada la prueba de eficiencia de la máquina se determina el ángulo correcto, se ajustan y se fijan definitivamente con soldadura a las placas de presión.

Preparar para su montaje las pistas de frenado, que no contengan grasa ni golpes sobre la superficie maquinada, y proceder a su montaje, ajustándolas a la elevación de diseño y cuidando que queden debidamente calzadas para evitar vibraciones y variaciones en su posición. Una vez terminado lo anterior, se procede al apriete definitivo de las tuercas, dando el torque especificado y soldándolas a las placas de presión.

#### Armado del estator

Previo al armado del estator se debe tener definido el lugar en playa de montaje, marcado sobre el piso el diámetro exterior y la posición aguas arriba y aguas abajo de la carcasa, que las bases para recibir las secciones de la carcasa estén posicionadas de acuerdo con la superficie de apoyo de las mismas.

Por las dimensiones que tiene el estator, debe armarse en el extremo de la playa de montaje junto al foso de la primera unidad, con la finalidad de que la maniobra para el montaje al término del armado no se vea obstaculizada por algún otro componente del turbogenerador que en ese momento se esté preparando en playa de montaje.

El armado del estator consiste en posicionar las secciones de la carcasa sobre sus bases previamente dispuestas para ello, deben quedar perfectamente niveladas y que las marcas de fábrica coincidan. Se verifica la horizontalidad de la carcasa y se determina el centro de los orificios para los barrotes guía.

Una vez terminado el ajuste de la carcasa del estator, se inicia el proceso de soldadura, haciéndolo invariablemente en dos secciones a la vez, opuestas 180°, con el objeto de evitar movimientos de la carcasa y depositando la soldadura en el mismo sentido, es decir, en forma ascendente o descendente, posteriormente se realizan las pruebas de ensayos no destructivos como rayos X o ultrasonido al 100% para constatar el estado final de la soldadura.

Terminada la soldadura se debe aplicar el recubrimiento anticorrosivo, debiendo previamente verificar los sitios donde haya que colocar elementos del estator y que coincidan con cordones de soldadura; de existir éstos, deben eliminarse rebajando la corona o cordón de vista usando esmeril neumático.

Se deben montar los elementos que permitan la colocación de la laminación como: dedos de presión o placas de apriete, placas de respaldo en los cartabones horizontales de la carcasa y los barrotes guía para la laminación.

La colocación de láminas se inicia con las placas de mayor espesor ( 5 mm), necesarias para la primera capa. Se continúa con la colocación de láminas convencionales de espesor 0.5 mm y placas de ventilación, que a una altura aproximadamente de 122 mm o dos paquetes individuales (ésta cambia de acuerdo al fabricante), se instala la primera cama de placas de ventilación. Esta operación se repite hasta terminar la laminación.

A una altura aproximada de 427,00 mm o siete paquetes individuales (esta medida cambia de acuerdo a la potencia de la máquina y al fabricante) se procede al primer prensado usando dos equipos neumáticos de percusión, colocados a 180,00° uno del otro, el momento de apriete se aumenta paulatinamente hasta lograr el especificado, repitiendo esta actividad hasta terminar el laminado.

Antes de la prueba eléctrica se debe verificar el diámetro y altura de la laminación, es muy importante que las ranuras para el devanado del estator sean uniformes y no contengan rebordes que puedan lastimar el aislamiento de las bobinas, enseguida se realiza una limpieza exhaustiva.

Durante el desarrollo de la prueba no debe existir ningún cuerpo extraño conductivo. Se debe preparar el toroide alrededor de la laminación y a todo el diámetro del estator y aplicar una corriente equivalente a un Tesla durante una hora, y verificar los probables puntos calientes en la laminación para su aislamiento.

#### Devanado del estator

Previo al devanado del estator se debe limpiar el interior de la carcasa, se deben enumerar las ranuras en forma consecutiva de acuerdo con el esquema de embobinado, se debe marcar

sobre el anillo de presión inferior la disposición de colocación de bobinas e identificar las ranuras donde se instalarán los termómetros de resistencia.

Instalar los andamios necesarios para la colocación de bobinas. Se limpian con brocha cada una de las ranuras del laminado sin permitir el uso de cepillos de alambre ni aire comprimido.

El devanado del estator debe realizarse con personal capacitado para desarrollar la actividad de colocación y conexión de bobinas, se debe disponer para ello de los planos, instructivos y esquemas.

El devanado consiste primeramente en seleccionar los tipos de bobinas a instalar, y limpiar el exceso de barniz aislante adherido a las espiras de conexión usando trapo limpio humedecido con tricloroetileno, escobilla metálica o cuchillo.

Se deben colocar tiras de papel semiconductor directamente a las bobinas o insertarlas en las ranuras del laminado, montar las bobinas interiores de acuerdo a las marcas según su tipo, las marcadas con el mismo número se colocan en conjunto verificando que asienten firmemente en las ranuras en caso de falta de ajuste se debe colocar la cantidad necesaria de papel semiconductor para ajustarlas.

Es importante que al montar las bobinas se dé la correcta posición axial, es decir, que los extremos salientes de las barras correspondan a las medidas indicadas en planos colocar separadores intermedios para fijarlas a los dedos de presión. En algunas ocasiones los separadores vienen preparados para colocar los termómetros de resistencia, invariablemente éstos deben colocarse en las ranuras correspondientes cuidando que la disposición de la conexión esté de acuerdo al plano.

Al término de la colocación de bobinas interiores se debe preparar lo necesario para realizar la prueba de alta tensión, verificando la medición de la resistencia del aislamiento. Si durante la prueba de alta tensión fallasen una o más bobinas, éstas deben cambiarse por nuevas, verificando se realice nuevamente la prueba. En este caso se permite seccionar el grupo de bobinas donde ocurrió la falla e incluso realizar la prueba en forma individual a la bobina nueva, siempre y cuando esté colocada en su ranura.

El montaje de las bobinas exteriores se realiza de igual manera a lo descrito para las bobinas interiores.

Una vez terminada la actividad, se recorta el papel semiconductor a la altura del borde de la cola de milano de las ranuras donde se insertarán las cuñas de cierre. Se debe cumplir con lo establecido al colocar las tiras de relleno y deslizantes entre las bobinas y las cuñas, así como seleccionar los espesores correctos de tal modo que al introducir la cuña ejerza una presión sobre la bobina que permita que se asiente firmemente. Las últimas cuñas deben ser colocadas sobre un apoyo de fibra de vidrio humedecida con resina de propiedades dilatantes y endurecedoras y que no sobresalgan del núcleo.

Terminado el acuñado, se deben colocar los anillo de refuerzo de fibra de vidrio para apoyo de las bobinas, preparar los separadores de fibra de vidrio mojada en una mezcla de resina y polvo de cuarzo en proporciones de peso 1:1 o similar, colocar los separadores entre las bobinas introduciéndolos de arriba hacia abajo en la parte inferior y al contrario en la superior hasta lograr una separación uniforme entre bobinas, usar hilo adecuado para amarrar simultáneamente a la colocación del separador, las bobinas al anillo de refuerzo hasta que queden firmemente sujetas.

Finalmente, debe realizarse la soldadura entre bobinas en secuencia, usando soldadura de plata y aplicada sobre las espiras o peines en posición paralela y sobrepuesta con apoyo de máquinas soldadoras de alta frecuencia y aire comprimido para el accionamiento neumático del alicate de soldadura a resistencia.

Durante la aplicación de la soldadura se deben mantener límites permisibles con relación al aislamiento de las bobinas, reduciendo al máximo la posibilidad de daño por quemadura, usando para esto tela de asbesto. Asimismo, el enfriamiento de los componentes sujetos a calentamiento se debe realizar por circulación de agua de enfriamiento con circuito cerrado implementado en las máquinas soldadoras, para evitar tener que usar agua de la alimentación general y que se produzcan fugas que pudieran mojar el aislamiento de las bobinas.

Se deben aislar las espiras recién soldadas en capas escalonadas hasta alcanzar el espesor especificado a todo lo largo de la conexión. Se deben extremar los cuidados en las conexiones en “T”, donde no se pueda garantizar un aislamiento suficiente con la aplicación de capas por lo que es preferible que se aisle con la técnica de impregnación total de micalastic o un producto similar. Asimismo, las conexiones de fases individuales, dependiendo de la tensión nominal, se alinean, sueldan y aíslan de la misma manera que la conexión de barras.

Al término de los trabajos, se deben aplicar las capas necesarias de barniz aislante color rojo en el devanado y núcleo del estator, dejando secar cada capa de barniz por lo menos 30 horas a la temperatura ambiente.

### Montaje

El montaje del generador de potencia consiste en trasladar los componentes armados en la playa de montaje al foso del generador, para lo cual se usan los dispositivos de maniobra proporcionados por el fabricante.

Es muy importante que las grúas viajeras de casa de máquinas estén revisadas y en condiciones para realizar la maniobra, se debe acoplar el gancho principal al dispositivo de maniobra para el estator.

De igual forma, las condiciones en el foso del generador deben estar dadas tanto por la obra civil como electromecánica para recibir el estator.

Una vez posicionado el estator sobre sus bases, es necesario constatar las medidas finales de la flecha de la turbina para determinar la cota del eje magnético del generador, se debe verificar su verticalidad, centrado y altura del eje magnético y atornillarlo perfectamente. Terminada la actividad de debe retirar el dispositivo de maniobra.

Para el montaje del rotor se deben cumplir con algunas condiciones: haber montado sobre el cubo la flecha corta del generador, verificar el funcionamiento de las grúas viajeras acopladas, principalmente la sincronización de los ganchos principales, acoplar éstos al dispositivo de maniobra y tener todas las condiciones de seguridad dadas.

Determinar la elevación de la flecha turbina y la deformación de la cama hidráulica autonivelable de la chumacera de carga cuando reciba el peso del rotor.

Durante el acoplamiento, el rotor debe ser recibido por los gatos de izaje antes de apoyarlo sobre el anillo de carga, girarlo hasta que los barrenos de las bridas coincidan y realizar el acoplamiento del rotor con el anillo de carga y finalmente con la flecha turbina.

La colocación de los bulones o pernos roscados puede ser térmica o en frío, de cualquier manera se debe verificar la elongación de los pernos y el giro de apriete de las tuercas. Terminada la actividad se retira el dispositivo de maniobra.

Los componentes restantes del generador como: radiadores de enfriamiento y tuberías, chumacera guía generador, intercambiadores de calor, bomba de izaje, tolvas de ventilación, cruceta superior generador y excitatriz, deben ser montados conforme a lo establecido en el procedimiento de montaje, usando los implementos adecuados y cuidando de no dañar los componentes ya montados.

Terminado el montaje, debe realizarse una limpieza exhaustiva sobre y dentro del generador, dado que los riesgos que se corren durante las pruebas preoperativas y durante la primera excitación son muy grandes. De no cumplir con esto, se expone al generador a una falla por corto circuito.

La **Figura II.3.3.2-87** muestra la conclusión del montaje de las unidades turbogeneradoras en el piso principal.

- Subestación

El arreglo de la subestación es de interruptor y medio formada por cuatro bahías: dos para salida de línea, previendo una futura, y dos para salida a transformadores monofásicos.

El objetivo de la subestación de 230 kV es conectar la energía eléctrica generada y elevada de 13,80 kV a 400 kV al Sistema Eléctrico Nacional a través de líneas de transmisión. Para esto existe un arreglo siguiendo los diagramas eléctricos que permiten energizar cualquiera de las dos líneas de transmisión con cualquiera de los dos turbogeneradores.

La subestación en conjunto con los transformadores de potencia de 125,00 MVA y sus tableros, forman un sistema de protección tanto para los transformadores como para las líneas de transmisión.



**Figura II.3.3.2-71** Foto de un proyecto que ejemplifica el Deslizamiento de la compuerta de cierre final.



**Figura II.3.3.2-72** Foto de un proyecto que ejemplifica el Montaje de las compuertas radiales



**Figura II.3.3.2-73** Foto de un proyecto que ejemplifica el Proceso de montaje de los servomotores



**Figura II.3.3.2-74** Foto de un proyecto que ejemplifica el Proceso montaje de compuerta de servicio sobre viguetas móviles



**Figura II.3.3.2-75** Foto de un proyecto que ejemplifica el Izaje de compuerta auxiliar con apoyo de grúa pórtico



**Figura II.3.3.2-76** Foto de un proyecto que ejemplifica el Montaje del carro de la grúa pórtico sobre traves carril



**Figura II.3.3.2-77** Foto de un proyecto que ejemplifica el Compuertas en pozos de oscilación



**Figura II.3.3.2-78** Foto de un proyecto que ejemplifica el Montaje de flecha en una unidad de casa de maquinas con apoyo de la grúa viajera



**Figura II.3.3.2-79** Foto de un proyecto que ejemplifica la Vista superior del tubo de aspiración





**Figura II.3.3.2-80** Foto de un proyecto que ejemplifica la Vista de los conos superior e inferior del tubo de aspiración



**Figura II.3.3.2-81** Foto de un proyecto que ejemplifica el Montaje del antedistribuidor en su sitio en una de las unidades de casa de máquinas



**Figura II.3.3.2-82** Foto de un proyecto que ejemplifica la Vista general de casa de máquinas, obsérvese el tubo de aspiración en una unidad, la carcasa antedistribuidor en otra y al fondo la carcasa espiral



**Figura II.3.3.2-83** Foto de un proyecto que ejemplifica la Colocación de la turbina, la flecha de la turbina y la colocación de los cojinetes superiores de los álabes móviles



**Figura II.3.3.2-84** Foto de un proyecto que ejemplifica la Colocación del segundo sector del estator dentro del foso



**Figura II.3.3.2-85** Foto de un proyecto que ejemplifica la Colocación del rotor dentro del foso



**Figura II.3.3.2-86** Foto de un proyecto que ejemplifica la Vista panorámica de casa de máquinas donde se muestran las posiciones de los generadores de potencia



**Figura II.3.3.2-87** Foto de un proyecto que ejemplifica la Vista general de casa de máquinas concluida.

### II.3.4 Operación y mantenimiento

#### II.3.4.1 Programa de operación

*Procesos (operación).*

La obra de toma captará agua del embalse mediante un canal de llamada y la derivará hacia el túnel de transición. El túnel recibirá agua (un gasto de 249,50 m<sup>3</sup>/s para cada túnel) y la transportará por gravedad hasta la tubería de presión para ser conducida hasta la bifurcación de la conducción que llegará a la casa de máquinas para ser entregada en la turbina (Véase **Figura II.3.4.1-1**).

Al realizar el paso del agua por la turbina se activará el movimiento del rotor del generador. Al impulsar el generador de 300 MW cada uno. Se producirá la energía media anual firme de 1 387 GWh y llegará a una media anual total de 1 527 GWh que será transmitida al transformador principal, este transformador dará la tensión requerida en el de baja tensión, que será derivada a la subestación.

Recibida la tensión del transformador principal, la subestación la elevará a 400 KV y la dirigirá a la línea de transmisión La Parota – Yautepec Potencia. Dicha LT recibirá la energía y la conducirá hasta su conexión con la línea que llega a la SE Yautepec Potencia y de ahí se continuará a las SE Yautepec Maniobras, Santa Cruz y Topilejo para su respectiva distribución por el SEN.

Una vez pasado el agua por la turbina se descargará en el tanque que estará ubicado inmediatamente a la salida de la casa de máquinas para reducir la velocidad de salida hacia el canal de descarga.

Finalmente el agua que es captada en el tanque se desalojará a través del canal de descarga y será dirigida hasta el cauce del río Papagayo.

El sistema de control se encargará de coordinar y dirigir el funcionamiento de los equipos eléctrico y mecánicos como son los de sincronización, regulación de velocidad de turbina, posicionamiento del distribuidor tableros, obturación de válvula, sistemas de refrigeración y calefacción, etc.

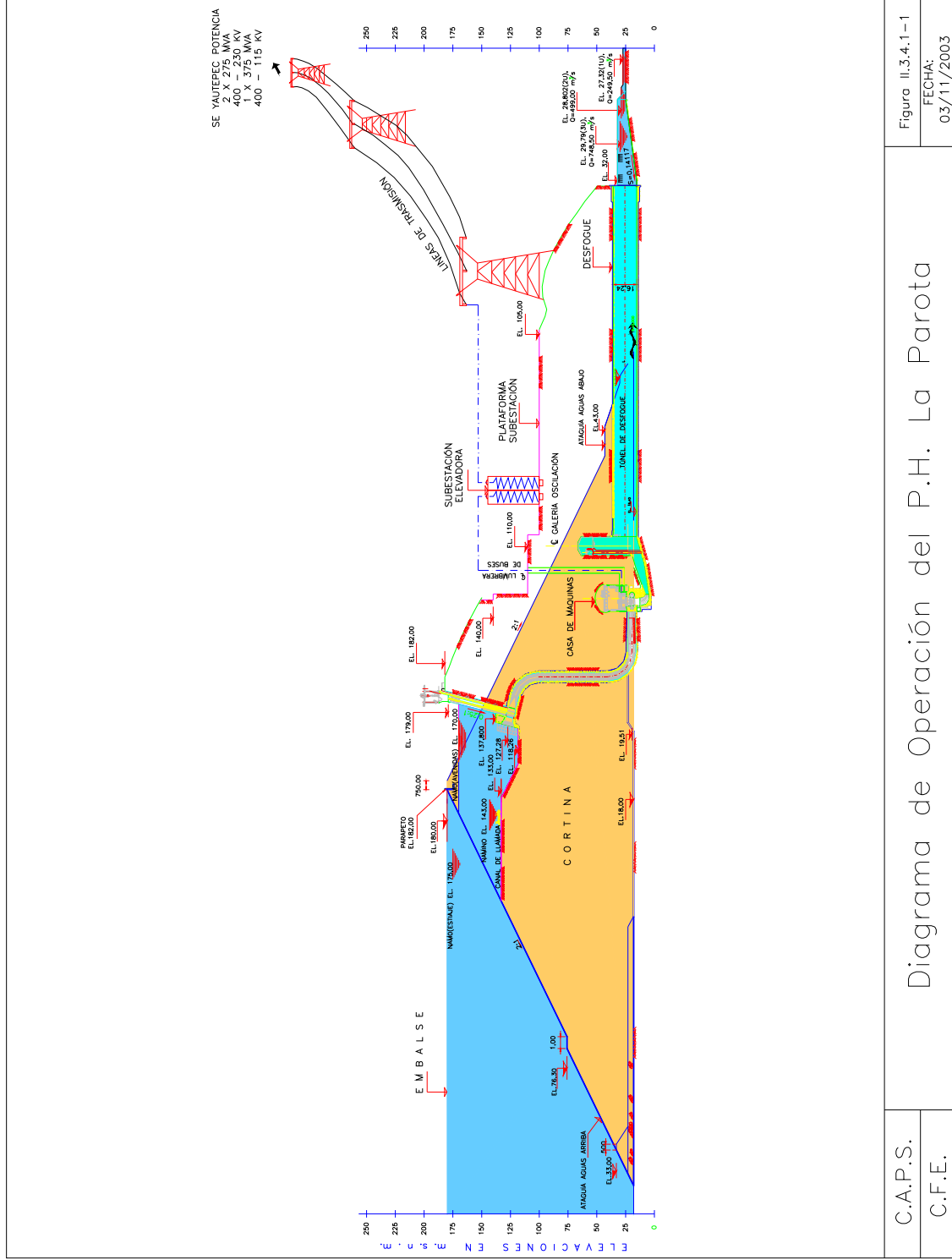


Diagrama de Operación del P.H. La Parota

*Tiempo de operación diaria (horario)*

El tiempo de operación diaria de las centrales hidroeléctricas se establece en función de la demanda de energía del SEN. A partir de esta consideración se estima que la futura Central Hidroeléctrica operará del orden de 4:00 horas diarias de las 18:00 a las 22:00 horas. Estos horarios variarán en función de las necesidades del SEN y estará sujeta a los niveles de agua mínimos para operar eficientemente.

Cuando alguna de las unidades salga de operación por mantenimiento, lo cual ocurrirá en marzo o abril de cada año, las unidades que se mantenga en operación cubrirán el tiempo normal de operación de la que se encuentre en mantenimiento.

*Personal utilizado y tiempo de ocupación*

Dado que la especificación para la operación de esta central es bajo la modalidad de telecontrol, no se requiere de mucho personal para su operación, se estima la contratación conforme lo determina el Contrato Colectivo de Trabajo vigente de 97 trabajadores, básicamente dedicados en las labores de operación y mantenimiento.

*Requerimientos de energía eléctrica*

El consumo anual de energía para los servicios propios de la central será del orden de 40 GWh, valor que representa 0,03% de la generación bruta de la central, lo que significa que de la energía generada se toma la necesaria para tales servicios.

La fuente alternativa de energía como se anotó en el apartado de preparación del sitio y construcción, la LT y la SE permanecerán en el sitio para utilizarse durante la etapa de operación y adicionalmente la unidad auxiliar es otra fuente alternativa de energía.

*Demanda local del servicio*

Las poblaciones cercanas al sitio del proyecto actualmente cuentan con el servicio de energía eléctrica, por lo que no se considera este servicio.

*Requerimientos de combustible*

Para la operación y mantenimiento de la Central se requiere de combustibles para los vehículos que transporten al personal de mantenimiento, por lo que su consumo será mínimo. Para el control de emisiones a la atmósfera se aplicará el mantenimiento preventivo a vehículos y maquinarias de acuerdo a las especificaciones de los fabricantes para el control de los equipos se llevará una bitácora para cada uno de ellos, en la que se registrará el consumo mensual de combustible, los servicios realizados en el período y anomalías en sus sistemas, esto con la finalidad de verificar los rendimientos y tipo de mantenimiento requerido y conservar los niveles de contaminantes dentro del límite establecido en las normas de control de ruido y emisión de contaminantes.

*Requerimientos de agua cruda y potable*

Se empleará agua cruda del embalse únicamente para el abastecimiento del sistema de enfriamiento y servicios de la central. El agua potable para consumo humano se abastecerá por medio de garrafones.

### Consumo por unidad de tiempo

La única fuente de suministro será el vaso de almacenamiento y no existe ninguna fuente alternativa, ni requerimientos excepcionales de agua.

Se estima que se ocuparán 750,00 m<sup>3</sup>/s para generación y 6,00 m<sup>3</sup>/s para enfriamiento y servicios. Sin embargo, debe considerarse que el consumo dependerá del tiempo de operación de las unidades, que a su vez depende de la demanda y volumen de agua almacenado en el embalse.

### Factibilidad y programa de reciclaje o tratamiento

La generación de electricidad en una planta hidroeléctrica se basa en aprovechar la energía del agua almacenada en el embalse, en este sentido, el agua que circula por las obras de generación se conduce nuevamente al cauce del río a través del túnel de desfogue. Por lo anterior no es necesario un programa de reciclaje, considerando que en el proceso de generación no se incorporan elementos contaminantes, por lo que no es necesario establecer un programa de tratamiento.

### *Residuos*

#### Aguas residuales

Toda descarga de aguas residuales se deberá mantener debajo de los límites máximos permisibles (grasas y aceites, SST, DBO, N, P, pH, coniformes fecales) de descarga.

La única fuente emisora serán los servicios sanitarios que se construirán en las instalaciones de la central del que se estima será del orden de 1,30 l/día. Por el tipo de servicio, las aguas residuales serán de tipo doméstico o municipal. Las características más comunes de este tipo de agua residual son: DBO<sub>5</sub> entre 80,00 y 140,00 ppm, sólidos suspendidos del orden de 30,00 ppm y DQO no mayores de 300,00 ppm.

La temperatura de descarga será del orden 20° C y se tiene programado construir fosas sépticas que se conectarán a un campo de oxidación o a un pozo de absorción para no descargarlas directamente al río. En su oportunidad se solicitará a la CNA, la autorización para la descarga.

#### Residuos sólidos

De acuerdo con la normatividad estarán identificados, se supervisará que los residuos se depositen en los contenedores correspondientes. Temporalmente serán almacenados junto con otros residuos en sitios que cumplan con los requerimientos adecuados y periódicamente serán retirados de la central, según la disposición final que le corresponda.

#### Residuos Peligrosos

La CFE tiene un procedimiento interno, para el manejo de residuos peligrosos de sus centrales y se cuenta con un almacén temporal para su almacenamiento en tanto se les da la disposición correspondiente (Disposición final, reuso o reciclaje), de acuerdo a lo previsto en la LGEEPA en materia de residuos peligrosos, las normas oficiales mexicanas correspondientes y demás procedimientos aplicables.

Los residuos peligrosos que comúnmente se generan anualmente durante la etapa de operación en una Central y que se tienen registrados ante la SEMARNAT y que para este proyecto se considera de forma estimativa y son: Aceites lubricantes gastados (1 200,00 lt), aceite dieléctrico con pérdida de propiedades (600,00 lt), solventes gastados (120,00 lt), refrigerante de equipo de corte (120,00 lt), baterías ácidas en mal estado (135 piezas), estopa y trapo impregnado de aceite lubricante gastado o solvente (3 m<sup>3</sup>), envases utilizados en el manejo de materiales y residuos peligrosos (120 piezas). La mayoría son tóxicos, solo en el caso de los aceites lubricantes y solventes gastados, además de ser tóxicos, también son inflamables, así como las baterías ácidas en mal estado son tóxicos y corrosivos.

Otros residuos que no están considerados en los listados ni en las normas, por no tener un análisis CRETIB de los mismos, y que de acuerdo a la experiencia de otras centrales y en especial de la C.H. Ing. Fernando Hiriart Balderrama (Zimapan) se definió manejar como residuo peligroso y llevar a cabo un tratamiento para los siguientes residuos como son: focos, lámparas fluorescentes (180 piezas); balastos (50 piezas); envases de pintura, primario e impermeabilizante (40 piezas); envases de aerosoles y aire comprimido (100 piezas); y cartuchos de thoner usados (30 piezas), de esta forma se estará contribuyendo al manejo adecuado de tales residuos. En cuanto alguno de estos residuos, ya los contempla el proyecto de la Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-052-ECOL-2001.

#### Residuos no peligrosos

Con respecto a los residuos municipales (papel y cartón, plásticos, vidrio de bebidas embotelladas, aluminio y materia orgánica), se espera un máximo de 43,00 kg/día. La alternativa para confinar estos residuos durante la etapa de operación y mantenimiento de la planta será a través de un relleno sanitario (RS), el cual se dará a licitación al inicio de la etapa de construcción del proyecto, la selección de un sitio cerca de la central así como su construcción del RS. Un residuo más que generará la central, considerado como no peligroso son los lodos producto del ablandamiento del agua, su generación esta sujeta a las horas de operación de las unidades generadoras y uso del agua para servicio, se estima un volumen anual de 300,00 m<sup>3</sup>, mismo que se estima para el P. H. La Parota.

#### *Emissiones a la atmósfera*

La única emisión que se tiene a la atmósfera en las instalaciones de una central operando, es el vapor de agua de la torre de enfriamiento de las unidades generadoras, sin embargo, esta emisión no esta regulada por la legislación ambiental. Los valores de evaporación y arrastre de agua promedio se estiman de 28 664,00 m<sup>3</sup>, siendo representativo para la futura CH La Parota<sup>2</sup>.

Las emisiones a la atmósfera por vehículos automotores, están reguladas por la ley estatal de ecología y se cumple con el programa de verificación establecido por el estado.

#### *Derrames accidentales*

De acuerdo con la experiencia de la CFE en la operación de centrales hidroeléctricas, los derrames que podrían ocurrir serán aceite de la chumacera guía y chumacera de carga de los generadores. Los derrames se identificarán mediante los detectores de nivel de aceite de cada chumacera, los cuales vigilan las variaciones importantes de esta sustancia.

---

<sup>2</sup> Datos de residuos peligrosos y no peligrosos, así como volumen de perdida por evaporación anual fueron estimados en referencia con los de la CH Ing. Fernando Hiriart Balderrama, Subgerencia Regional de Generación Eléctrica Ixtapantongo/CFE. 2002 y 2003.

Cuando se detecte alguna fuga se aplicarán las acciones siguientes: desconexión de la unidad de la red, verificación del lugar donde ocurre la fuga, intervención del personal para reparar la fuga, recolección del aceite derramado, confinamiento en tambos y envío al almacén en el cual se manejarán este tipo de sustancias.

#### *Otros residuos*

Como resultado de las actividades de mantenimiento se generarán rebabas metálicas y pedazos de alambre de cobre; se estima 1 kg anual de las primeras y 1 kg mensuales de la pedacería de cobre. Estos residuos serán depositados en contenedores o tambos en la zona de talleres, comedores y otros.

#### II.3.4.2 Programa de mantenimiento predictivo y preventivo

El mantenimiento es una de las actividades más importantes entre las que hay que realizar para llevar a cabo la conservación y operación, en el mejor nivel posible de la Central. La falta de mantenimiento adecuado da lugar a problemas de funcionalidad y seguridad que pueden ser graves: limitación de cargas, riesgo de accidentes, riesgo de interrupciones y a un importante problema económico por el acortamiento de la vida útil de las obras.

Según la importancia del deterioro observado, las acciones para el mantenimiento general se clasifican en mantenimiento preventivo, mantenimiento mayor y mantenimiento menor.

#### *Periodicidad del mantenimiento general*

La periodicidad del mantenimiento de las centrales hidroeléctricas se establece en función del tipo de mantenimiento que se requiera, como a continuación se explica:

**Mantenimiento preventivo.**- Es una actividad que de manera rutinaria se efectúa todos los días y consiste en la verificación de los equipos. Durante esta actividad no se requiere detener las unidades. (Véase **Programa II.3.4.2-1** que contiene las actividades generales calendarizadas que se prevé para el mantenimiento rutinario del P.H. La Parota basados en los programas de la CH El Caracol y la CH La Venta).

Dependiendo de los resultados de esta inspección se estima que a la turbina se dará mantenimiento entre tres y seis meses, para el transformador cada diez años. En cuanto a la LT se deberán efectuar recorridos mensuales y semestrales para revisar estructuras, cableado y soportes, en caso de encontrar alguna anomalía se hará la reparación correspondiente. Se verificará que la vegetación en el derecho de vía tenga la altura máxima de crecimiento y en su caso se realizara las podas necesarias, esto siempre y cuando se rebase el límite.

**Mantenimiento menor.**- Es una actividad que se realiza anualmente y tiene una duración aproximada de 38 días. Las actividades principales son inspecciones de las turbinas y equipo de enfriamiento.

**Mantenimiento mayor.**- Se realiza cada cinco años, con duración aproximada de 61 días. En este caso se hacen reparaciones de tuberías, reacondicionamiento de equipos, etc, en el que se verificarán detenidamente todos los equipos y se repondrán las piezas gastadas, retirando del sitio todas las partes que hayan sido repuestas sin que se almacenen en la central, ya que la mayor parte de este material desechado será susceptible de reciclarse.



		Programa 3.3 a 2.1 Mantenimiento rutinario del EHE La Parota, GAO												
N°	INSTALACIÓN DESCRIPCIÓN	1ER TRIMESTRE			2DO TRIMESTRE			3ER TRIMESTRE			4TO TRIMESTRE			OBSERVACIONES
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT	OCT	NOV	DIC	
<b>I PRESA</b>														
1	LIMPIEZA Y DESHIERBE DE CANALES, TALUDS													
2	INSPECCIÓN													
3	REVISIÓN Y PINTURA DE ESCALA DE NIVELES													
4	INSPECCIÓN DE CUBIERTAS Y JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN DE CRADO													
5	MANUTENIMIENTO A CUBIERTAS													
6	INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO DE OMB													
7	MANTENIMIENTO A CASILLAS, BARRIALES Y ESCALERAS													
8	REEMPLAZO DE CARRIETAS EN ZONAS DE SACOS													
9	APLICACIÓN DE PINTURA EN PROTECCIONES LATERALES EN LA CORONA													
<b>II VVM</b>														
1	LIMPIEZA Y DESHIERBE DEL EMBALSE													
2	RETRO DE AQUÍE													
3	MANTENIMIENTO A BENTÓN (junta de junta y pie)													
4	COLECCIÓN Y QUEMA DE BASTURA Y PALUDAS EN MARGINES DEL VAGO													
<b>III OBRA DE TOMA</b>														
1	INSPECCIÓN VISUAL													
2	LIMPIEZA DE REJILLAS Y CHAMPONES EN PARTES EXTERIORES													
3	MANTENIMIENTO A CUBIERTAS, REJILLAS Y MEC. ELEV													
4	MANTENIMIENTO PULCRICO ALUMBRADO													
<b>TIERRAS A PRESIÓN</b>														
1	INSPECCIÓN VISUAL													
2	LIMPIEZA INTERIOR													
3	APLICACIÓN DE PINTURA ANTICORROSIVA INTERIOR													
4	LIMPIEZA Y DESHIERBE DE RAMPA DE TALUDS													
5	REVISIÓN DE ESPESORES													
<b>DESGARNS</b>														
1	APLICACIÓN DE PINTURA EN DETALLES DE ESCRITURA													
2	LIMPIEZA APLICACIÓN DE PINTURA Y SUJECIÓN EN ESCALERAS													
3	LIMPIEZA GENERAL, CHAMPONES													
4	TRATAMIENTO ANTICORROSIVO A CUBIERTAS													
5	MANTENIMIENTO CASITA, OBRA PORTICO													
<b>CASA DE MAQUINAS</b>														
1	REVISIÓN DE ESTRUCTURA													
2	REPAROS Y PINTURA E IMPERMEABILIZACIÓN													
3	REPARACIÓN DE PISOS Y LUMBRADO, TORNILLOS Y MUEBOS													
4	PUEBLAS, VENTANAS Y ESCALERAS													
5	MANTENIMIENTO DE INSTALACIONES HIDROELÉCTRICAS													
6	ALUMBRADO													
7	PLUGUACIÓN, CANALIZACIÓN DE FILTRACIONES													
8	REPAROS Y LIMPIEZA GENERAL EN BOVEDA A CASA DE MAQUINAS													
9	REPARACIÓN Y LEVANTOS													
10	MANTENIMIENTO A DRENAJES													
<b>IV SUBESTACIÓN ELÉCTRICA</b>														
1	LIMPIEZA Y DESHIERBE													
2	MANTENIMIENTO A TRENCHERAS Y TAPAS													
3	APLICACIÓN DE PINTURA A CUBIERTA DE EDIFICIO													
4	MANTENIMIENTO HODOCENTADO													
5	MANTENIMIENTO A MAJLA CICLONCA PERIMETRAL													
<b>PLATAFORMA ÁREA DE TRANSFORMADORES</b>														
1	LIMPIEZA GENERAL, CHAMPONES Y RETRO DE SACOS EN TALUDS													
2	LIMPIEZA Y APLICACIÓN DE PINTURA EN PANELES DE SECCIÓN ARE													
3	CANALIZACIÓN DE FILTRACIONES													
4	LIMPIEZA Y CHAMPONES EN AISLAS DE BARRIO													



### *Tipo de reparaciones*

En el mantenimiento preventivo se realiza la limpieza de filtros, lubricación de micros, verificación de parámetros de operación y calidad de aceite, purgas de tanques acumuladores de aire, etc.

En el mantenimiento menor las actividades son: inspección general de turbina, chumaceras, sistema de frenado, pruebas sintomáticas en registro de velocidad y tensión; limpieza de sistema de enfriamiento en turbina y generador; pruebas de aislamiento a motores y generador.

El mantenimiento mayor se caracteriza por la reparación de tuberías de aspiración, rodete, placas de desgaste, chumaceras, antedistribuidor, enfriadores de aire del generador, aplicación de pintura anticorrosiva en carcasa y tuberías, reacuñado del generador y sustitución de componentes en mal estado.

Los insumos a utilizar durante esta etapa estará supeditados al tipo de reparación que se efectúe y al procedimiento que aplique el contratista para el traslado de materiales y equipo, los cuales podrán estar compuestos de lubricantes, transformadores, piezas maquinadas para el equipo mecánico, cable y otros materiales de reemplazo ocupado en las instalaciones de generación, transformación y distribución.

Por otro lado se requerirá para los caminos de acceso el servicio de mantenimiento esporádico y riegos periódicos para evitar la generación de polvos por el paso de vehículos a la obra. El incluir en los trabajos de mantenimiento, actividades de protección de la cuenca, tanto para el control de erosión como para la prevención y control de la contaminación del agua; permitirá conocer la evolución del embalse y de los principales ecosistemas ahí establecidos. Esta información servirá para retroalimentar el programa de operación del embalse.

### *Equipo utilizado*

El equipo empleado en el mantenimiento depende de la actividad que se realice; así, podrá emplearse desde herramienta menor hasta equipo pesado. Entre los elementos más empleados se encuentran grúas viajeras, soldaduras, equipos neumáticos, equipos de medición y pruebas.

### *Material empleado*

Los materiales que más comúnmente se emplean son las estopas, piedras de esmeril, cardas, soldadura, lija, tornillería, pintura anticorrosiva, aceites, solventes y barniz aislante.

### *Residuos*

Se mantendrán las áreas de subestación y casa de maquinas libres de cualquier material de desperdicio y/o residuos catalogados como peligrosos, estos serán seleccionados y enviados fuera de estas áreas y se conservarán el menor tiempo posible en el sitio en tanto se envían a reciclaje, tratamiento y/o disposición final.

### II.3.5 Programa de abandono de sitio

#### *Estimación de la vida útil*

Este proyecto ha sido evaluado en su relación beneficio-costos para una vida útil de 50 años, sin embargo la experiencia respecto a la vida útil de los aprovechamientos hidroeléctricos sobrepasa por mucho este periodo considerado, existiendo proyectos con más de 100 años de operación eficientemente.

#### *Cronograma de abandono y desmantelamiento de las instalaciones*

De acuerdo a la experiencia que se tiene con las Centrales Hidroeléctricas: Infiernillo (1965) y La Villita (1973), en el estado de Guerrero, entre otros, las cuales no han dejado de operar y al contrario se prevé su ampliación. Por lo tanto, en cuanto a su desmantelamiento hasta el momento es difícil predecir que dejará de operar una central de esta magnitud, ya que la inversión hecha es muy importante y la obligación del personal operativo es mantenerla con el mantenimiento adecuado para seguir generando energía.

#### *Programa de restitución del área*

Para la etapa de construcción del proyecto serán ocupadas temporalmente algunas áreas: campamentos, oficinas, talleres y bancos de préstamo. Actualmente se elabora un programa de rehabilitación de cada una de ellas. En síntesis, el programa considerará el desmantelamiento de la infraestructura temporal, limpieza de los sitios, incorporación del suelo retirado al inicio de la obra, promoción del establecimiento de una cubierta vegetal y, cuando se requiera, obras civiles para la conservación de suelo.

#### *Planes de uso del sitio al concluir su vida útil*

Actualmente no se ha definido un plan de uso del área al término de la vida útil de la futura central. Lo anterior se debe a que es difícil realizar una planeación a un plazo tan largo como lo es la vida útil estimada para esta central (50 años); durante este periodo las prioridades y la estrategia del sector energético pueden cambiar o desarrollarse opciones tecnológicas que permitan continuar con el aprovechamiento hidroeléctrico del embalse. Además también debe considerarse lo siguiente: a) el embalse puede destinarse a diversos usos (desarrollo de acuicultura, vía de comunicación, regulación del río Papagayo, etc.), los cuales son regulados por diversas entidades gubernamentales, para lo cual ellas deberán participar en cualquier determinación que sobre el embalse se tome, y b) al fin de la vida útil proyectada el embalse estará integrado al paisaje de la zona.

Programa de restauración ambiental. - En el capítulo correspondiente a "Medidas de Mitigación", se desarrollan los aspectos relacionados con programas de restauración ambiental. El programa de las acciones específicas para restaurar áreas afectadas en la etapa de construcción se describirá en los otros capítulos, correspondiente a medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales.

## II.4 REQUERIMIENTO DE PERSONAL E INSUMOS

### II.4.1 Personal

#### *Personal de preconstrucción necesario*

Las actividades previas a la construcción fueron autorizadas con el oficio SGPA.-DGIRA.-DIA.-0736/03 con fecha 2 de abril de 2003, por lo tanto como se trata de actividades ya autorizadas en las secciones posteriores no se incluirán, debido a que ya fueron efectuadas la mayoría de estas actividades.

En esta sección, solo se hará mención de que se contrataron 646 personas de las cuales 510 se dedicaron a trabajos de campo, 65 para gestiones sociales, 48 para supervisión de actividades de campo y 23 fueron personal de apoyo de las oficinas de México.

#### *Personal de construcción*

Los recursos humanos requeridos se han estimado con base en la experiencia obtenida en la construcción de proyectos hidroeléctricos similares, considerando la plantilla básica de personal, en dos turnos de trabajo para cada una de las actividades programadas. El resultado de esta estimación se muestra en los **Programas II.4.1-1 y II.4.1-2**, en las cuales se observa que en la fase pico de la construcción, entre el segundo al tercer año, la demanda de mano de obra para la construcción será de alrededor de 4 937 trabajadores, correspondiendo el 80% de ellos a los frentes de la cortina, incluyendo la explotación del banco de roca, y obras de generación.

Adicionalmente, para la supervisión se estima un máximo de 169 empleados, por lo que en total laborarán en el pico de la obra 5 106 trabajadores. De todos ellos solamente 31 serán trabajadores permanentes y el resto, eventual. (Véase **Tabla II.4.1-1**)

**Tabla II.4.1-1** Resumen de personal durante la construcción

DISCIPLINAS	PERSONAL	TIEMPO AÑOS	TEMPORAL O PERMANETE	MANO NO CALIFICADA	CALIFICADA
Personal ejecutivo	106	5	31 SON PERMANETE Y EL RESTO SON EVENTUALES	-----	106
Personal supervisor y supervisor	520	5		-----	520
Personal obrero	4 480	5		4 480	
TOTAL	5 106				

#### *Personal de operación y mantenimiento*

Durante la etapa de operación se requerirá de la siguiente plantilla de personal: un superintendente de planta, un ingeniero de control, un auxiliar del superintendente, un mecánico, tres ayudantes de mecánico, un soldador, un electricista, dos ayudantes electricistas, un radio - oficinista, un chofer mensajero, dos de intendencia, dos administrativos. El total de personal<sup>7</sup> requerido en esta etapa de operación y mantenimiento se estima que asciende a 97 personas de tiempo completo, (véase **Organigrama II.4.1-1**). Adicionalmente se contratan buzos que eventualmente laboran en el sitio.

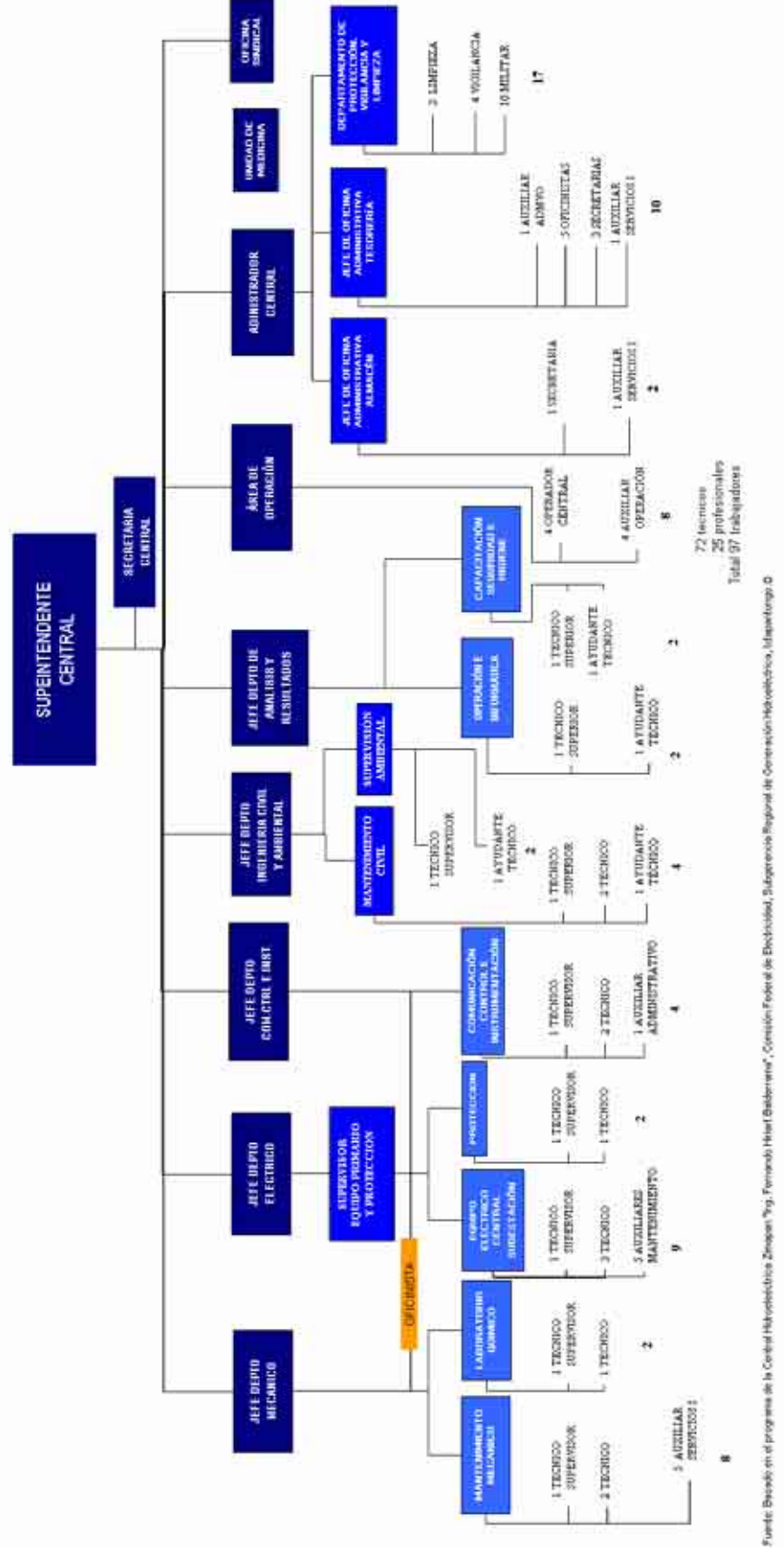
<sup>7</sup> Se estimó conforme al tabulador actual de personal de base y de confianza de la CH La Villita (02/05/03)







Figura II.4.1-1 Organigrama Estructural y Funcional para la etapa de Operación y Mantenimiento







## II.4.2 Insumos

### Recursos naturales.

Los recursos naturales extraídos para la etapa de construcción son agua, roca, arcilla, grava y arena, utilizados en las diferentes obras que se realizarán durante el proyecto, como: construcción de campamentos, oficinas, cortina, ataguías, diques, túneles de desvío, vertedor, casa de máquinas, túnel de desfogue, y en el mejoramiento y construcción de nuevos caminos.

**Tabla II.4.2-1 Recursos naturales**

RECURSO EMPLEADO	ETAPA	VOLUMEN M <sup>3</sup>	FORMA DE OBTENCIÓN	LUGAR DE OBTENCIÓN	MODO DE EMPLEO
Roca	Construcción	9 201 487,79	Explosivos, tractor y cargador	Excavaciones de las obras y del Banco El Volcán	Obra de contención
Grava y arena	Construcción	6 446 469,15	Retroexcavadora y draga	Aluvión del río	Obras principales y vialidades
Arcillas	Construcción	1 981 856,06	Tractor y cargador	Varios	Obras de contención y vialidades
Agua	Construcción	5 857 492,02	Pipas, tuberías	El río	Obras principales y vialidades, consumo y servicios

### II.4.2.1 Agua

Para la construcción del proyecto se requiere de agua cruda para los procesos constructivos, agua para servicios (como sanitarios, regaderas, lavandería, etc.) y agua potable. El volumen estimado es el que se indica en la **Tabla II.4.2.1-1**.

**Tabla II.4.2.1-1 Volumen estimado de agua**

ETAPA	AGUA	CONSUMO ORDINARIO	
		VOLUMEN	ORIGEN
Construcción	Cruda*	963 945,25 m <sup>3</sup> /año	Río
	Potable***	12 303,42 m <sup>3</sup> /año	Acapulco (garrafones de 20 l)
Operación**	Cruda	749,00 m <sup>3</sup> /s	Embalse

\* Para servicios y procedimiento constructivo durante el periodo (6 años) de construcción.

\*\* La cantidad que se toma es la que se regresa al río.

\*\*\* Consumo de agua potable durante el periodo de construcción

No se realizarán consumos excepcionales de agua.

Se estima que en el tiempo en que durará la construcción del proyecto se requerirá un volumen total de 5 857 492,02 m<sup>3</sup> de agua, de los cuales 1,26 % será agua potable y 98,74 % será agua cruda utilizada en la construcción (51,68 %) y en los servicios (47,26%). Para estimar estos volúmenes se consideró la experiencia que CFE tiene de cada uno de los procesos constructivos que requieren agua.

En el caso del agua para servicios, se consideró una dotación de 300 l/hab/día, valor que de acuerdo con observaciones previas es el promedio de consumo diario. En cuanto al agua potable requerida, el volumen se calculó considerando la cantidad de agua que el personal consume en campo durante su jornada de trabajo, más aquella necesaria para la preparación de sus alimentos, lo cual resultó en alrededor de 8 l diarios.

La CFE gestionara la autorización para el aprovechamiento de los bancos de aluvión que se explotarán durante la construcción de la obra, así como la zona federal del área para el embalse.

El permiso del agua utilizada para la construcción de la obra y servicios, será gestionado por el contratista encargado de las obras.

Para las descargas de aguas residuales, se gestionará el permiso una vez que se haya licitado la obra y seleccionado al contratista.

Como fuentes para el abastecimiento de agua se prevén las siguientes:

#### *Agua cruda para procesos constructivos y servicios*

Este tipo de agua se utilizará en los procesos constructivos, como son: excavaciones subterráneas, pantalla flexoimpermeable, tratamiento de taludes, inyección de pantalla profunda, mortero lanzado, clasificadoras, fabricación de concreto, riego de caminos, curado de concreto, lavado de maquinaria y riego de áreas verdes y camino de acceso principal. El abastecimiento (3 015 402,00 m<sup>3</sup>) se realizará del río Papagayo. Para ello se construirán cárcamos de bombeo y la distribución a los frentes de trabajo se hará con pipas, el almacenamiento será en tanques metálicos. En el caso particular de las trituradoras, de los cárcamos se tenderá una tubería que los abastezca de agua a estas plantas.

La fuente de abastecimiento de agua para uso doméstico (2 768 269,50 m<sup>3</sup>) será del río Papagayo. El suministro se hará por bombeo, a través de una tubería el agua se conducirá a la zona de almacenamiento, para luego distribuirla a las instalaciones por gravedad.

#### *Agua potable*

Existen dos alternativas para suministrar agua para consumo humano y preparar los alimentos (73 820,52 m<sup>3</sup>), las que actualmente se analizan para determinar la opción más conveniente. La primera es adquirirla en las plantas potabilizadoras de la ciudad de Acapulco y transportarla en garrafones de 20 l de capacidad y pipas. La otra es aprovechar agua del río Papagayo y establecer una planta de tratamiento (a base de filtros de arena, desinfección y después tratamiento en un sistema de ósmosis) para generar el volumen requerido.

El uso que se le da al agua actualmente en la región se encuentra dividido por tramos del río Papagayo, resultando así los siguientes usos:

1	Xolapa – Omitlan	Consumo, riego
2	Omitlan – La venta	Generación de electricidad
3	La Venta–Alto de Camaron- Chamizal-Pochotlaxco-La parota	Sin uso, solo se regula
4	La Parota – costa	Agricultura

#### II.4.2.2 Materiales y sustancias

*Materiales.*- El volumen aproximado para el mantenimiento de los caminos existentes será del orden de los 300 m<sup>3</sup>, los cuales habrán de obtenerse de los bancos de materiales señalados para emplearse en la obra o bien adquirirlos a través de proveedores locales.

Para la construcción de los nuevos caminos se estima que se requerirán 14 000 m<sup>3</sup> de materiales pétreos.

Por lo que se refiere a la instalación de los campamentos, talleres y oficinas, la mayor parte de estas estructuras son de materiales sintéticos como: multipanel, panel W y tablaroca.

Es de esperarse que únicamente se utilicen materiales naturales o concretos de diversas resistencias para las cimentaciones. Aún cuando no pueda estimarse el volumen de concreto o mampostería de piedra por no existir proyectos ejecutivos, se considera irrelevante el volumen de estos materiales.

En la **Tabla II.4.2.2-1** Se presenta una estimación de los principales materiales que se utilizarán para la construcción, desglosados por frente de trabajo.

*El suministro de los materiales será de la siguiente manera:*- El acero de refuerzo podrá suministrarse del puerto de Acapulco.

Todo material para la construcción será adquirido a través de los proveedores de la región, con la excepción de los equipos electromecánicos de la Central, la dotación por parte del proveedor se hará en forma paulatina y de acuerdo a las necesidades de la obra, para evitar la ocupación innecesaria de espacios en la zona de obras, una vez que el material sea entregado en la obra, se distribuirá en los frentes de trabajo, talleres y de ser el caso en el almacén.

El manejo que se le dará a los materiales dependerá de las instrucciones de los propios proveedores o fabricantes y de las características del suministro, como es el caso del cemento, que se encontrará resguardado en el almacén general si se adquiere por costales, o en un silo junto a la estructura de la dosificadora de concreto si se adquiere a granel.

El concreto se fabricará en el sitio y en caso necesario se podrá reforzar la producción con el apoyo de fabricantes de concreto local, que en su gran mayoría son representantes y fabricantes de concreto y productores de agregados a nivel nacional.

Para satisfacer la demanda de cemento, se prevé realizar convenios con fabricantes de este producto en Acapulco, Gro.

#### Sustancias

La sustancia considerada como peligrosa que se pretende manejar en las etapas de preparación del sitio y construcción es el combustible diesel el cual será utilizado en equipo y maquinaria pesada.

Tabla II.4.2.2-1 Materiales y sustancias

VOLÚMENES		TUNEL DE DESVÍO	ATA-GUÍAS-CORTINA	OBRAS DE GENERACIÓN	OBRAS DE EXCE-DENCIA	IN-FRA-ES-TRUCTURA	SUMA
Roca (m <sup>3</sup> )			9 201 487,79				9 201 487,79
Aluvión (m <sup>3</sup> )			6 446 469,15				6 446 469,15
Arcilla (m <sup>3</sup> )			1 981 856,06				1 981 856,06
Cemento (t)		17 940					
Acero de refuerzo (t)		4 053		5 561	11 541		21 058
Malla electrosoldada (m <sup>2</sup> )		92 000		86 000	125 000		303 000
Retardante y reductor de agua p/concreto hidráulico (kg)		9 000	5 000	9 000	200 000		385 000
Bentonita para muro pantalla e inyección (kg)			14 000				14 000
Fluidizante (kg)		1 000		1 500	1 000	3 500	
Resina epóxica (kg)		34 000		40 000	36 000		110 000
Aditivo acelerante para concreto lanzado (kg)		200 000		40 000	160 000		290 000
Fluidizante para inyección de consolidación (kg)				130 000	160 000		290 000
Curaconcreto		2 000		5 000	10 000		17 000
Concreto: Simple m <sup>3</sup>		17 650		65 060	115 410		228 584
Reforzado m <sup>3</sup>		30 464					

Nota: los materiales sombreados serán extraídos de la zona.  
 Banco de desperdicio  
 Se dará al contratista para su manejo y disposición final y/o confinamiento.

## Explosivos

En la construcción de las obras se emplearán explosivos para la realización de voladuras, excavaciones, aprovechamiento de bancos de material, etc. Los materiales explotados serán almacenados dentro del área del proyecto en sitios denominados polvorines y previamente acondicionados para ello. La cantidad almacenada y tipo de almacenamiento se pueden observar en la **Tabla II.4.2.2-2**.

**Tabla II.4.2.2-2** Tipo y cantidad de explosivos utilizados en la construcción

TIPO DE EXPLOSIVOS	CANTIDAD ALMACENADA MENSUAL	CANTIDAD EMPLEADA POR DÍA	TIPO DE ALMACENAMIENTO	TIPO DE TRANSPORTACIÓN	ACCIÓN EN LA CUAL SE EMPLEA
Agentes explosivos			Polvorín principal	Vehículo cerrado (V1?)	Excavación en roca
- AN/FO	64 t	2 t			
Altos explosivos					
- Hidrogel (Godyne)	27 t	1 t			
Dispositivos para iniciación de explosivos			Polvorín principal	Vehículo cerrado (V1?)	Excavación en roca
- Cápsulas o fulminantes	1000 pza	30 pza			
- Mecha de seguridad o cañuela	2000 m	60 m			
- Cordón detonante (Primacord)	9,100 m	300 m			
- Indicadores no eléctricos de retardo	13,600 pza	450 pza			
- Estopines eléctricos	300 pza	10 pza			

Fuente: Estimaciones con base al programa del P.H. El Cajón, Nayarit.

El cuidado y custodia de este material será responsabilidad de los contratistas. La CFE vigilará que se cumpla con las normas y reglamentos que para su control, empleo, almacenaje y transporte tenga establecidos la Secretaría de la Defensa Nacional.

### II.4.2.3 Energía

#### *Energía eléctrica.*

Se requerirá de energía eléctrica para iluminación, manejo de máquinas, herramientas y equipo que será utilizado durante la preconstrucción, construcción, operación y mantenimiento.

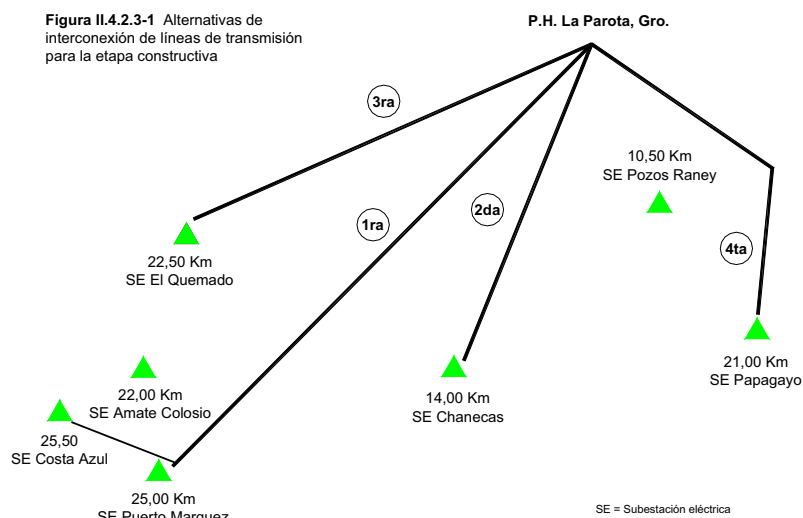
Se construirá para el abastecimiento de electricidad durante la etapa de construcción una Subestación de transformación con dos transformadores de 19 MVA para transformar la corriente de 115,00 kV a 13,80 kV.

#### *Construcción*

Para el suministro de energía en esta etapa se analizaron varias alternativas (véase **Figura II.4.2.3-1**):

- 1) Es tomar energía eléctrica de la línea de 115 kV de la LT “SE Costa Azul” a 24 km de la boquilla, que se unirá con una Línea que va desde La Parota-Entronque Los Amates-Punta Diamante.

- 2) Se alimentara mediante una LT de 115 kV que entroncará con la LT que va de la “SE Papagayo - SE El Quemado” a la altura del poblado Las Chanecas sobre la carretera federal No 200 Acapulco-Pinotepa de este punto al eje de la boquilla es de 13,80 km. Las características de la LT será 115 kV-2C-13 km-TA.
- 3) Conectarse directamente con la “SE Papagayo” por la margen izquierda, cuya localización aproximada es en las coordenadas UTM, 439 520,046 LN y 1852 933,98 LE, aproximadamente a 37 km de Acapulco sobre la carretera Acapulco – Pinotepa, cuyas características son 115kV-1C-20km-795ACSR-TA. La distancia con respecto al eje de la cortina en línea recta es de 20 km. De esta alternativa, la ventaja es que cuenta con espacio para una futura ampliación cuyas características son un alimentador en 115 kV.
- 4) Construir una LT que se conecte directamente con la “SE El Quemado” cuya distancia en línea recta es de 22 ,50 km.



La selección definitiva de la línea de transmisión que suministrará la energía eléctrica para la construcción de las diversas obras que integran el proyecto, será a través de la interconexión con la línea entronque “Los Amates-Punta Diamante” que parte de la subestación “Los Amates”; esta conducción representará una longitud de 22 km a través de una línea de 115 kv, de dos circuitos 113 000 acsr/ta.

Cabe aclarar que de la ruta, así como su construcción y obtención de las anuencias por las partes involucradas (propietarios y gobierno) en la ruta seleccionada para el proyecto de la LT, se está realizando en forma independiente del P. H. La Parota por el departamento de Líneas de Transmisión de la CFE. Una vez realizado el análisis económico, ambiental, social y técnico, en la selección de la ruta de la LT, esta oficina tomará la decisión más conveniente y seleccionará la opción más adecuada, para iniciar con la obtención de autorización en materia de impacto ambiental e iniciar su construcción.

#### Operación

En la operación de la hidroeléctrica, debe preverse la construcción de una LT de 400 kV para conducir la energía eléctrica y conectarla a la actual LT en servicio denominada La Parota – Yautepec Potencia (tensión de 400 kV). Su gestión presupuestal, social y ambiental se realizará

previamente (24 meses) a la puesta en servicio de la central, la cual está programada para el año 2010. Las Subestaciones Eléctricas para esta etapa es Yautepec Potencia y La Parota, el periodo de construcción para estas SE, se estima de 12 meses. Véase **Figura II.4.2.3-2** que muestra la red troncal del P. H. La Parota en su etapa de operación.





#### II.4.2.4 Combustibles

##### *Combustibles.*

Los combustibles a utilizar son los necesarios para la operación de los vehículos de transporte y maquinarias, los cuales serán adquiridos periódicamente de la estación de servicio de PEMEX mas cercano al proyecto. Se suministrará por medio de camiones pipa hasta el sitio de la obra. El almacenamiento se realizará en el área industrial de la obra, en la cual se construirá una estación de servicio que cumpla con las especificaciones de almacenamiento, monitoreo de tanques, venteos, accesorios antiexplosión, dispensarios, vialidades, equipos de seguridad y áreas de servicio que establece PEMEX para las estaciones de despacho de combustibles.

La cantidad de combustibles estimadas para la totalidad del proyecto se describen en la siguiente tabla:

**Tabla II.4.2.4-1** Combustibles para la etapa de construcción

CONCEPTO	VOLUMES
Diesel (lt)	169 729 329
Aceite de motor para diese (lt)	2 785 050
Gasolina Magna Sin (lt)	3 828 037
Aceite de motor (lt)	57 606
Aceite de transmisión (lt)	605 626
Combustoleo (lt)	463 298
Petróleo Diafano (lt)	7 648
Grasa (kg)	103 448

FUENTE: Residencia de Actividades Previas, CFE.

Se estima que para la etapa de operación y mantenimiento se requerirá para el mantenimiento mayor (cada cinco años) 6 000 l de aceite, 3 500 l de gasolina, 750 l de aceite para motor y 250 l de aceite hidráulico.

#### II.4.2.5 Maquinaria y equipo

##### *Maquinaria y Equipo.*

De acuerdo al programa de obra, se estima se requerirán para la etapa de construcción 1 829 entre equipo y maquinaria, estas cantidades se resumen en la **Tabla II.4.2.5-1**.

El rendimiento de estos equipos variará de acuerdo con las condiciones de la obra, coordinación en la utilización del parque de maquinaria, mantenimiento del equipo, etc.



## II.5 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

Durante la construcción de la obra se generarán desechos sólidos municipales, industriales y peligrosos, debido a las diferentes obras que se construirán y la estancia en el lugar de personas que vivirán y trabajarán en el área.

### II.5.1 Residuos sólidos no peligrosos

#### *Residuos sólidos*

En la sección II.3.4.1 se mencionan los tipos y cantidades de residuos sólidos durante la etapa de operación, por lo tanto en esta sección solo se hará mención los residuos generados en la etapa de construcción.

La forma de manejo de los residuos, se presenta a continuación:

**Tabla II.5-1** Generación de residuos sólidos

NOMBRE DEL RESIDUO	COMPONENTES DEL RESIDUO	PROCESO O ETAPA EN EL QUE SE GENERA	CARACTERÍSTICAS CRETIB	VOLUMEN GENERADO POR UNIDAD DE TIEMPO	TIPO DE EMPAQUE	SITIO DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL	SISTEMA DE TRANSPORTE AL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL	SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL
Municipales	Todos los generados en los campamentos, comedores y oficinas.	Construcción		Variable	A granel	contenedores	Camión volteo	Relleno sanitario
Industriales	Todos los generados durante la construcción de las obras principales.	Construcción		Variable	A granel	Depósito de desperdicio	Camión volteo	Depósito de desperdicio
Peligrosos	Todos los generados durante el mantenimiento de los vehículos y maquinaria.	Construcción	Inflamable	Variable	A granel	Almacén Tambos metálicos, envases de plástico herméticos	Camión	Empresas autorizadas para su manejo

#### Residuos sólidos municipales

A partir de la experiencia adquirida en la construcción de otros proyectos (C. H. Aguamilpa y el P. H. El Cajón), se estimó el volumen de residuos sólidos municipales que se generarán durante la construcción siendo los que se presentan en la **Tabla II.5-2**, considerando una producción per cápita de 1,8 kg/día. Al inicio de la obra se generarán del orden de 734 kg/día, valor que se incrementará hasta alcanzar el volumen máximo de alrededor de 9,19 t/día, para finalizar en el último año con una producción de 210 kg/día.

**Tabla II.5-2** Estimaciones de residuos sólidos municipales que se generarán durante la construcción.

Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Residuos sólidos tn/día</b>	0,73	6,55	9,19	8,15	7,41	7,43	5,83	0,21

En las proximidades del proyecto no existen sitios para confinar desechos sólidos municipales. El único relleno sanitario (vida útil de 10 años y tiene de operación 2 años)\* del que hasta el momento se tiene conocimiento se encuentra ubicado en km 7 de la carretera libramiento Acapulco Bajos del Ejido, en el paso de Texca, cuya distancia en línea recta al eje de la cortina es de 22 km (véase Plano No. 1).

Debido a lo anterior por su lejanía al sitio y vida útil, se tiene contemplado construir un relleno sanitario para el confinamiento de los desechos sólidos municipales generados en el área de la obra y sus instalaciones para las etapas de construcción, operación y mantenimiento. La selección del sitio, diseño, construcción y operación del relleno sanitario se realizará conforme a lo estipulado en las Normas Oficiales Mexicanas PROY-083-SEMARNAT-2003 y PROY-084-SEMARNAT-2003. Cabe señalar que se presentará el manifiesto correspondiente ante las autoridades del Estado de Guerrero para la construcción y operación del relleno sanitario.

### **Residuos industriales**

Como residuos industriales se consideran los siguientes: madera, chatarra, llantas, envases vacíos y empaques. Es difícil estimar el volumen que se generará de cada tipo de material, ya que depende del tipo de envasado de los materiales que se adquieran (tambos, recipientes de plástico de diferente capacidad), calidad y uso de algunos materiales (llantas, algunas estructuras metálicas), etc. Por esta razón no se cuenta con elementos para realizar una estimación objetiva de cuantificarlos. Sin embargo, para evitar afectaciones al ambiente por el manejo inadecuado de estos residuos, CFE establecerá y supervisará un programa para su manejo.

### **Materiales térreos, pétreos y cascajo**

El material producto de la excavación que no se utilice y los concretos de demoliciones son residuos no peligrosos de tipo industrial que serán generados durante la construcción de este proyecto. El volumen esperado de estos materiales es difícil de precisar; sin embargo se tiene la experiencia de que el volumen es considerable.

Para confinar los residuos provenientes del polígono de obras principales se han identificado dos sitios aguas arriba de la cortina, en ambas márgenes (sitios conocidos como bancos de desperdicio), los cuales quedarán cubiertos por el embalse. Para llegar a estos sitios se construirán terracerías que partirán de la red de caminos del proyecto. Para el confinamiento no se requiere el acondicionamiento de los sitios salvo una pequeña plataforma en la parte alta de la cañada o cantil para que el equipo de acarreo haga maniobras para acercarse al borde. El material que se confine se acumulará en la parte baja de estos sitios y gradualmente se incorporará más material que adquirirá el ángulo de reposo propio de los materiales.

\* Información proporcionada por el Departamento de Saneamiento Básico, Subdirector.

### II.5.2 Manejo de residuos peligrosos y no peligrosos

Los residuos sólidos que se generen durante la construcción del proyecto serán clasificados de acuerdo a sus características en municipales, industriales y peligrosos.

Los municipales serán almacenados en los frentes de trabajo donde fueron generados para luego ser transportados al relleno sanitario donde se tratará de efectuar una clasificación de manera que aquellos desechos orgánicos degradables sean dispuestos finalmente en el RS; los relativos a plásticos, vidrios, fierro y otros, también serán separados, no necesariamente para su reciclaje pero si para su disposición de manera independiente.

Los desechos industriales como escombros, madera, chatarra, etc; serán transportados a los sitios habilitados como depósitos de desperdicio.

Los residuos peligrosos se almacenarán de manera temporal dentro del sitio del proyecto y después se pondrán a disposición de empresas o compañías autorizadas para su traslado y disposición fuera del sitio del proyecto.

### II.5.3 Disposición final de residuos peligrosos y no peligrosos

#### Residuos no peligrosos

La alternativa que se utilizará para la disposición final de los residuos no peligrosos como ya fue mencionado anteriormente es el relleno sanitario, el cual es una obra de ingeniería para disponer y eliminar de manera higiénica los residuos sólidos municipales.

Una vez seleccionado un buen sitio y diseño para su construcción y operación, además de un control y supervisión del manejo adecuado de los residuos sólidos no peligrosos, se estará contribuyendo a evitar que se formen vectores causantes de enfermedades, así como el favorecer a la no contaminación de los cursos superficiales y subterráneos de agua, la disminución de olores e incendios comparado con un tiradero clandestino a cielo abierto, además con la tecnología y diseño adecuado se evita y elimina la percolación de líquidos lixiviados en el suelo, efecto que si se presentará dejaría inutilizado por largos periodos de tiempo al suelo. Otro de los beneficios de disponer los residuos en forma apropiada mediante un relleno sanitario es que al término de su vida útil se recuperan áreas de escaso valor para convertirlas en parques y áreas de diversión.



Figura II.5.3-1 Proceso de operación para cobertura



Figura II.5.3-2 Vista parcial de zonas cubiertas en el tiradero



Figura II.5.3-3 Vista del parque sobre el relleno sanitario al término de su vida útil.

Con respecto a los residuos: plásticos, papel, cartón, vidrios fierro, aluminio, residuos de alimentos, lodos producto del ablandamiento del agua, se mantendrán en el relleno sanitario los cuales

*Programa Universitario de Medio Ambiente, UNAM. Febrero 2004.*

también serán separados ya sea para su reciclaje o para su disposición independiente. El resto de los desechos biodegradables como escombros, madera, chatarra, etc, serán confinados y dispuestos en sitios habilitados como depósitos de desperdicio.

### Residuos Peligrosos

Respecto al manejo y disposición de los residuos peligrosos (aceites, solventes gastados, baterías ácidas, estopa y trapo impregnado de aceite, lubricante gastado o solvente, envases utilizados en el manejo de materiales y residuos peligrosos; focos, lámparas fluorescentes, balastos, envases de pintura, primario e impermeabilizante, trapos impregnados y gas de hexafluoruro de azufre de la subestación encapsulada, cartuchos de tóner usados, envases de aerosoles y aire comprimido<sup>3</sup>) se contará con un almacén temporal para su almacenamiento se pondrán a disposición de empresas o compañías autorizadas.

#### II.5.3.1 Sitios de tiro

Los únicos sitios de tiro serán aquellos identificados como depósitos de desperdicio, aguas arriba de la cortina y dentro del embalse.

#### II.5.3.2 Confinamiento de residuos peligrosos

Para estos residuos se habilitará un almacén temporal de acuerdo con las condiciones que marca la legislación y se tramitará con compañías autorizadas su traslado y disposición final fuera del sitio del proyecto que cumplan con lo señalado en la legislación en materia de residuos peligrosos, las normas oficiales mexicanas correspondientes y demás procedimientos aplicables. Se tiene previsto que el sitio de almacén temporal de residuos peligrosos se localice dentro del área industrial.

#### II.5.3.3 Tiraderos municipales

En las proximidades del proyecto no existen tiraderos municipales, por lo que durante las distintas etapas del proyecto se hará uso del relleno sanitario contemplado para este proyecto. Los tiraderos que existen son clandestinos formados por la misma gente de las zonas rurales que por no tener cultura o educación respecto a los desechos sólidos municipales, forman esos tiraderos a cielo abierto que no son controlados por el municipio y los cuales al no ser controlados contaminan tanto al aire, agua y suelo, además de deteriorar la estética del paisaje.

#### II.5.3.4 Rellenos sanitarios

---

<sup>3</sup> Lista de residuos peligrosos comunes generados y resumidos de la etapa de operación. Basados en: CH Infiernillo, CH Colotlipa y la CH Zimapan (Ing. Fernando Hiriart Balderrama).

Como se anotó anteriormente, la compañía o empresa responsable del relleno, será la que resulte ganadora de la licitación, la cual se hará responsable del cuidado y manejo de relleno sanitario, el cual se estima que tendrá las siguientes características principales:

La superficie requerida para la habilitación del relleno sanitario, se estima del orden de las 4 Ha.

La generación de residuos sólidos municipales en este tipo de obras, de acuerdo a los registros de la CFE, son muy altos comparados con los centros urbanos: Los datos de la CFE provienen de la operación de un relleno sanitario en el proyecto Aguamilpa por un período de 28 meses. Durante este período, el volumen medio de generación diaria fue de 30 m<sup>3</sup>, oscilando entre los 23 y 36 m<sup>3</sup>; estas cifras arrojaron una generación per cápita del orden de los 1,8 kg/día.

Bajo esta perspectiva y asumiendo la experiencia que la CFE ha obtenido de otros proyectos similares, se puede estimar el volumen de generación de desechos durante el período de la obra, del orden de los 76 650 m<sup>3</sup>, considerando una población máxima y generación constante de 30 m<sup>3</sup>/día. De esta cifra, considerando un sistema de operación con celdas, de profundidad media de 3,5 m y dimensiones de 10 x 50 m, el número de celdas sería aproximadamente 45, considerando en este volumen también, el que ocuparía el material de cubierta necesario.

Para la estimación de la vida útil del área seleccionada como relleno sanitario, se consideraron el tiempo de ejecución de la obra, la generación de residuos y la población servida. En la **Tabla II.5.3.4** se señalan de manera resumida la población estimada por año de construcción y la generación de residuos.

**Tabla II.5.3.4** Población servida por el relleno y estimación de sus volúmenes de generación.

Año	1	2	3	4	5	6	Total
Población	1 550	3 900	4 700	5 500	4 900	1 750	22 300
Volumen	2 150	5 350	6 450	7 550	6 700	2 400	<b>30 600</b>

Para la recolección de los desechos se pondrán tambos de 200 litros en puntos estratégicos y se verificarán constantemente, ya que una vez que se encuentren llenos serán transportados en camiones de volteo al área que será destinada para el relleno sanitario.

#### II.5.3.5 Otros

##### *Residuos pétreos*

Los residuos pétreos que se originarán durante el desmonte serán del orden de 200,000 m<sup>3</sup>, los cuales habrán de removerse únicamente hacia los límites de las zonas afectadas pues no se considera necesaria su remoción fuera de la zona.

En lo referente a los nuevos caminos que habrán de construirse, los residuos pétreos generados serán los provenientes de los cortes, los cuales debido a la temporalidad de estas obras habrán de reducirse para optimizar costos. Se estima que el volumen de cortes no habrá de rebasar los 50,000 m<sup>3</sup>.



## **II.6 GENERACIÓN, MANEJO Y DESCARGA DE RESIDUOS LÍQUIDOS, LODOS Y AGUAS RESIDUALES**

### **II.6.1 Generación**

#### II.6.1.1 Residuos líquidos

No se tiene prevista la generación de residuos líquidos motivados por la operación de la planta, con excepción de 5 barriles de 200 litros de aceites y grasas quemadas, que a lo largo de un año de operación se producen en la planta hidroeléctrica.

La disposición final de estos residuos será en tanques cerrados que se guardarán en el almacén general y dos veces por año serán recolectados para ser transportados fuera de la zona para su disposición final.

#### II.6.1.2 Agua residual

##### Descargas de aguas residuales

Se generarán aguas residuales municipales e industriales. Las primeras provendrán de las áreas de oficinas, campamentos, comedores, unidades deportivas, etc. y las industriales se producirán principalmente en los talleres.

Las aguas residuales de tipo municipal serán tratadas antes de descargarse a cuerpos superficiales y se solicitará a la CNA que establezca las condiciones particulares de descarga. Para el tratamiento de este tipo de agua se construirá un conjunto de sistemas de tratamiento, los cuales se desarrollarán considerando las expectativas de crecimiento de la población.

Los sistemas de tratamiento son responsabilidad del Contratista ganador de la licitación, al cual se le está solicitando como parte de las especificaciones que proponga los tratamientos que empleará en las distintas instalaciones. A manera de ejemplo, derivado de las experiencias de la construcción de otros proyectos, la CFE ha utilizado tanto tanques de sedimentación como fosas sépticas, lagunas de oxidación e inclusive tratamientos con lechos de raíces.

En cualquiera de los casos, las condiciones que se solicitan al contratista es que el sistema incluya un tanque de sedimentación calculado para un tiempo mínimo de retención de 8 h y de éste pasar a un sistema secundario de tratamiento.

Durante la construcción de la C. H. Aguamilpa se probó experimentalmente un sistema de lecho de raíces el cual se dimensionó con la metodología propuesta por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). Para este tipo de tratamiento se considera que existan dos tipos de drenajes en las instalaciones: uno captará el agua de las precipitaciones y la encauzará a los drenes naturales y otro recogerá el agua residual municipal para conducirla a los sistemas de tratamiento.

Las aguas residuales provenientes de las instalaciones que corresponden al área de campamentos, comedores, servicios y oficinas, serán vertidas al río luego de su tratamiento.

Las aguas residuales de tipo industrial se originarán en las trituradoras y en los talleres de servicio de la maquinaria y vehículos. En el primer caso, las trituradoras utilizarán agua cruda para lavar el material pétreo que se procesa en este equipo. La limpieza de las gravas es indispensable para la construcción; por esta razón la característica del agua residual es el incremento de partículas inorgánicas suspendidas. El material que se incorpora al agua no es un contaminante y al llegar al río Papagayo se precipitará recuperando el agua las condiciones originales. En el caso de los talleres, se generarán aguas contaminadas con lubricantes por la limpieza de la maquinaria y el lavado del piso de los patios de servicio. Para evitar la descarga directa de este tipo de agua se construirán trampas de grasas y aceites.

Los volúmenes estimados de agua residual generada durante las etapas de preconstrucción y construcción serán de tipo doméstico, provenientes de los campamentos, comedores y oficinas para lo cual se les dará un tratamiento primario y secundario y descargar 600 m<sup>3</sup>, en el pico de máxima población hacia el punto de descarga que finalmente defina el Contratista:

### II.6.1.3 Lodos

La generación de lodos está condicionada al tipo de tratamiento que se utilice. En el caso de que se emplee lecho de raíces, no se generarán lodos; si se utiliza otro tipo de tratamiento serán los propios de aguas municipales y el mismo diseño del sistema debe incluir su tratamiento, estabilización y disposición final.

Como se ha comentado, el tratamiento de las aguas residuales está por definirse. Una vez que esto ocurra se vigilará que este cumpla con la legislación en la materia.

## II.7 GENERACIÓN, MANEJO Y CONTROL DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA

Durante la construcción de este tipo de obras, las emisiones a la atmósfera son:

- a) Polvos y partículas provenientes de las voladuras, excavaciones, operación de las plantas trituradoras y de la circulación de los vehículos por las terracerías.
- b) Gases provenientes de los vehículos y maquinaria que operan con combustibles fósiles.
- c) Ruido proveniente del uso de explosivos y de la operación de la maquinaria, equipo y vehículos.

La principal zona de generación de emisiones a la atmósfera será el área alrededor del eje de la cortina, en la cual se concentrará la mayor parte de las actividades de construcción. Es difícil cuantificar el volumen de emisiones que se generará ya que depende del número y mantenimiento de los equipos, maquinaria y vehículos en operación, de las cargas de explosivos que se requieran aplicar, y, en el caso de polvos, de la humedad del sustrato por donde circulen los vehículos. Cabe señalar que las emisiones tendrán una influencia puntual y sólo las detonaciones producidas por el uso de explosivos tendrán una mayor área de influencia, aunque esto será momentáneo.

En la **Tabla II.4.2.5-1** se presenta el tipo de motor de los equipos utilizados y la eficiencia de combustión de los motores que utilizan combustibles fósiles. Puede verse que un alto porcentaje de los equipos trabajan con motores eléctricos, lo cual contribuye a disminuir la emisión de gases contaminantes.

## II.8 CONTAMINACIÓN POR RUIDO, VIBRACIONES, RADIATIVIDAD, TÉRMICA O LUMINOSA

El ruido más intenso es el generado por las turbinas en la etapa de operación. La casa de máquinas es subterránea por lo que se estima que dicho ruido no sobre pase los 80dB establecidos en la norma NOM-080-ECOL-1994.

**Tabla II.8-1** Límites permisibles de ruido <sup>(1)</sup>

DURACIÓN (horas/días)	NIVEL DE RUIDO (Db A)
16	80
8	85
4	90
2	95
1	100
1/2	105
1/4	110
1/8	115*

\*No debe exponerse en forma continua o intermitente a una intensidad de ruido superior a 115 dB A.

(1) Threshold limit values

American Conference Gubernamental Industrial Hygienists, 1990-1991.

Para estimar los niveles de ruido que se emitirán se consideraron las especificaciones técnicas descritas en los manuales proporcionadas por los fabricantes. Los niveles de ruido más altos serán del orden de 120 dB y los más bajos de 40 dB (**Tabla II.8-1**). La mayoría de la maquinaria y equipo que se empleará (62%) producen ruido entre 60 y 90 dB, el 24% produce ruido menor a 60 dB y sólo 14% genera ruido superior a 90 dB.

En el caso de la maquinaria y equipo que producen ruido superior a 90 dB, los operadores serán protegidos de la exposición al ruido con el uso de aditamentos supresores de ruido, en atención a la normativa en materia de seguridad e higiene

## II.9 MEDIDAS DE SEGURIDAD.

CFE cuenta con una serie de planes de emergencia específicos para su aplicación en centrales hidroeléctricas. A continuación se presenta la lista completa con los títulos de los mismos:

- Sismos P.E.-110-GH01
- Previsión de Riesgos Bajo Contingencias de Sismos en Instalaciones P.E.-110-SE01
- Riesgo: Sismos, Huracanes, Ciclones y Asentamientos en Líneas de Transmisión P.E.-110LT01
- Erupciones Volcánicas P.E.-120-GH01
- Deslizamiento de Talud P.E.-130-GH01
- Lluvias Torrenciales P.E.-210-GH01
- Sequías P.E.-250-GH01
- Derrame de Aceites P.E.-310-GH01
- Incendio en Área de Concentración de Cables P.E.-320-GH01
- Incendio en Generador y Excitador P.E.-320-GH02
- Incendio en Tableros B.T. y CCM'S P.E.-320-GH03
- Incendio en Gasolineras P.E.-320-GH04

- Incendio en la Sala de Control P.E.-320-GH05
- Incendio en la Sala de Cómputo P.E.-320-GH06
- Incendio en Almacenes P.E.-320-GH07
- Incendio en Transformadores P.E.-320-GH08
- Incendio en Sistema de Aceite Lubricante P.E.-320-GH09
- Incendio en Campamento P.E.-320-GH10
- Incendio en Oficinas P.E.-320-GH11
- Explosión en Campamentos P.E.-330-GH01
- Explosión en Sala de Baterías P.E.-330-GH02
- Contaminación por Aceite Lubricante y Aceite Aislante P.E.-410-GH01
- Contaminación Aceite (Derrame de Aceite en Transformador de Potencia) P.E.-410-SE01
- Epidemia de Cólera P.E.-430-GH01
- Plaga de Roedores P.E.-440
- Sabotaje, Terrorismo y Vandalismo P.E.-540-GH01
- Robo y Asalto a Mano Armada P.E.-550-GH01
- Vientos, Ciclones, Huracanes y Tornados en Centrales Hidroeléctricas P.E.-260-GH01

#### Programas de mitigación de impactos

Para mitigar los impactos causados por la ejecución de las obras, se implantarán varios programas (este punto se tratará con más detalle en el capítulo VI y VII) entre los que destacan:

- ♦ Programa General de Rescate de Flora y Fauna Silvestre
- ♦ Programa de Control de Erosión en la Cuenca del Papagayo
- ♦ Programa para el Control de Vectores de Enfermedades
- ♦ Programa de fechas clave
- ♦ Programa de rehabilitación de bancos de materiales.

En la sección II.3.1 se presenta el programa de obra en el que se identifican fechas clave de inicio y terminación de actividades principales del proyecto.

#### II.9.1 Señalización y medidas preventivas

Se deberá colocar señalamiento preventivo, restrictivo e informativo en todos los puntos requeridos por el proyecto de acuerdo al tipo y frente de trabajo durante su construcción, operación y mantenimiento (véase **Figura II.9.1-1**). El señalamiento debe ser cambiado o modificado por el Contratista, de acuerdo al avance y desarrollo de los trabajos.

La CFE debe determinar el número, la localización y tipo de señalamiento que delimiten tanto la zona de protección del proyecto como la de máxima inundación del embalse, más la zona federal indicada por la CNA, debiendo en cualquier caso prever que dicho señalamiento sea preferentemente permanente, en especial aquellas que correspondan a la zona de protección del proyecto.

El área responsable del señalamiento debe establecer rondines de vigilancia en forma sistemática durante los horarios de labores, para verificar que en cada frente de trabajo se cuente con los señalamientos adecuados. En días no laborables, los rondines se pueden realizar con mayor espaciamiento de tiempo, pero en ningún caso deben suspenderse.

Para la etapa de actividades previas se colocó señalamiento en las zonas de mayor actividad como extracción de materiales, polvorín, campamentos de actividades previas y camino de acceso al campamento. De igual forma se hará con la etapa de construcción.

Durante alguna explosión que requiera en el proyecto deberá ser controlada de tal manera que no solo se cuente con la señalización adecuada si no además de advertir a las poblaciones cercanas para que sepan lo que va a ocurrir.



**Figura II.9.1-1**  
Muestras de algunos señalamientos de tipo preventivo, restrictivo, informativo, turístico y de servicio

## II.10 IDENTIFICACIÓN DE LAS POSIBLES AFECTACIONES AL AMBIENTE QUE SON CARACTERÍSTICAS DEL O LOS TIPOS DE PROYECTO.

### Afectaciones

Las afectaciones para las áreas anteriormente descritas son las que se provocarán por el desmonte y limpieza de las superficies señaladas.

La afectación más importante que ocurrirá en el área de influencia del proyecto será la pérdida de vegetación y suelo ocasionada principalmente por la formación del embalse, ya que se inundarán aproximadamente 14 213 Ha a la altura del NAME es la cota 180 m, que no incluye la “Ribera o zona federal” del vaso que según Ley de Aguas Nacionales de la CNA en el título primero, disposiciones preliminares, capítulo único, artículo 3º indica una faja *de diez metros de anchura contigua al... vaso de los depósitos de propiedad nacional, medida horizontalmente a partir del nivel de aguas máximas ordinarias...* Por lo anterior se provocará un desplazamiento de las especies de fauna hacia sitios más altos. Otra fuente para la pérdida de vegetación (zona con configuración topográfica de las obras principales, 321,94 ha) será la construcción de la cortina, obra de toma, vertedor, subestación eléctrica ya que no serán reforestadas, por corresponder a las estructuras permanentes.

Otras áreas por afectar son:

La longitud afectada de caminos rurales, brechas, veredas dentro de la zona del embalse a la cota 180 m son: 68 414,48 m dentro del cual se incluye dos puentes. La longitud por las LT involucradas dentro del embalse es de 30 814,47 m. El área afectada de campamentos, oficinas, zona industrial y servicios y gobierno es de 90,72 Ha. Superficie afectada por bancos de material de 438,49 Ha.

Para ubicar las zonas afectadas véase **Plano No. 1** y el resumen de áreas afectadas en la **Tabla II.2.3.1-1**. Las áreas arriba señaladas se han estimado con base en proyectos similares e información bibliográfica y cartográfica del INEGI que fue resumido en el informe de infraestructura afectada para el proyecto durante las etapas de actividades previas y construcción.

La sección II.3.1 se presenta el programa calendarizado de actividades para la construcción de las obras del P.H. La Parota.

Los detalles de las afectaciones producidas por la construcción del P.H. La Parota se explicarán mas a detalle en el apartado de identificación y valoración de los impactos ambientales.

### III VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

#### III.1 Información sectorial

##### III.1.1 Plan Nacional de Desarrollo

El Plan Nacional de Desarrollo 2001 – 2006 es el documento en el cual se incluyen las prioridades, objetivos y estrategias de la Administración Pública Federal para este período. En su capítulo 6 (Área de Crecimiento con Calidad), se menciona que *“...los servicios públicos administrados por el Ejecutivo federal requieren inversiones considerables para enfrentar los retos del desarrollo. En particular, el marco normativo y regulatorio de la industria eléctrica requiere una revisión profunda a fin de responder al crecimiento previsible de la demanda...”*. Más adelante, se establece que *“...en materia de energía, el objetivo para 2006 es contar con empresas energéticas de alto nivel con capacidad de abasto suficiente, estándares de calidad y precios competitivos. En términos de energía eléctrica, se deben generar flujos de electricidad eficaces y suficientes ante la creciente demanda...”*.

##### III.1.2 Programa Sectorial de Energía

Con base en las políticas marcadas en el Plan Nacional de Desarrollo se elaboró el Programa Sectorial de Energía 2001 – 2006 (PSE), el cual menciona que *“...el sector eléctrico nacional debe tender hacia una modernización que le permita ofrecer un suministro acorde con las especificaciones técnicas más estrictas, aparejado de una gama de servicios integrales diseñados para satisfacer las necesidades de los distintos tipos de usuarios...”*.

Respecto a la cobertura nacional, se menciona en el PSE que *“...el acceso al servicio público de electricidad ha crecido significativamente durante las últimas dos décadas, a tal grado que a fines del año 2000 alcanzó el 94,7 por ciento de la población nacional conectada a la red eléctrica, siendo éste uno de los niveles de cobertura más altos en Latinoamérica. Sin embargo, en términos absolutos, alrededor de cinco millones de mexicanos aún no cuentan con acceso al servicio eléctrico. De éstos, la mayoría habitan en comunidades rurales aisladas a la red eléctrica, lo que incrementa la dificultad de acceder a dichas poblaciones. Esa cantidad puede llegar a ser casi 12 millones de personas en el año 2006 simplemente considerando el crecimiento poblacional...”*.

Con relación a la demanda de energía eléctrica, el PSE señala que *“...las ventas de energía del Subsector Eléctrico en el 2000 ascendieron a 155 348 GWh, de las cuales el 60,3 por ciento fueron destinadas al sector industrial, 23,3 por ciento al residencial, 7,5 por ciento al comercial, 5,1 por ciento al agrícola y 3,8 por ciento al de servicios. El total de usuarios atendidos en el servicio público de energía eléctrica alcanzó casi los 24,0 millones, dentro de los que el sector industrial representó únicamente 0,5 por ciento, aunque su demanda participó con 60,3 por ciento...”*

En la tabla V1 se muestra la capacidad instalada de generación por tipo de tecnología a nivel nacional para el período 1995-2000, mientras que en la tabla V2 se presenta la generación bruta por tipo de tecnología para el mismo período.

Tabla V1. Capacidad instalada de generación por tipo de planta (MW)

Tipo de planta	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Termoeléctrica	19 395	20 102	20 120	20 895	21 327	22 256
Hidroeléctrica	9 329	10 034	10 034	9 700	9 619	9 619
Carboeléctrica	2 250	2 600	2 600	2 600	2 600	2 600
Nucleoeléctrica	1 309	1 309	1 309	1 309	1 368	1 365
Geotérmica	753	744	750	750	750	855
Eoloeléctrica	2	2	2	2	2	2
Total	33 037	34 791	34 815	35 255	35 666	36 697

Fuente: Programa Sectorial de Energía 2001-2006.

Tabla V2. Generación bruta por tipo de planta (GWh)

Tipo de planta	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Termoeléctrica	86 220	89 100	101 454	113 483	114 322	126 863
Hidroeléctrica	27 528	31 442	26 430	24 616	32 714	33 075
Carboeléctrica	14 479	17 735	17 575	17 956	18 251	18 696
Nucleoeléctrica	8 443	7 878	10 456	9 265	10 002	8 221
Geotérmica	5 669	5 729	5 466	5 657	5 623	5 901
Eoloeléctrica	6	5	4	5	6	8
Total	142 344	151 889	161 385	170 982	180 917	192 764

Fuente: Programa Sectorial de Energía 2001-2006.

Respecto a la capacidad instalada, el PSE indica que “...en Diciembre del 2000, el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) contaba con 36 697 MW de capacidad instalada de generación, donde la fuente de energía primaria que tiene mayor participación es la de hidrocarburos (60,6 por ciento), seguida de la hidroeléctrica (26,2 por ciento)...”.

Más adelante, se establece que “...con objeto de aprovechar el amplio potencial hidroeléctrico con el que cuenta el país, sobretudo en lo que se refiere a proyectos pequeños y medianos, será necesario realizar una promoción efectiva para que los sectores social y privado participen en la generación hidroeléctrica, con apego al marco jurídico vigente. De esta manera habrán de coordinarse los esfuerzos de las distintas autoridades involucradas tales como SENER, CRE, CNA e INE, así como de los organismos CFE y LFC, para dar a conocer las principales alternativas de proyectos, dar agilidad a los procesos de otorgamiento de las concesiones, licencias y permisos que se requieran y facilitar el desarrollo de los propios proyectos...”.

El PSE menciona que la modernización del sector eléctrico contempla, entre otros aspectos, la “...diversificación de fuentes de energía, mediante el apoyo a plantas hidroeléctricas y carboeléctricas, con lo que se atenúa el riesgo de exponer la generación a la volatilidad del precio del gas natural, se apoya a los sectores de la construcción y metalmecánico, se generan empleos y un adecuado control del agua...”. Para garantizar la seguridad en el abasto de energía eléctrica a nivel nacional, “...se requiere incorporar 32 219 MW adicionales al sistema eléctrico nacional durante el periodo 2001-2010, lo cual incluye a la capacidad actualmente comprometida, que representan 10 854 MW, con lo cual se espera poder garantizar el abasto suficiente de electricidad. Debido a los tiempos de maduración de las inversiones necesarias y los años de construcción que se requieren para que las plantas inicien su operación como tal, es necesario que los 21 365 MW restantes se adjudiquen entre los años 2004 – 2010, y de este modo cumplir con los requerimientos del sector eléctrico...”.



Con base en lo anterior, es posible aseverar que la ejecución del Proyecto Hidroeléctrico La Parota es plenamente compatible con las políticas marcadas tanto en el Plan Nacional de Desarrollo como en el Programa Sectorial de Energía.

### **III.1.3 Comisión Federal de Electricidad**

Con relación a los objetivos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), se establece que las necesidades de suministro de energía eléctrica y la política de diversificación de fuentes generadoras de electricidad en el país vuelven imprescindible la construcción de aprovechamientos hidroeléctricos. Los múltiples beneficios derivados de estos grandes proyectos de desarrollo nacional son innegables; sin embargo, la experiencia en proyectos precedentes ha hecho ver que los procesos constructivos y de operación de estas obras pueden tener efectos desfavorables sobre el medio social y natural, y que su manejo y control no debe limitarse solamente a la respuesta de los requerimientos legales o a la propia voluntad de restituir la infraestructura afectable.

La visión actual de la CFE para desarrollar aprovechamientos hidroeléctricos de grandes dimensiones e importancia energética, como lo significa el Proyecto Hidroeléctrico La Parota, es que consisten en proyectos de desarrollo nacional plenamente compatibles con las políticas marcadas en el Plan Nacional de Desarrollo y en el Programa Sectorial de Energía, cuya ejecución debe planearse de manera intersectorial, empatando metas comunes con dependencias federales, estatales y municipales, ya que tanto sus efectos desfavorables como los beneficios de estos proyectos trascienden más allá del ámbito exclusivamente energético.

El desarrollo de proyectos hidroeléctricos, asociado a la construcción de grandes presas, requiere generalmente del desplazamiento de grupos humanos asentados en las riveras de los ríos y la afectación de la cotidianidad de las comunidades involucradas por el proceso constructivo que implican estas grandes obras. El Proyecto Hidroeléctrico La Parota no es la excepción, por lo cual se requiere la oportuna y adecuada planeación sobre el entorno social del proyecto, considerando la satisfacción de los mínimos de bienestar y el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes que finalmente están cediendo sus recursos para un beneficio nacional.

En la cuenca del río Papagayo, ubicada en el estado de Guerrero, la CFE ha identificado al Proyecto Hidroeléctrico La Parota como una alternativa viable para contribuir a satisfacer la demanda de energía eléctrica en el área central del país, en la cual el crecimiento anual de las ventas se estima en el 4,7% medio anual (período 2002 – 2009). El Programa de Obras de Inversión del Sector Eléctrico (POISE) considera su entrada en operación en el año 2010.

Con la construcción de este proyecto hidroeléctrico se aportará al Sistema Eléctrico Nacional (SEN) 900 MW de potencia y se producirán 1 527 millones de kWh anuales, equivalentes al 66% del consumo en el estado de Guerrero durante el año 2000. Además, representará un aumento del 46,7% de la potencia hidroeléctrica instalada en el estado de Guerrero, considerando las Centrales Hidroeléctricas de las presas El Caracol, El Infiernillo, La Venta y Colotlipa.

El proyecto facilitará potencialmente el desarrollo de actividades turísticas y acuícolas en el embalse, creando oportunidades de inversión y creación de empleos para las poblaciones próximas al lago artificial, cuya extensión será del orden de 14 213 hectáreas (NAME).

En cuanto a las fuentes de generación del Sector Eléctrico Nacional, tal como lo establece el Programa Sectorial de Energía 2001 – 2006, se tiene como objetivo diversificar éstas, ya que actualmente el 74% de la potencia instalada para la generación eléctrica del país es con base a derivados del petróleo; en este sentido, la ejecución del proyecto pretende sustituir la generación hidroeléctrica de 1 527 millones de kWh mediante otra fuente de generación de energía eléctrica como una central térmica, con el respectivo consumo de combustible y la generación de emisiones a la atmósfera tales como SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y partículas.

### **III.2 Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo en la región**

#### **III.2.1 Plan Estatal de Desarrollo de Guerrero**

El Plan Estatal de Desarrollo 1999 – 2005 “...marca el rumbo hacia una realidad más equitativa y democrática, con mayores oportunidades de bienestar y progreso...” para todos los habitantes del estado de Guerrero.

Teniendo como base el diagnóstico de la entidad, el objetivo general del Gobierno de Guerrero para el período 1999 – 2005 consiste en “...mejorar sustancialmente las condiciones de vida y el bienestar de las y los guerrerenses, mediante la promoción de un desarrollo económico, social, político y cultural, de manera sostenida, sustentable e incluyente...”.

Para cumplir con el objetivo general, el gobierno estatal presenta como estrategia social “...ampliar la infraestructura urbana y rural, para mejorar la cobertura de servicios de agua potable, drenaje y energía eléctrica, así como de caminos rurales y pavimentación, entre otros...”.

Respecto al desarrollo económico e industrial en el estado, se propone como estrategia “...promover la inversión en proyectos generadores de empleos y alto impacto regional, y en proyectos de infraestructura básica que detonen el desarrollo y diversifiquen el sector industrial...”.

Finalmente, en el ámbito del desarrollo social y urbano, la estrategia es “...contribuir al mejoramiento y la ampliación de los servicios municipales de limpia, transporte, alumbrado público, alcantarillado público, áreas verdes, el encauzamiento de ríos, tratamiento de aguas negras y confinamiento y tratamiento de residuos sólidos...”.

Del análisis anterior, aún cuando en el Plan no se marcan las actividades o líneas de acción específicas para el cumplimiento de las políticas mencionadas, se establece que el desarrollo del Proyecto Hidroeléctrico La Parota es compatible con las políticas de desarrollo económico, industrial, social y urbano que establece el Plan Estatal de Desarrollo de Guerrero.

#### **III.2.2 Plan Municipal de Desarrollo de Acapulco de Juárez**

Se procedió a consultar y analizar el Plan Municipal de Desarrollo 2002-2005 de Acapulco de Juárez, disponible en Internet. En la revisión y el análisis realizado a dicho documento, no se encontraron políticas o acciones de crecimiento específicas que pudieran considerarse aplicables, favorables, desfavorables o que pudieran interferir con el desarrollo del Proyecto Hidroeléctrico La Parota.

### III.2.3 Plan Director Urbano de la Zona Metropolitana de Acapulco

En el Plan Director Urbano de la Zona Metropolitana de Acapulco de Juárez, Guerrero (Versión 2001), se establecen las políticas de crecimiento y desarrollo de la ciudad, el cual se presenta en el Anexo V1 (en formato electrónico). En el Plan Director se presenta la zonificación de usos y destinos de suelo en el área de Acapulco: toda la zona cercana al río Papagayo se considera para la conservación de flora y fauna, excepto el área de la desembocadura al Océano Pacífico, donde se establece un uso de suelo turístico hotelero y residencial.

El área definida para la Zona Metropolitana de Acapulco, de acuerdo con el Plan Director Urbano, comprende el territorio delimitado por los ejes del río Papagayo al oriente y del río Coyuca al poniente. Al norte, tierra adentro, se presenta un polígono irregular definido de oriente a poniente por los siguientes vértices:

- a) El paso del río Papagayo, al norte de la localidad de Aguas Calientes
- b) El cruce con la carretera federal No. 95, dos kilómetros al norte de la localidad del Treinta
- c) La cima del Cerro de la Lima
- d) La cima del Cerro Verde
- e) El cruce del río Coyuca, al norte de la localidad de los Galeana

Al sur se define por el límite costero comprendido entre los ríos mencionados, incluyendo la isla de La Roqueta y los Morros de la Bahía de Acapulco.

Para el análisis de los componentes del Plan Director Urbano, la Zona Metropolitana de Acapulco se ha subdividido en siete sectores que se indican en la Tabla V3.

Tabla V3. Sectores comprendidos en la Zona Metropolitana de Acapulco

Sector	No.	Zona
Urbano	1	Anfiteatro
	2	Pie de la Cuesta – Coyuca
	3	Valle de la Sabana
	4	Diamante
Rural	5	Coyuca – Bajos del Ejido
	6	Tres Palos – Río Papagayo
Ecológico	7	Parque Veladero y Reserva Ecológica

Fuente: H. Ayuntamiento de Acapulco de Juárez 1999-2002.

El Sector Rural Tres Palos – Río Papagayo (zona 6), establecido en el Plan Director Urbano, comprende los asentamientos del municipio de Acapulco que no están integrados a la zona urbana y su territorio dentro de los límites ya señalados al norte y oriente.

A continuación se mencionan los aspectos más importantes relacionados con la zona 6 del Plan Director Urbano, así como aquellos planes, políticas y proyectos que tienen alguna interacción potencial con el desarrollo del Proyecto Hidroeléctrico La Parota.

- La zona 6 tiene una extensión de 50 812,36 ha, que representa una superficie equivalente al 45,75% del total del área del Plan Director Urbano, con un porcentaje de población del 9,81% respecto al total del área.

- Gran parte del suelo de la zona 6 tiene altas posibilidades de productividad en el sector primario, así como en la laguna de Tres Palos, que representa un potencial de desarrollo ecoturístico; el resto corresponde a suelos de lomeríos con escaso valor productivo.
- La Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Acapulco (CAPAMA), es la empresa paramunicipal operadora y administradora de la infraestructura de agua potable y alcantarillado de Acapulco. Los recursos hidráulicos que abastecen la zona de estudio provienen de las cuencas de captación de los ríos Coyuca – Conchero, con una cuenca de 2 430 kilómetros cuadrados, que tiene un escurrimiento medio anual de 979 910,6 metros cúbicos y del denominado La Sabana – Papagayo, cuya cuenca tiene 7 410 km<sup>2</sup>, con un escurrimiento de 4 487 210,8 m<sup>3</sup>.

Por lo que se refiere a fuentes de abasto, no existen problemas; sin embargo, la construcción de tomas y la distancia de 40 km a la zona urbana encarecen la infraestructura. El sistema principal se abastece por cuatro fuentes: Papagayo I, Papagayo II, localizadas en el río Papagayo, a 22 km de la planta potabilizadora, además de los pozos de La Sabana y el manantial de El Chorro. El Sistema Papagayo I cuenta con una capacidad de 830 l/s; el agua solo requiere de cloración para su distribución, la cual se realiza en la planta de bombeo de las Cruces. El Sistema Papagayo II, que abastece al Tanque Renacimiento, se constituye por la toma directa al río con una capacidad de 1 520 l/s con problemas de azolvamiento, por lo que es necesario tratar las aguas en la planta potabilizadora del Cayaco y destapar su equipo dos veces al año.

La capacidad actual total es de 2 350 l/s, con una dotación promedio de 300 l/habitante/día. La demanda actual diaria de la zona es de 238 500 m<sup>3</sup> en temporada vacacional baja y hasta 292 500 m<sup>3</sup> en temporada alta. Considerando que el 40% del agua que se transporta a la Zona Metropolitana de Acapulco se pierde por fugas, se puede estimar que el déficit en el suministro puede llegar al 50% en temporada vacacional baja y al 57% en temporada alta, situación que se refleja directamente en la dotación diaria reduciéndola a sólo 150 l/habitante/día. Para cubrir el déficit generado por la población flotante, principalmente en la Zona Acapulco Diamante, se ha planteado un proyecto (Sistema de Captación Papagayo 3) que ampliará la capacidad a 4 000 l/s, lo que permitirá aumentar la capacidad a 345 600 m<sup>3</sup>.

Cabe mencionar que algunas zonas en los sectores Diamante y Tres Palos son atendidas por pozos artesianos sin control alguno que pueden tener contaminación.

- Con relación a los servicios, la zona de Tres Palos – Río Papagayo, conformada por asentamientos dispersos, es la que tiene mayores deficiencias, ya que el 66,5% (10 186 viviendas de las 15 318 que se ubican en esta zona) no cuentan con agua potable, y el 78,8% (12 070 viviendas) no tienen servicio de drenaje.
- Las consecuencias de los graves efectos generados por el huracán Paulina, en octubre de 1997, pusieron de manifiesto una serie de problemas en la zona rural Tres Palos – Río Papagayo, tales como:
  - a) El control de asentamientos en zonas bajas, en cauces y escurrimientos
  - b) El control de fraccionamientos irregulares de suelo ejidal
  - c) La carencia de centros de equipamiento básico en el sistema de poblados
  - d) La fragilidad del sistema carretero rural

- Dentro de los objetivos particulares propuestos para el desarrollo de cada uno de los componentes del Plan Director Urbano, destaca la elaboración de programas que influyan en el mejoramiento de la calidad de vida en las comunidades rurales, respetando los usos actuales y futuros de sus áreas de cultivo, para aprovechamiento y mejoramiento agropecuario y preservando las áreas cercanas a los cuerpos de agua, especialmente en la Laguna de Tres Palos.
- 1. Del análisis de este documento, se establece la posible interacción del Proyecto Hidroeléctrico La Parota con los sistemas existentes de suministro de agua potable Papagayo I y II para la Zona Metropolitana de Acapulco, instalados aguas abajo del sitio del proyecto, además del sistema proyectado denominado Papagayo 3. Cabe señalar que el proyecto no modifica la disponibilidad de agua potable correspondientes al suministro de los sistemas Papagayo.

#### **III.2.4 Plan Sectorial de Desarrollo Turístico de la Zona Metropolitana de Acapulco, Guerrero**

Acapulco fue el destino turístico que brindó proyección mundial a México, representando en la actualidad uno de sus símbolos turísticos. Pocos destinos en el mundo tienen la cantidad de atractivos y diversidad de productos turísticos que ofrece Acapulco. No obstante, sus cualidades, imagen y competitividad se han visto deterioradas gradualmente.

Es por lo anterior que el Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR) ha desarrollado el Plan Sectorial de Desarrollo Turístico de la Zona Metropolitana de Acapulco, con la finalidad de “reposicionar Acapulco como destino turístico”, a través de los siguientes objetivos:

- a) Restablecer las condiciones ambientales y mejorar las condiciones urbanas para propiciar el desarrollo sustentable de la zona
- b) Impulsar las zonas con potencial de desarrollo turístico
- c) Mejorar y diversificar la oferta turística
- d) Incrementar la afluencia de turistas internacionales

El Plan Sectorial de Desarrollo Turístico se elaboró tomando como base los límites de la Zona Metropolitana de Acapulco establecidos en el Plan Director Urbano, los cuales se muestran en la Figura V1. En la Figura V2 se presentan las zonas turísticas desarrolladas y por desarrollar consideradas en el Plan. En el Anexo V1 se incluye, en formato electrónico, el Plan Sectorial de Desarrollo Turístico de la Zona Metropolitana de Acapulco. Algunos de los aspectos más importantes mencionados en este Plan que tienen interacción potencial con el desarrollo del Proyecto Hidroeléctrico La Parota son los siguientes:

- Dentro de los principales atractivos turísticos de Acapulco, los ríos aledaños (especialmente el Papagayo) se han aprovechado para el rafting y la innovación de las lanchas turbo jet (*Shotover*) creando en dicho lugar un complejo de turismo de aventura llamado *Bravo Town*.
- El río Papagayo es el segundo en importancia a nivel estatal y drena una cuenca de 7 410 km<sup>2</sup>. El gasto máximo registrado es de 8 557 m<sup>3</sup>/s y el mínimo es de 12,5 m<sup>3</sup>/s, por lo que se convierte en una fuente potencial importante para el abastecimiento de agua potable a la Zona Metropolitana de Acapulco.



Fuente: Fonatur, 2003.

Figura V1. Zona Metropolitana de Acapulco



Fuente: Fonatur, 2003.

Figura V2. Sectores turísticos desarrollados y a desarrollar en la Zona Metropolitana de Acapulco

- Se menciona también en este Plan la construcción del Sistema Papagayo 3 como obra de captación de agua potable para la zona Acapulco Diamante.

De la revisión y análisis del Plan Sectorial de Desarrollo Turístico de la Zona Metropolitana de Acapulco, se establece nuevamente la interacción del Proyecto Hidroeléctrico La Parota con el sistema de abastecimiento de agua para la Zona Metropolitana de Acapulco, además de los usos turísticos y recreativos en el río Papagayo aguas arriba del proyecto. Actualmente no hay actividad turística ni recreativa en el río Papagayo que se vea afectada por el proyecto hidroeléctrico La Parota.

### **III.2.5 Proyecto de Ordenamiento Ecológico de la Región de Acapulco Diamante – Laguna de Tres Palos**

La Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental, realizó el Anteproyecto de Ordenamiento Ecológico de la Región de Acapulco, actualizando trabajos iniciales del Instituto de Ecología de la UNAM, en el cual se establecen las condiciones a que debe sujetarse el posible aprovechamiento del suelo en la zona de estudio con base en un diagnóstico ambiental. En la tabla V4 se incluye la ficha técnica del citado ordenamiento que aparece en la página Internet de la dependencia, el cual aún no ha sido publicado oficialmente.

Tabla V4. Ficha Técnica del Ordenamiento Ecológico de la Región Acapulco – Punta Diamante – Tres Palos

Ordenamiento	Acapulco – Punta Diamante – Tres Palos
Tipo de ordenamiento	Regional
Situación técnica	Terminado técnicamente
Fecha de inicio del estudio	30/05/1995
Fecha de término del estudio	30/11/1999
Acuerdo en Periódico Oficial	- - -
Acuerdo en Diario Oficial	- - -
Superficie del ordenamiento	104 016,00 ha
Municipios del ordenamiento	Acapulco de Juárez y Coyuca de Benítez
Escala	1:50 000
Importancia de la zona	Polo de desarrollo turístico
Ecosistemas relevantes	Humedales, manglares y selva alta perennifolia
Áreas Naturales Protegidas de la región	Parque Nacional El Veladero
Sectores involucrados	Turístico, agrícola, pecuario, industrial, urbano, comercio y servicios
Poblaciones importantes	Acapulco

Fuente: SEMARNAT, 2003.

Se ha consultado el informe final del Proyecto de Ordenamiento Ecológico de la Región de Acapulco Diamante – Laguna de Tres Palos, realizado por el Instituto de Ecología de la Universidad Nacional Autónoma de México en enero de 1997. Del diagnóstico realizado por la institución destacan los siguientes aspectos:

- La actividad pesquera representa el 33% del volumen capturado estatal; la Laguna de Tres Palos y sus áreas aledañas de inundación representan un importante potencial para el desarrollo de la acuacultura.

- La propuesta plantea impulsar las actividades productivas con el uso racional de los recursos naturales, mantener la productividad agrícola, la restauración de los cuerpos de agua y el control de las zonas con aptitud urbana o turística.
- Propone el ordenamiento ecológico de la región con base en políticas de protección, conservación, restauración y aprovechamiento.
- Las propuestas de usos predominantes de suelo se complementan con las políticas ambientales por *unidades de gestión*, que corresponden a análisis de mayor precisión, para las cuales se establecen criterios ecológicos particulares.

Un antecedente digno de comentar es que las políticas de usos y destinos de suelo del Plan Director Urbano de la Zona Metropolitana de Acapulco consideran los usos sugeridos en el Proyecto de Ordenamiento Ecológico, por lo que es posible determinar una interacción similar del Proyecto Hidroeléctrico La Parota con el Proyecto de Ordenamiento Ecológico de la región. (Sometido a aprobación).

### **III.2.6 Plan de Desarrollo Municipal de San Marcos**

El municipio de San Marcos se ubica dentro de la región denominada Costa Chica de Guerrero. En su Plan Municipal de Desarrollo 2002-2005 se establecen las políticas de crecimiento establecidas para el trienio. De los aspectos relevantes contenidos en dicho plan que pudieran tener alguna interacción potencial con el desarrollo del Proyecto Hidroeléctrico La Parota, se mencionan los siguientes:

- Respecto al uso y destino de suelo, el panorama actualmente es desolador, pues más del 50% de la tierra en el municipio no es apta para la agricultura y en cuanto al uso pecuario más del 50% únicamente sirve para la cría de ganado caprino. Esto se evidencia sobretodo en la zona norte del municipio donde existe un sinnúmero de lomeríos y presenta una deforestación alarmante.
- Para atraer inversión privada nacional o extranjera, primero se debe desarrollar infraestructura y capacitar a los recursos humanos para que estas inversiones se conviertan en un detonante de progreso social y económico. Por otro lado, toda inversión que se establezca en el territorio debe cumplir con las normas ecológicas internacionales y ser respetuosa de la diversidad cultural.
- La planeación del desarrollo urbano en el municipio no se lleva a cabo, pues no existe un plan rector de desarrollo urbano y se crece desordenadamente, lo cual impacta en la deficiente proyección de servicios públicos.
- El servicio de agua potable beneficia a 35% de la población total del municipio, correspondiendo el 15% a la cabecera municipal.
- Por lo que respecta al desarrollo económico municipal, la estrategia de desarrollo principal será impulsar y diversificar la economía municipal poniendo énfasis en configurar y crear zonas o polos de desarrollo regional, tratando de utilizar el enorme excedente de las remesas familiares de los trabajadores en el extranjero. Además, para que sea posible el desarrollo de la región, es necesario fomentar la interacción y articulación de los diversos actores mediante la promoción de la asociación de empresas, el fortalecimiento de



representaciones empresariales de escala regional, la canalización de recursos financieros a proyectos prioritarios, vinculación de pequeñas y medianas empresas con exportadoras de mayor tamaño y la elaboración de un diagnóstico regional con todos los involucrados.

- Se plantea ampliar la cobertura de servicios públicos municipales como son: agua, drenaje, luz eléctrica, pavimentación, entre otros.
- Se pretende lograr un desarrollo equilibrado en las regiones del municipio con el afán de acceder un desarrollo sostenido y sustentable, así como aprovechar las potencialidades regionales, permitiendo un desarrollo integral, sostenido y con pleno respeto al entorno cultural y ecológico.
- Se pretende concluir el Sistema de Agua Potable del Río Papagayo para eliminar la escasez de agua potable en la cabecera municipal.

De la revisión y análisis del Plan de Desarrollo Municipal de San Marcos, se determina que el Proyecto Hidroeléctrico La Parota es compatible con las políticas y estrategias de desarrollo establecidas en el mismo. También se establece una interacción potencial del Proyecto Hidroeléctrico La Parota con el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable Río Papagayo para la cabecera municipal de San Marcos.

### **III.2.7 Plan Municipal de Desarrollo de Juan R. Escudero**

Se procedió a consultar el Plan Municipal de Desarrollo 2002-2005 del Municipio de Juan R. Escudero. En la revisión y el análisis realizado a dicho documento, al igual que en el caso del Plan Municipal de Desarrollo de Acapulco de Juárez, no se encontraron políticas o acciones de crecimiento específicas que pudieran considerarse aplicables, favorables, desfavorables o que pudieran interferir con el desarrollo del Proyecto Hidroeléctrico La Parota

En resumen, el desarrollo del Proyecto Hidroeléctrico La Parota en principio no se contrapone con las disposiciones contenidas en los instrumentos legales aplicables vigentes y los planes o programas de desarrollo en el área.

La interacción potencial de las obras y actividades del Proyecto Hidroeléctrico La Parota respecto a los planes y programas de desarrollo en la región, se establece únicamente con los proyectos del Sistema Papagayo 3 para el abastecimiento de agua a la zona Acapulco Diamante, así como con el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable río Papagayo para la cabecera municipal de San Marcos.

### **III.3 Análisis de los instrumentos normativos**

El proyecto hidroeléctrico La Parota está sujeto a la normatividad ambiental aplicable, vigentes a las diversas obras y/o actividades de las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

#### **III.3.1 Leyes**

Ley de Aguas Nacionales

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos

Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricas

---

*Programa Universitario de Medio Ambiente, UNAM. Febrero 2004.*

Ley General de Asentamientos Humanos  
Ley General de Bienes Nacionales  
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable  
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos  
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento

### **III.3.2 Reglamentos**

Reglamento de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas

Reglamento de la Ley Forestal

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos

Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos

Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

### **III.3.3 Normas Oficiales Mexicanas**

NOM-002-SCT/2003. Listado de las sustancias y materiales peligrosos más usualmente transportados.

NOM-003-SCT/2000. Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.

NOM-004-SCT/2000. Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.

NOM-005-SCT/2000. Información de emergencia para el transporte terrestre de sustancias, materiales y residuos peligrosos.

NOM-007-SCT2/2002. Marcado de envases y embalajes destinados al transporte de sustancias y residuos peligrosos.

NOM-009-SCT2/2003. Compatibilidad para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos de la clase 1 explosivos.

NOM-010-SCT2/2003. Disposiciones de compatibilidad y segregación, para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y Residuos peligrosos.

NOM-011-SCT2/2003. Condiciones para el transporte de las sustancias y materiales peligrosos en cantidades limitadas.

NOM-012-SCT2-1995. Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal.

NOM-025-SCT2-1994. Disposiciones especiales para las sustancias, materiales y residuos peligrosos de la clase 1 explosivos.

NOM-028-SCT2/1998. Disposiciones especiales para los materiales y residuos peligrosos de la clase 3 líquidos inflamables transportados.

NOM-011-STPS-2001. Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

NOM-019-STPS-1993. Relativa a la constitución, registro y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.

NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

NOM-007-SEMARNAT-1997 (antes NOM-007-RECNAT-1997). Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de ramas, hojas o pencas, flores, frutos y semillas.

NOM-041-SEMARNAT-1999 (antes NOM-041-ECOL-1999). Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

NOM-043-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.

NOM-044-SEMARNAT-1993 (antes NOM-044-ECOL-1993, NOM-CCAT-007-ECOL/1993). Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos.

NOM-045-SEMARNAT-1996 (antes NOM-045-ECOL-1996). Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.

NOM-050-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.

NOM-052-SEMARNAT-1993 (antes NOM-052-ECOL-1993, NOM-CRP-001-ECOL/93). Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

NOM-053-SEMARNAT-1993 (antes NOM-053-ECOL-1993, NOM-CRP-002-ECOL/93). Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

NOM-054-SEMARNAT-1993 (antes NOM-054-ECOL-1993, NOM-CRP-003-ECOL/93). Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o mas residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-ECOL/93 (Antes NOM-CRP-001-ECOL/1993).

NOM-059-SEMARNAT-2001 (antes NOM-059-ECOL-2001). Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo.

NOM-080-SEMARNAT-1994 (antes NOM-080-ECOL-1994). Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

PROY-NOM-083-SEMARNAT-2003. Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos municipales.

PROY-NOM-084-SEMARNAT-2003. Que establece los requisitos para el diseño de un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias.

NOM-012-SSA1-1993. Requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privados.

NOM-013-SSA1-1993. Requisitos sanitarios que debe cumplir la cisterna de un vehículo para el transporte y distribución de agua para uso y consumo humano.

NOM-014-SSA1-1993. Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados.

NOM-003-CNA-1996. requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos

NOM-003-RECNAT-1996. Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de tierra de monte.

### **III.3.4 Áreas Naturales Protegidas**

La zona donde se ubica el Proyecto Hidroeléctrico La Parota no se encuentra en alguna de las áreas naturales protegidas catalogadas dentro del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México. El área natural protegida más cercana al sitio del proyecto es el Parque Nacional El Veladero, ubicado en el Municipio de Acapulco. En la Figura V3 se muestra el mapa de ubicación de las áreas naturales protegidas del país y la ubicación del proyecto.

El Parque Nacional El Veladero fue decretado como Área Natural Protegida el 17 de Julio de 1980. Cubre una superficie de 3 159 ha, siendo sus puntos extremos los paralelos 16°49'03" y 16°54'51" de latitud N y los meridianos 99°49'28" y 99°56'58" de longitud W. Se extiende sobre la parte alta del anfiteatro de la Bahía, por lo que se puede acceder desde varias de las colonias asentadas en sus márgenes. CONABIO incluye el área dentro de una de las Regiones Hidrológicas Prioritarias.

La declaratoria de parque nacional es con el propósito, por un lado, de aplicar sobre la base de enfoques multidisciplinarios, medidas de regulación y control que eviten la alteración o degradación del ecosistema y, por otro aprovechar el lugar para fines de esparcimiento, permitiendo la entrada a visitantes y turistas bajo especiales condiciones, con fines educativos, culturales y de recreación.

El Parque Nacional El Veladero se ubica en la Provincia Fisiográfica de la Sierra Madre del Sur, dentro del tronco granítico de Acapulco. Las rocas aflorantes en el parque corresponden al Complejo Xolapa, representado por rocas metamórficas.

Con relación a la vegetación, el Parque Nacional El Veladero presenta manchones de selva mediana subcaducifolia, presentándose en este tipo de vegetación a los encinos (*Quercus sffinis* y *Q. laurina*) como especies dominantes. También se presenta la selva baja caducifolia, aunque este tipo de vegetación ha estado sometida a la presión originada por la ganadería. La fauna silvestre se compone de aves canoras y reptiles como iguana (i. verde), serpientes, *Boa constrictor imperator* (boa), *Ctenosaura pectinata* (garrobo), *Pandion haliaetus* (águila pescadora), *Heloderma horrdum* (escorpión) y *Penelope purpurascens* (cojolite).



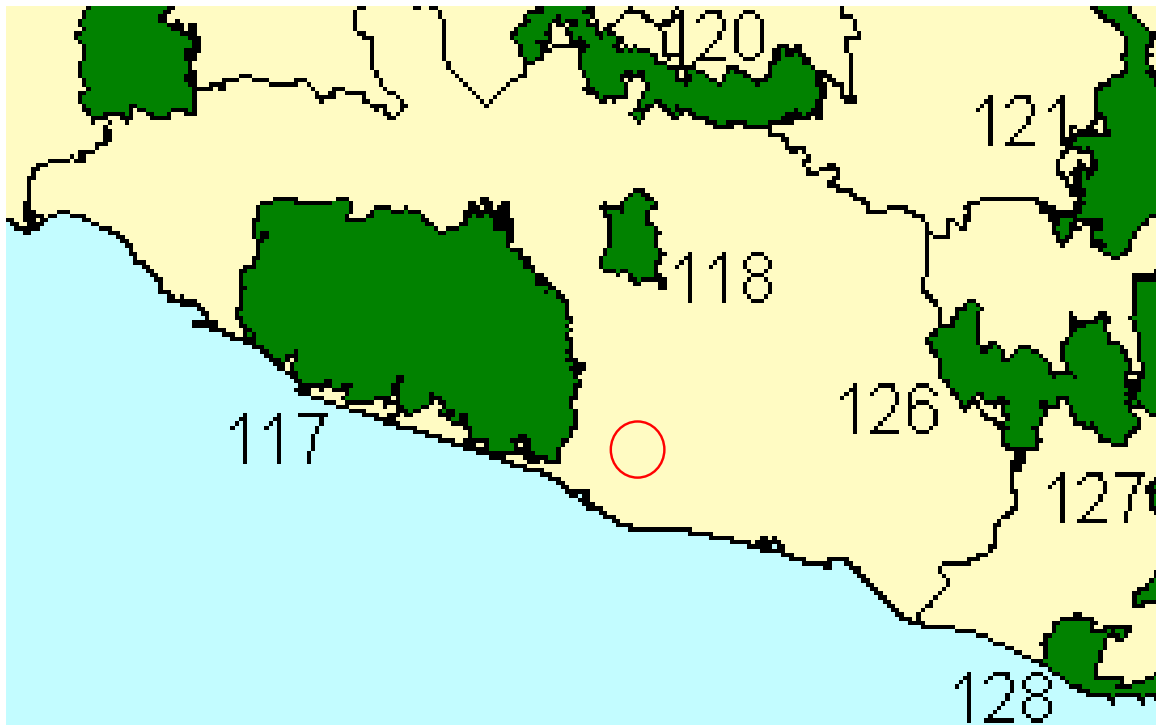
Fuente: Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, 2003.  
Página Web: <http://www.conanp.gob.mx/>

Figura V3. Áreas Naturales Protegidas cercanas al sitio del Proyecto Hidroeléctrico La Parota

### III.4 Otras disposiciones u ordenamientos

#### III.4.1 Regiones terrestres prioritarias

El área donde se desarrollará el Proyecto Hidroeléctrico La Parota no se encuentra ubicada dentro de alguna Región Terrestre Prioritaria, en función de la regionalización establecida por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La región terrestre prioritaria más cercana es la RTP-117, denominada Sierra del Sur de Guerrero, al noroeste del área del proyecto. La ubicación de la RTP-117 respecto al proyecto se muestra en la Figura V4.



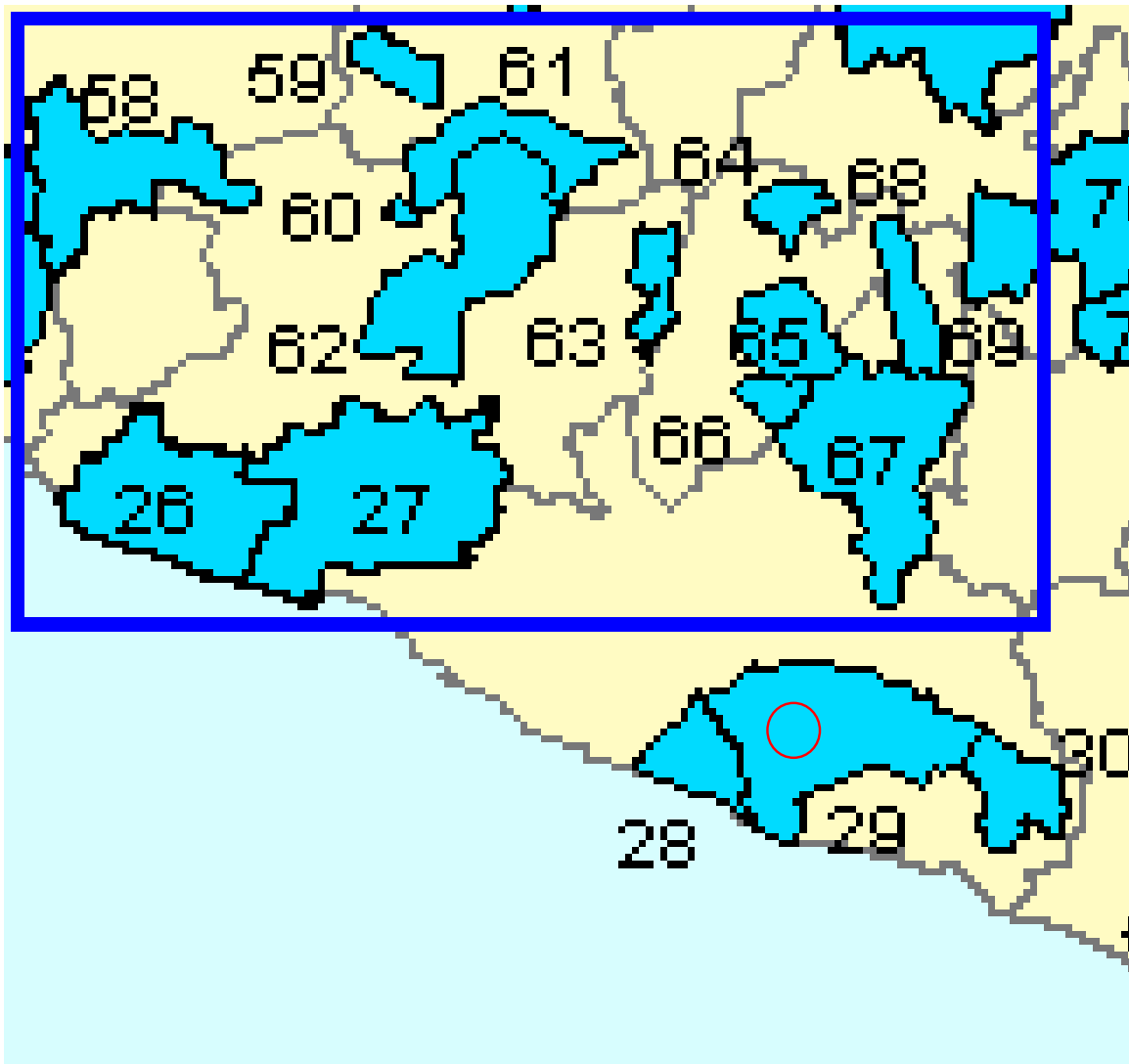
Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2003.  
Página Web: <http://www.conabio.gob.mx/>

Figura V4. Regiones terrestres prioritarias cercanas al sitio del Proyecto Hidroeléctrico La Parota

#### III.4.2 Regiones hidrológicas prioritarias

El área donde se llevará a cabo el Proyecto Hidroeléctrico La Parota se encuentra ubicada dentro de la Región Hidrológica Prioritaria No. 29, denominada Río Papagayo – Acapulco, dada la información de la CONABIO; su ubicación respecto al sitio del proyecto se presenta en la Figura V5. Tiene una extensión de 8 501,81 km<sup>2</sup> y sus recursos hídricos principales son los siguientes:

- Lénticos: Lagunas Negra, La Sabana y Tres Palos
- Lóticos: Ríos Papagayo, La Sabana y Omitlán



Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2003.  
Página Web: <http://www.conabio.gob.mx/>

Figura V5.. Regiones hidrológicas prioritarias en el área de estudio del Proyecto Hidroeléctrico La Parota

La problemática presente en esta región hidrológica, en función de lo establecido por la CONABIO, es la siguiente:

- Modificación del entorno: Alta modificación en la parte baja de la cuenca por deforestación, desecación, sobreexplotación de pozos y contaminación. Transformación de muchas zonas en pastizales. Hábitat muy deteriorado por influencia de la zona turística.
- Contaminación: Por sedimentos en suspensión, materia orgánica, basura y descargas de la zona hotelera. Laguna de Tres Palos hipertrófica; Laguna La Sabana, oxígeno disuelto = 0. Sobrecarga de materia orgánica y basura.

- Uso de recursos: No hay control sobre la pesca ni tratamiento adecuado de las aguas residuales. Uso de suelo urbano, ganadero y agrícola.

Las políticas de conservación que establece la CONABIO para esta región hidrológica son las siguientes:

- La cuenca alta está relativamente bien conservada. Chilpancingo se encuentra en la cuenca alta; sin embargo, un crecimiento urbano grande puede generar serios problemas hacia la cuenca baja.
- Se necesitan restaurar las corrientes superficiales, las lagunas costeras y su biodiversidad.

#### **III.4.3 Regiones marinas prioritarias**

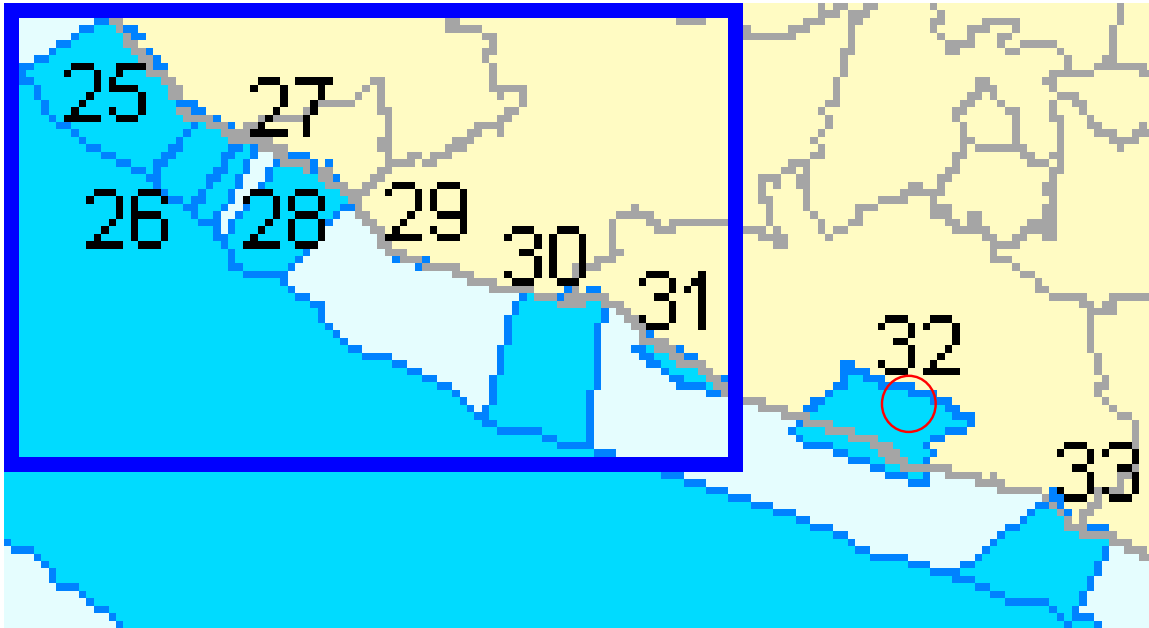
El Proyecto Hidroeléctrico La Parota se ubicará dentro de la Región Marina Prioritaria No. 32, denominada por la CONABIO como Coyoaca – Tres Palos. La ubicación se puede observar en la Figura V6; tiene una extensión de 829 km<sup>2</sup>.

La problemática presente en esta región marina, de acuerdo a lo establecido por CONABIO, es la siguiente:

- Modificación del entorno: Descargas de agua dulce, agroquímicos y fertilizantes así como desechos de ganado. Daño al ambiente por el transporte turístico.
- Uso de recursos: Especies de aves en riesgo.
- Especies introducidas: Tilapia y palma cocotera.
- Regulación: Desconocimiento de la normatividad vigente para el aprovechamiento de los recursos (Tres Palos). Pesca ilegal.

La CONABIO establece que debe tomarse en cuenta la importancia que representa la zona para varios grupos zoológicos, especialmente aves, y por su diversidad de hábitats.





Fuente: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 2003.  
Página Web: <http://www.conabio.gob.mx/>

Figura V6. Regiones marinas prioritarias en el área de estudio del Proyecto Hidroeléctrico La Parota

### III.5 Autorizaciones en materia ambiental para el desarrollo del Proyecto Hidroeléctrico La Parota a la fecha

La Comisión Federal de Electricidad ha realizado a la fecha el trámite de algunas gestiones necesarias para el desarrollo del Proyecto Hidroeléctrico La Parota, cuyo listado se presenta en la tabla V5.

Tabla V5. Trámites realizados a la fecha por la Comisión Federal de Electricidad para la realización del Proyecto Hidroeléctrico La Parota

Dependencia	Oficio de solicitud	Asunto	Respuesta
DGIRA - SEMARNAT	Oficio K5000/VAB/03.-000224, 13/02/2003	Autorización en materia de impacto ambiental para estudios previos	Oficio S.G.P.A.- DGIRA-DIA-0736/03, 02/04/2003
DGIRA - SEMARNAT	Oficio K5000/VAB/03.-000640, 14/05/2003	Solicitud de construcción de un terraplén de pruebas de aluvión	Oficio S.G.P.A./DGIRA/DIA.1117.03, 22/06/2003
DGIRA - SEMARNAT	Oficio K5000/VAB/03.-001021, 24/07/2003	Solicitud de construcción de un pedraplén de pruebas	Oficio S.G.P.A./DGIRA/DEI.0194/03, 15/08/2003
DGIRA - SEMARNAT	Oficio K5000/VAB/03.-00120018, 03/09/2003	Solicitud de la construcción del socavón No. 4 en la margen derecha del río Papagayo y ampliación del No. 2 en la margen izquierda	Oficio SGPA.-DGIRA.-DIA.0461.03, 03/10/2003
DGIRA - SEMARNAT	Oficio K5000/VAB/03.-001438, 17/02/2003	Solicitud de la construcción de los caminos Cacahuatpec – Boquilla – Los Mayos, del Proyecto Hidroeléctrico La Parota	Oficio S.G.P.A./DGIRA.DEI.1036.03, 14/01/2004
CNA	Oficio No. BGD/0320/2003, 01/08/2003	1) Solicitud de concesión para aprovechamiento de aguas superficiales 2) Concesión para la ocupación de terrenos federales 3) Permiso para realizar obras de infraestructura hidráulica	En trámite
CNA	Oficio BGD/0178/2003, 22/04/2003	Solicitud de explotación de bancos aluvión (9 464 m <sup>3</sup> )	Oficio BOO.E.53.1/03-963, 21/05/2003
CNA	No se tiene	Solicitud de explotación de bancos de aluvión (9 585 m <sup>3</sup> )	Oficio BOO.E.53.1/03-1452, 15/07/2003
INAH	Oficio AA-FJHA-OF-061/2003, 18/06/2003	Solicitud de liberación de zonas para estudios previos	Oficio INAH-401-43/299, 03/11/2003
SEMARNAT – GRO.	Oficio S/N, 05/06/2003	Solicitud de registro como empresa (CFE) generadora de residuos peligrosos	Oficio NRA:CFEK91200111
SEDENA	Oficio No. AHL-023/03, 18/05/2003	Solicitud de permiso para la compra, almacenamiento y consumo de material explosivo	SC/1113, 30/06/2003, en trámite

Fuente: Comisión Federal de Electricidad, 2004.

Comisión Federal de Electricidad, en el periodo del 29 de junio de 2003 al 13 de abril del 2004, efectuó 48 sesiones informativas con pobladores y autoridades relacionadas con el proyecto; actualmente se han obtenido en 18 de los 21 núcleos agrarios afectables por el proyecto, acuerdos preliminares sobre el desarrollo del proyecto, sin embargo, deberán formalizarse a través de asambleas con representantes y autoridades ejidales, comunales, municipales y estatales, aspecto sobre el cual esta trabajando la Residencia Social del proyecto de la CFE.

**ADENDUM****Capítulo III****Inciso III.3 Análisis de los instrumentos normativos**

En México no existe un marco legal ambiental específico para el desarrollo de Proyectos Hidroeléctricos. Sin embargo, si hay regulaciones de carácter general que deben ser considerada para el diseño y construcción de estos proyectos, así como para el manejo de las sustancias que se manejan y los residuos que se generan.

En primera instancia se tiene leyes y reglamentos que establecen los requisitos que se deben cumplir y las autorizaciones o permisos que se tienen que obtener para la construcción de una central hidroeléctrica. Estos requisitos y autorizaciones tienen que ver con el aprovechamiento de aguas nacionales, el uso de explosivos, la protección del entorno natural y cultural. Estas leyes y reglamentos son:

**III.1.1 Leyes**

Ley de Aguas Nacionales  
Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente  
Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos  
Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos  
Ley General de Asentamientos Humanos  
Ley General de Bienes Nacionales  
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable  
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos  
Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento

**III.1.2 Reglamento**

Reglamento de la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos  
Reglamento de la Ley Forestal  
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas  
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera  
Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Residuos Peligrosos  
Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos  
Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

En la actualidad la CFE ha realizado ya diversas gestiones y trámites con la Comisión Nacional del Agua para dar cumplimiento a lo que establece la regulación en materia de agua. Con el ingreso de esta Manifestación de Impacto Ambiental inicia el cumplimiento formal de lo que establece en materia de impacto ambiental la LGEEPA y su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental. Lo establecido en la legislación sobre Residuos Peligrosos, será observado durante el desarrollo de todas las etapas del proyecto. También ya se ha establecido el contacto con el INAH para asegurar la salvaguarda de nuestros valores culturales y en las especificaciones del proyecto se han incluido todos los requerimientos que en materia ambiental se deben observar y cumplir durante la construcción y la operación.

#### Normas Oficiales Mexicanas

El proyecto hidroeléctrico La Parota está sujeto a la normatividad ambiental aplicable, vigentes a las diversas obras y/o actividades de las etapas de preparación del sitio, construcción y operación.

Como ya se indicó no existe normativa específica para el desarrollo de las centrales de generación hidroeléctrica, pero si se debe observar diferente normativa de aplicabilidad general, en especial aquella que se refiere al manejo y disposición de residuos sólidos y aguas residuales, así como residuos peligrosos, así como algunas para llevar a cabo controles sobre la maquinaria y equipo que se utilizará, sobre todo durante la construcción de la presa. Prácticamente ninguna de las normas que se listan tiene que ser considerada para el desarrollo del diseño o del proceso constructivo del proyecto.

A continuación listamos, por campo de aplicación, las normas que serán observadas durante el desarrollo del proyecto.

Para el diseño y construcción de las áreas de almacén y procesos de manejo de sustancias y residuos peligrosos, así como para la contratación de los servicios de disposición de los residuos peligrosos se toma en cuenta las siguientes normas:

- NOM-002-SCT/2003. Listado de las sustancias y materiales peligrosos más usualmente transportados.
- NOM-003-SCT/2000. Características de las etiquetas de envases y embalajes destinadas al transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
- NOM-004-SCT/2000. Sistema de identificación de unidades destinadas al transporte terrestre de materiales y residuos peligrosos.
- NOM-005-SCT/2000. Información de emergencia para el transporte terrestre de sustancias, materiales y residuos peligrosos.
- NOM-007-SCT2/2002. Marcado de envases y embalajes destinados al transporte de sustancias y residuos peligrosos.
- NOM-009-SCT2/2003. Compatibilidad para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y residuos peligrosos de la clase 1 explosivos.
- NOM-010-SCT2/2003. Disposiciones de compatibilidad y segregación, para el almacenamiento y transporte de sustancias, materiales y Residuos peligrosos.

- NOM-011-SCT2/2003. Condiciones para el transporte de las sustancias y materiales peligrosos en cantidades limitadas.
- NOM-012-SCT2-1995. Sobre el peso y dimensiones máximas con los que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en los caminos y puentes de jurisdicción federal.
- NOM-025-SCT2-1994. Disposiciones especiales para las sustancias, materiales y residuos peligrosos de la clase 1 explosivos.
- NOM-028-SCT2/1998. Disposiciones especiales para los materiales y residuos peligrosos de la clase 3 líquidos inflamables transportados.
- NOM-052-SEMARNAT-1993 (antes NOM-052-ECOL-1993, NOM-CRP-001-ECOL/93). Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
- NOM-053-SEMARNAT-1993 (antes NOM-053-ECOL-1993, NOM-CRP-002-ECOL/93). Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.
- NOM-054-SEMARNAT-1993 (antes NOM-054-ECOL-1993, NOM-CRP-003-ECOL/93). Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o mas residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-ECOL/93 (Antes NOM-CRP-001-ECOL/1993).

Para el diseño y operación de los sistemas de tratamiento de aguas residuales se debe considerar lo indicado en la:

- NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Para el control de la contaminación atmosférica por vehículos automotores se tomarán en cuenta las siguientes normas:

- NOM-041-SEMARNAT-1999 (antes NOM-041-ECOL-1999). Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
- NOM-043-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.
- NOM-044-SEMARNAT-1993 (antes NOM-044-ECOL-1993, NOM-CCAT-007-ECOL/1993). Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos.

- NOM-045-SEMARNAT-1996 (antes NOM-045-ECOL-1996). Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.
- NOM-050-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible.
- NOM-080-SEMARNAT-1994 (antes NOM-080-ECOL-1994). Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.
- NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

Para definir las acciones necesarias para la protección de la vida silvestre se debe partir de lo que establece la norma:

- NOM-059-SEMARNAT-2001 (antes NOM-059-ECOL-2001). Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo.

Para el manejo de residuos sólidos no peligrosos se considerará las normas:

- PROY-NOM-083-SEMARNAT-2003. Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos municipales.
- PROY-NOM-084-SEMARNAT-2003. Que establece los requisitos para el diseño de un relleno sanitario y la construcción de sus obras complementarias.

Para el abastecimiento de agua potable

- NOM-012-SSA1-1993. Requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua para uso y consumo humano públicos y privados.
- NOM-013-SSA1-1993. Requisitos sanitarios que debe cumplir la cisterna de un vehículo para el transporte y distribución de agua para uso y consumo humano.
- NOM-014-SSA1-1993. Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados.
- NOM-003-CNA-1996. requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos

**Nota:**

El Programa Universitario del Medio Ambiente (PUMA) integró como estrategia de estudio, a diversos institutos y centros de investigación de la UNAM, con objeto de elaborar diagnósticos temáticos sobre los principales componentes socioambientales del área de estudio. Así entonces participaron:

• Centro de Ciencias de la Atmósfera	• Instituto de Geología
• Instituto de Geografía	• Instituto de Ingeniería
• Instituto de Biología	• Facultad de Estudios Superiores Iztacala
• Instituto de Ecología	• Centro de Investigación en Energía
• Facultad de Ingeniería	•

Cada uno de estos centros o institutos delimitó sus propias áreas de estudio de acuerdo con los requerimientos especiales de cada elemento del ambiente que se estaba analizando. Sin embargo, para todos los casos se acordó que el área mínima para el diagnóstico y la evaluación de impactos debería considerar como mínimo las siguientes áreas:

1. Área de afectación directa correspondiente a la zona que ocupará el embalse, superficie de obras y una franja adyacente de aproximadamente 2 kilómetros.
2. Área de afectación aguas abajo de la cortina, la cual se consideró como la cuenca del río desde la cortina hasta la desembocadura del río Papagayo en el mar.

Adicionalmente cabe señalar, que en algunos aspectos de este estudio tanto de caracterización como de evaluación de impactos se incorporó a la Laguna de Tres Palos, sabiendo que pertenece a otra cuenca (del río La Sabana) y que no existe relación directa con el proyecto hidroeléctrico La Parota, pero, existía el interés por parte de la CFE en reconocer las condiciones actuales tanto de calidad como de productividad biológico - pesquera, además de asegurar si presentaría alguna una influencia de las diferentes actividades y etapas del proyecto sobre este cuerpo de agua. Al respecto se hacen diversas observaciones en el apartado de conclusiones.

**Introducción**

La mayor parte del sur de México posee un clima del tipo monzónico (Fig. C.1), con una estación de secas desde noviembre hasta mayo y una estación lluviosa entre junio y octubre. Por su ubicación geográfica, los principales factores meteorológicos relacionados con lluvias corresponden a la Zona Intertropical de Convergencia, las ondas del este y los ciclones tropicales.



Figura C.1.- Clima de Guerrero (fuente INEGI)

La cuenca del Río Papagayo posee este tipo de clima y como la mayor parte de Mesoamérica, exhibe la señal de la llamada Canícula en el ciclo anual de las lluvias. Este elemento del ciclo anual consiste en un mínimo relativo de las lluvias de verano entre julio y agosto, y dos máximos de precipitación, uno en junio y otro en septiembre. Las características monzónicas del clima se reflejan, entre otros elementos, en los caudales del río Papagayo, con los valores más altos en septiembre y los más bajos entre abril y mayo.

Datos de Gastos y Concentraciones mensuales (Fuente: capítulo IV Hidrología, Tabla H40)

<b>Mes</b>	<b>Gasto (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Concentración (kg/m<sup>3</sup>)</b>
Enero	48	0.003
Febrero	35	0.005
Marzo	25	0.003
Abril	20	0.033
Mayo	20	0.301
Junio	80	2.802
Julio	175	3.200
Agosto	265	2.054
Septiembre	453	1.880
Octubre	280	1.575
Noviembre	110	0.158
Diciembre	65	0.013

Un elemento de particular importancia en el clima es su variabilidad interanual. La experiencia y los estudios científicos recientes muestran que los cambios en el uso de suelo, repercuten en las condiciones climáticas de una región. Sin embargo, en pocas ocasiones se ha evaluado el impacto que un gran cuerpo de agua, -como puede ser una presa-, tiene en el clima de una región (ver antecedentes de efectos, más adelante). Sería de esperarse que el alterar el albedo, la humedad en el suelo y la rugosidad de un terreno, se generaran variaciones en el clima local ya que estos elementos constituyen factores moduladores del clima de importancia local. El tamaño de la alteración al uso de suelo puede ser determinante en la magnitud del impacto climático que se pueda tener, sobre todo si se considera que la variabilidad natural del clima es grande.

México ha experimentado grandes cambios en el uso de suelo en las últimas décadas. Muchas selvas y zonas con vegetación natural han sido eliminadas para dar paso a zonas de agricultura o ganadería (Fig. C.2), tal y como se discute en el apartado de cambio de uso del suelo en este informe. Sin embargo, en la mayoría de los casos la correspondiente alteración en el clima ha sido difícil de detectar.



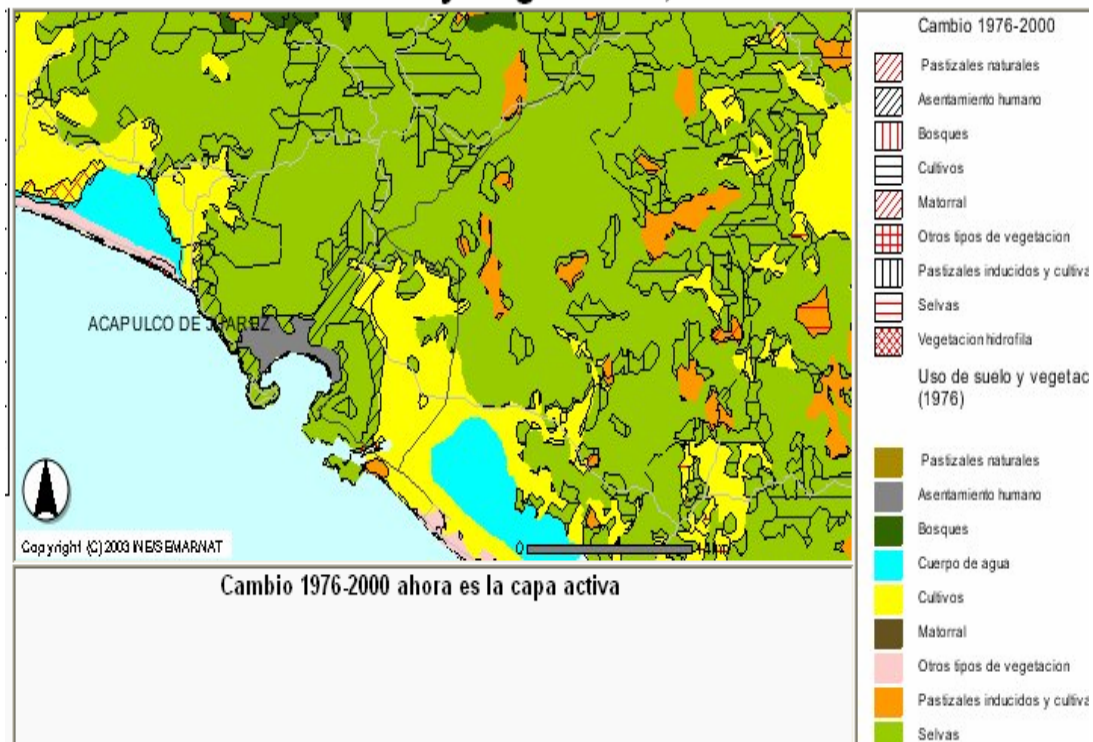


Figura C.2.- Cambios en el uso de suelo en la región La Parota, Gro. entre 1976 y 2000 (fuente INEGI). Zonas achuradas denotan cambio en uso de suelo

Analizar y detectar señales de cambio climático es realmente complejo pues los factores que determinan su variabilidad y tendencias son muchos, y además de los cambios en el uso de suelo, se debe considerar cambio climático al nivel global. En el caso del Proyecto La Parota, la Comisión Federal de Electricidad ha medido la mayor parte de los parámetros meteorológicos desde 1962, por lo que es posible establecer la variabilidad natural del clima de la región y más adelante, comparar con el clima cuando la presa esté en funcionamiento. Por esta razón, luego de al menos cinco años de terminado el proyecto La Parota será posible comprobar las predicciones del impacto de la presa en el clima local y regional. Para evaluar el comportamiento del clima en el área de estudio y los posibles cambios que se espera se deriven de la construcción del embalse de la presa La Parota se aplicaron los métodos que son presentados en el anexo AC1

#### IV.1.1.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Como área máxima de estudio de los aspectos climáticos se consideró la cuenca del río Papagayo, delimitada por el parteaguas que se muestra en la figura C.3. Asimismo, en dicha figura se presenta la ubicación del embalse como referencia.

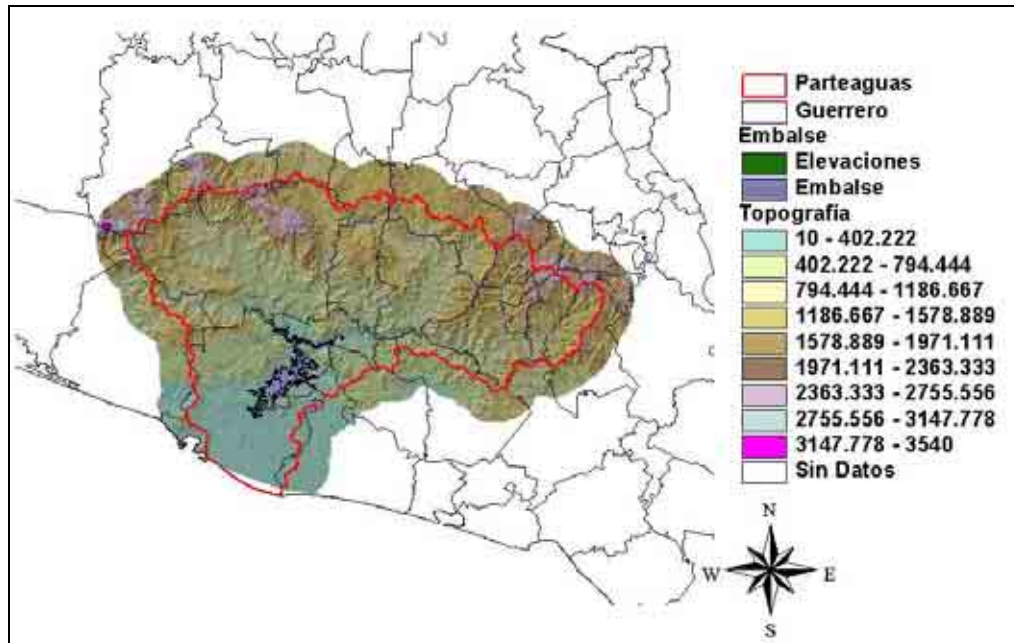


Figura C.3.- Cuenca del Río Papagayo y el embalse de La Parota.

Para las regiones más cercanas al sitio proyectado para el embalse (alrededor de 5 kilómetros), se realizaron experimentos numéricos con un modelo de mesoescala en los que se sustituyó el uso de suelo actual y la topografía por un espejo de agua que representa el embalse de La Parota (ver anexo AC2). Este modelo permite sugerir el tipo de cambio que puede esperarse en variables como la humedad relativa, la amplitud del ciclo diurno en temperatura, la dirección de los vientos e incluso la precipitación, en función del cambio en el uso del suelo. La simulación en modelo se realizó para dos épocas del año contrastantes como son julio y diciembre del año 2000, un año considerado climatológicamente como “normal”.

#### IV.2.1.1 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

##### *Estadísticas climáticas básicas para La Parota, Guerrero*

Como se señaló en la introducción, el clima de la región de La Parota corresponde a clima Monzónico con lluvias de verano y canícula, que permite el desarrollo principalmente de una selva baja caducifolia. A continuación se describe la variación anual de diferentes parámetros climáticos en función del análisis de registros históricos.

##### a) *Temperatura media*

La región de La Parota tiene un ciclo anual de temperatura media que varía entre 17 y 27°C, valores en los que se ha considerado la variabilidad diaria en un rango entre 2 y 4°C. Los valores máximos en la temperatura media se alcanzan en el mes de junio y los mínimos alrededor de febrero (Fig. C.4).

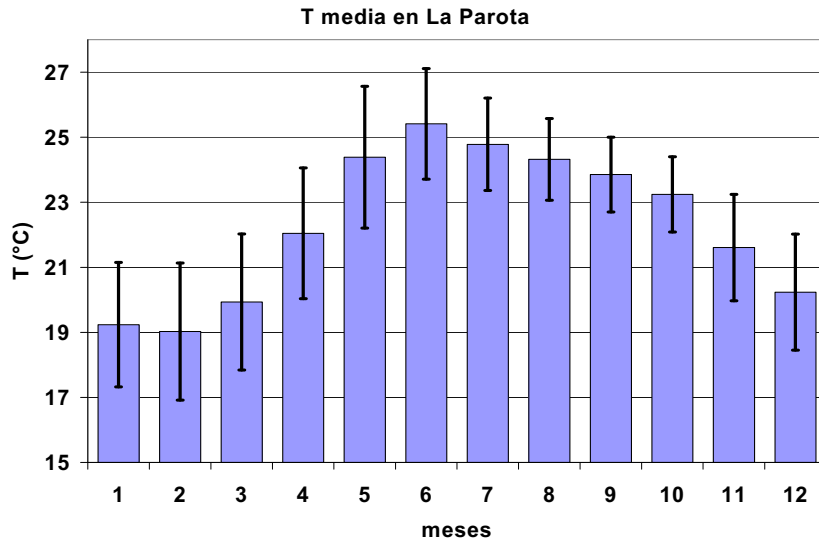


Figura C.4.- Ciclo anual de la temperatura media en la estación La Parota, Guerrero. (12050). Las líneas verticales negras en la parte superior de las barras corresponden a  $\pm$  una desviación estándar.

b) *Temperatura máxima*

Los valores de temperatura máxima diaria fluctúan entre los 29 y 37°C (Fig. C.5). Durante los meses de primavera (marzo-mayo), sin embargo, se pueden alcanzar temperaturas máximas de hasta 40 °C. El inicio de la temporada de lluvias en junio resulta en mayor nubosidad, menos horas de radiación solar directa y consecuentemente valores menores de temperatura máxima. Después de septiembre cesan las lluvias y con ello la radiación solar aumenta produciendo un nuevo ascenso en los valores de temperatura máxima. El patrón de valores de temperatura máxima es típico de zonas tropicales con clima monzónico.

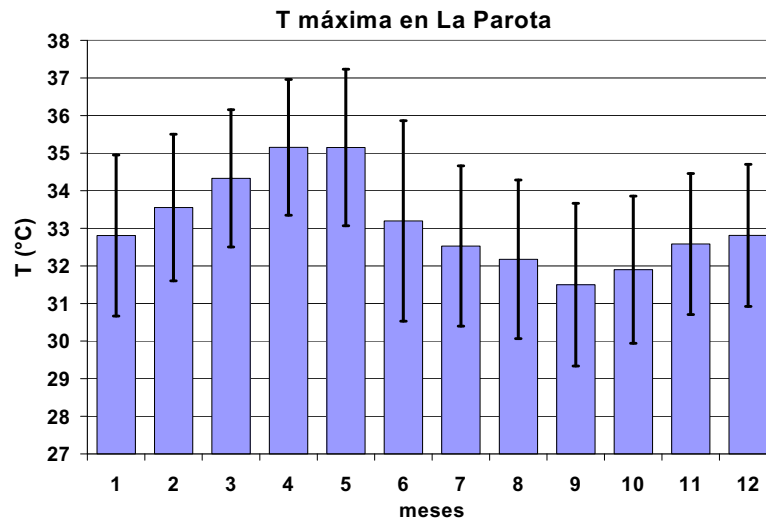


Figura C.5.- Ciclo anual de la temperatura máxima en la estación La Parota, Guerrero. (12050). Las líneas verticales negras en la parte superior de las barras corresponden a  $\pm$  una desviación estándar.

c) *Temperatura mínima*

La temperatura mínima fluctúa entre los 15 y los 25 °C (considerando las variaciones normales diarias). El ciclo anual de esta variable indica que conforme se aproxima el verano los valores de temperatura mínima aumentan y se mantienen altos durante todo el verano, producto de la presencia de mayor humedad en el ambiente durante los meses de lluvia y menor enfriamiento radiactivo (Fig. C.6).

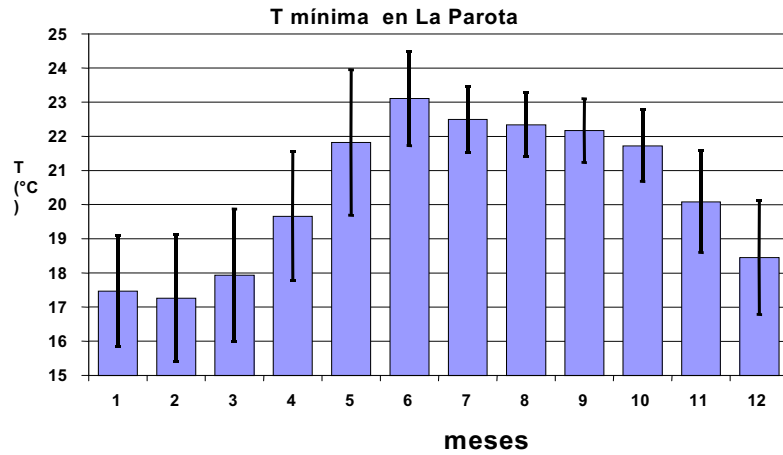


Figura C.6.- Ciclo anual de la temperatura mínima en la estación La Parota, Guerrero. (12050). Las líneas verticales negras en la parte superior de las barras corresponden a  $\pm$  una desviación estándar

d) *Precipitación*

El ciclo anual de la precipitación refleja el carácter monzónico de las lluvias en la mayor parte de México, con un inicio en junio y un término de la temporada entre septiembre y octubre (Fig. C.7). A la mitad del verano se registra un mínimo relativo en las lluvias conocido como sequía del medio verano o *canícula*. Este elemento del ciclo anual de las lluvias en México resulta en cambios en radiación e incluso en algunos años en temperatura mínima y máxima. La precipitación anual promedio está alrededor de los 1000 mm.

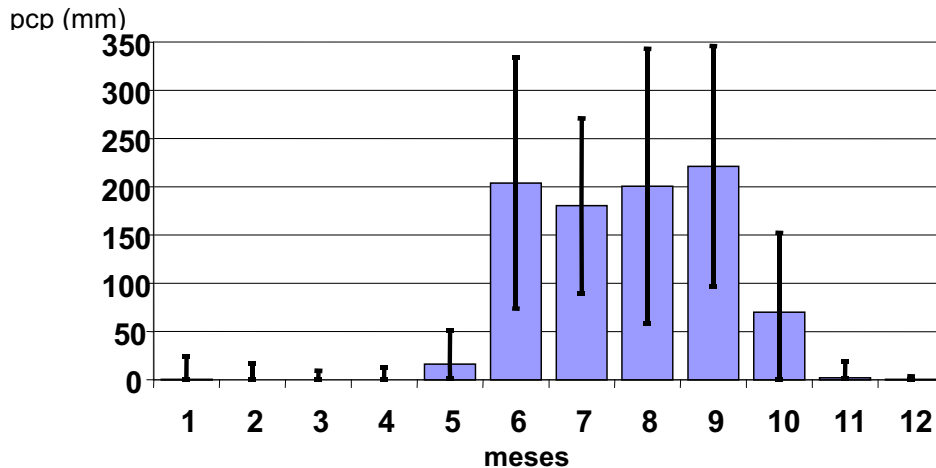


Figura.- C.7 Mediana de la precipitación acumulada mensual de La Parota. Las líneas verticales indican  $\pm$  una desviación estándar de las medianas mensuales.

Un elemento importante a considerar para la construcción de este proyecto son las temporadas de secas y lluvias, como se señala en el capítulo II. El inicio de las lluvias de verano se puede encontrar cuando por diez días ocurren lluvias que al acumularse superan significativamente las de la semana anterior. Así, en La Parota, el inicio de las lluvias ocurre en promedio en los primeros días de junio. Existe sin embargo variabilidad en la fecha de inicio de las lluvias, pudiendo estas adelantarse o atrasarse en aproximadamente dos semanas. Lo anterior significa que el inicio de las lluvias puede ocurrir a mediados de mayo cuando las lluvias inician temprano, o a mediados de junio cuando inician tardíamente. De esta manera, las obras que requieran realizarse en temporada de secas deberán concluir antes de la segunda semana de mayo (Fig. C.8).



Figura C.8.- Distribución promedio de las lluvias en La Parota.

#### e) Evaporación

La evaporación es alta durante los meses de primavera debido principalmente a las altas temperaturas y a la baja humedad relativa existente (Figura C.9). En los meses fríos sin embargo, ésta permanece relativamente baja aun y bajo condiciones de humedad relativa baja.

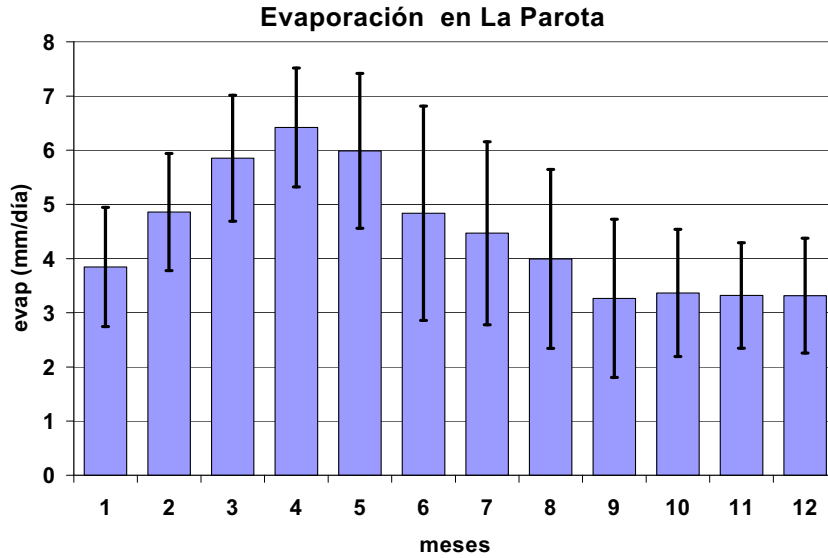


Figura C.9.- Ciclo anual de la evaporación en la estación La Parota, Guerrero. (12050). Las líneas verticales negras en la parte superior de las barras corresponden a  $\pm$  una desviación estándar.

f) *Evapotranspiración*

La evapotranspiración es menor que la evaporación debido en gran medida a la existencia de una selva baja caducifolia, en donde gran parte de la vegetación pierde sus hojas en el estiaje, reduciendo notablemente la evapotranspiración. Sus valores mayores se producen al aumentar las lluvias y aumentar la vegetación. Los meses secos son de valores de evapotranspiración bajos (Fig. C.10).



Figura C.10.- Ciclo anual de la evapotranspiración en la estación La Parota, Guerrero. (12050). Las líneas verticales negras en la parte superior de las barras corresponden a  $\pm$  una desviación estándar.

g) *Humedad relativa*

La humedad relativa también refleja el período de la canícula donde los valores mayores de radiación que alcanza la superficie hacen que la temperatura sea mayor y consecuentemente disminuye la humedad relativa (Fig. C.11). Es interesante notar que la humedad relativa disminuye durante el período de la canícula que ocurre en julio y agosto.

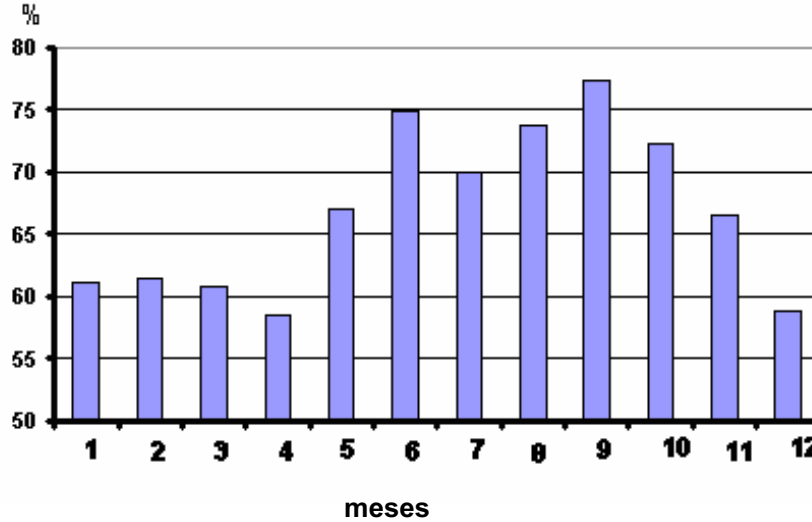


Figura C.11.- Ciclo anual de la humedad relativa en la estación La Parota, Guerrero. (12050).

h) *Radiación*

La cantidad de radiación global que llega a la superficie se reduce durante la época de lluvias (Fig. C.12). Es interesante notar que la radiación total tiene un valor prácticamente constante ( $600 \text{ W m}^{-2}$ ) durante el periodo de la canícula que ocurre en julio y agosto.

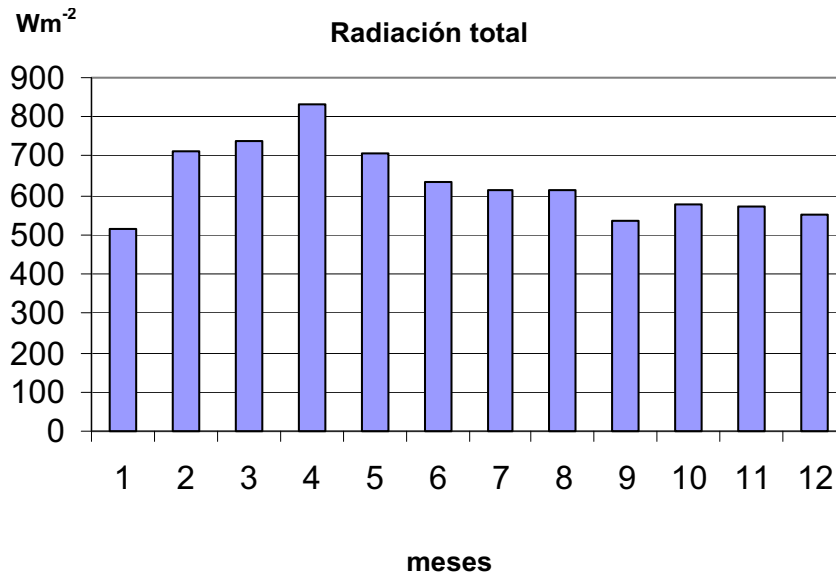


Figura C.12.- Ciclo anual de la radiación total en la estación La Parota, Guerrero. (12050).

i) *Tormentas eléctricas*

Como es de esperarse, el mayor número de tormentas eléctricas ocurre en los meses de precipitación intensa (Fig. C.13). Es interesante notar que al menos en la media, el mes de mayor actividad eléctrica es agosto seguido de julio, los meses correspondientes a la canícula. La época de secas muestra cero actividad eléctrica.

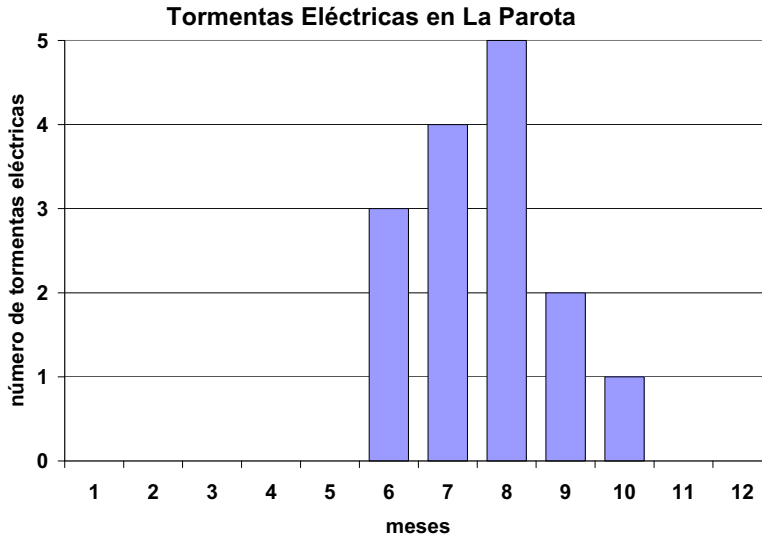


Figura C.13.- Ciclo anual de la radiación total en la estación La Parota, Guerrero. (12050).

j) *Eventos de precipitación extrema.*

Una estadística del clima que es relevante en el caso del clima regional, y de particular importancia en la planeación de una presa como la proyectada, es la ocurrencia de eventos de precipitación extrema. Definidos como eventos suficientemente improbables (probabilidad < 10%) de lluvia en una distribución gamma. Los eventos con lluvias por encima de 25 mm en un día se consideran extremos. La Figura C.14 muestra que cada año ocurren entre 8 y 11 eventos de este tipo.

De acuerdo con los datos analizados, lluvias por encima de 40 mm en un día, sólo ocurren de dos a tres eventos por año; mientras que lluvias por encima de 50 mm en un día ocurren sólo una o dos veces en ciertos años.

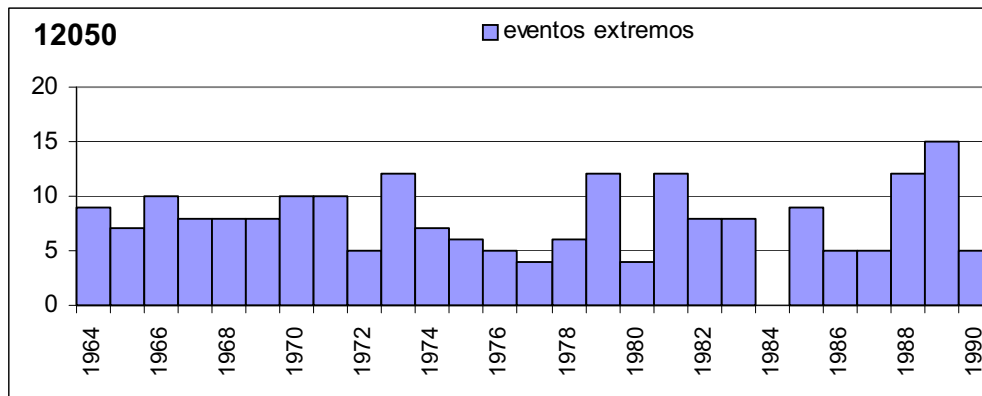


Figura C.14.- Número de eventos de precipitación extrema (pcp > 30 mm/día) en La Parota.



Un aspecto interesante, es que la ocurrencia de estos eventos extremos puede resultar en crecidas significativas del caudal del río Papagayo; condición que puede quedar regulada con la construcción de la presa, siempre y cuando su operación sea adecuada. Por ejemplo, un evento extremo registrado el 5 de septiembre de 1964, resultó en un aumento extraordinario del caudal de alrededor de 1000 m<sup>3</sup>/s (Figura C.15). Bajo este caudal, de acuerdo con las simulaciones realizadas para el flujo hídrico en el apartado correspondiente de este estudio, se desbordaría el río en algunos sitios cercanos a la desembocadura. Los tiempos entre la ocurrencia del evento extremo y la crecida del caudal pueden variar entre uno y dos días, dependiendo de la ubicación de la tormenta en la cuenca. La crecida del caudal dura sólo unos días, período después del cual éste regresa a valores medios aumentados en un ligero porcentaje. Otro evento de lluvia extrema registrado ocurrió el 27 de agosto de 1981, el que provocó un aumento en el caudal de casi 2500 m<sup>3</sup>/s, provocando caudales de hasta 3000 m<sup>3</sup>/s (Figura C.16); caudal bajo el cual el río debe haberse desbordado en varios puntos de su trayecto hacia el mar.

Cabe señalar que aunque se presentan eventos extremos en cualquier época del verano (entre junio y septiembre), los grandes aumentos en el caudal tienden a ocurrir hacia finales del verano, principalmente en septiembre debido a que el suelo se encuentra muy húmedo y deja de infiltrar las grandes precipitaciones, llevando a mayor escurrimiento (Figura C.17)

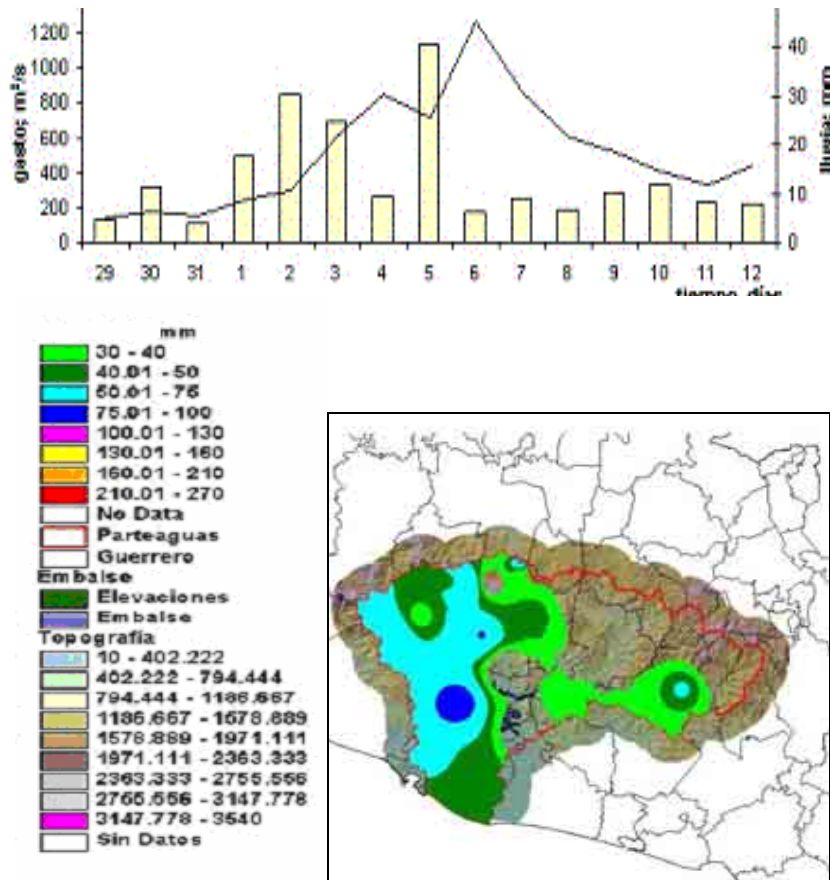


Figura C.15.- Lámina de lluvia acumulada (línea) y caudal (barras) en la cuenca La Parota del 29 de agosto al 13 de septiembre de 1964 y distribución espacial de la precipitación del 5 de septiembre de 1964 en la zona proyectada para el embalse.

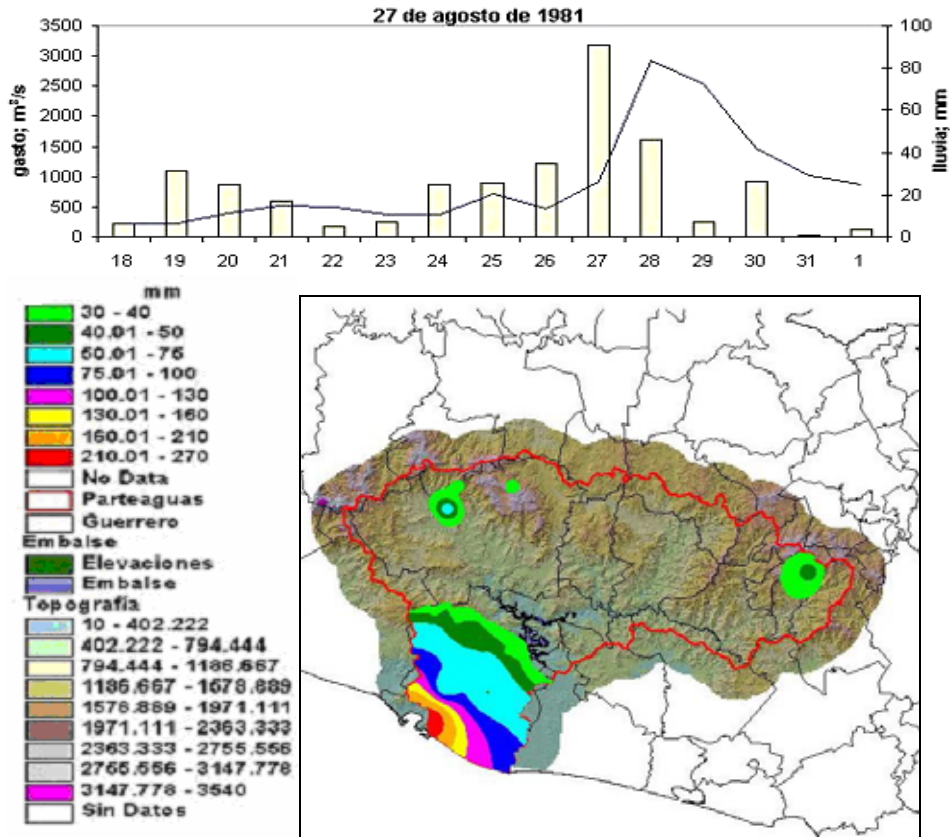


Figura C.16.- Lámina de lluvia acumulada (línea) y caudal (barras) en la cuenca La Parota para el 27 de agosto de 1981 y distribución espacial de la precipitación en la zona proyectada para el embalse.

k) Variabilidad interanual en el caudal

Los eventos extremos en precipitación y cambio de caudal hacia septiembre pueden tener variaciones importantes de un año a otro, con promedios máximos mensuales de hasta 1400 m<sup>3</sup>/s y mínimos de menos de 200 m<sup>3</sup>/s. Es claro que en otras épocas del año (marzo, abril o mayo) los caudales pueden ser aun menores (hasta menos de 20 m<sup>3</sup>/s promedio mensual) (Figuras C.17 y C.18).

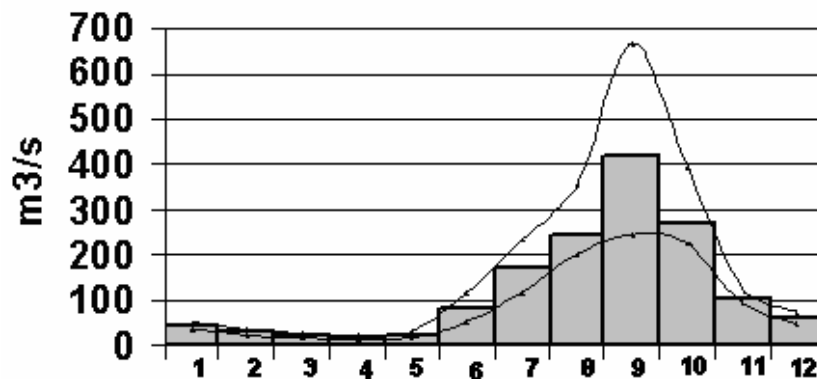


Figura C.17.- Caudales medios mensuales (barras) y rangos de variabilidad normal ( $\pm$  una desviación estándar)

Varios de los casos de mínimos pueden ser explicados en términos de la ocurrencia de El Niño, como en septiembre de 1982 y septiembre de 1997. Sin embargo, es necesario explicar otras formas de variabilidad del clima no necesariamente relacionadas con El Niño y La Niña que pueden llevar a cambios substanciales en el caudal de un año a otro.

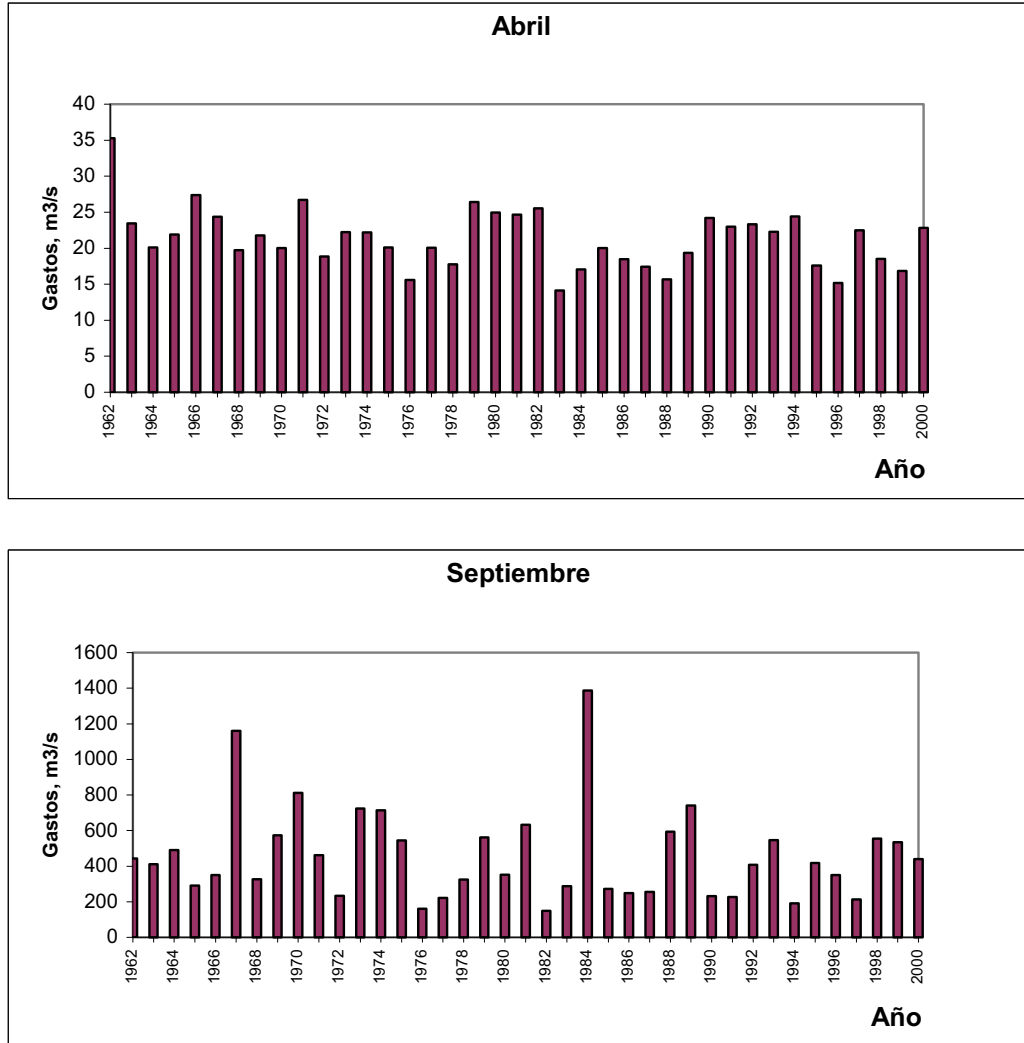


Figura C.18.- Caudales medios mensuales máximos y mínimos en la Estación hidrológica La Parota.

l) Niebla

La niebla es una condición atmosférica de riesgo para las operaciones de carreteras, de aeropuertos y otros sistemas de comunicación. Para tener un mejor panorama del problema, es necesario hacer un breve análisis de los factores que llevan a la formación y disipación de este fenómeno en el área de estudio. La niebla ocurre en los meses de otoño, probablemente debida al descenso de la temperatura y a la humedad remanente en vegetación y suelo (Figura C.19). Los eventos de neblina se mantienen hasta finales del invierno, en relación con los descensos de temperatura. La primavera está prácticamente exenta de eventos de niebla debido a que la radiación solar es máxima y la humedad en suelo y vegetación es mínima.

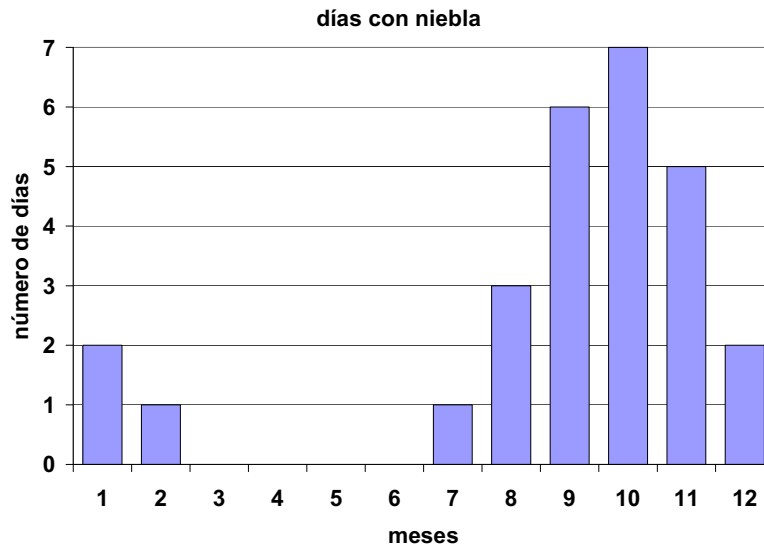


Figura C.19.- Promedio mensual de días con niebla en la estación La Parota, Guerrero. (12050).

Debido a su importancia el pronóstico de formación y disipación de niebla constituye un problema de gran interés entre la comunidad meteorológica, el cual se analiza con mayor detalle para el caso particular de este proyecto en el anexo AC 3. A partir del análisis practicado se puede señalar que la conclusión más importante es que las neblinas que se forman sobre los embalses generalmente son de un tamaño y profundidad que no afectan la operación de carreteras y otras actividades en la cercanía y desaparecen rápidamente con la salida del sol. Para el área de estudio se espera un aumento de la humedad de superficie, debido al incremento de pastizales o agua, lo cual favorece la formación de bancos de niebla someros ("patchy fog") que es generalmente muy tenue y rápidamente disipada con cielo despejado y el enfriamiento nocturno. Ese tipo de niebla es muy similar a la que ocurre en pasto húmedo por la mañana y la tarde.

Por tanto, el conocimiento que sobre estos procesos se tiene sugiere que la duración de las neblinas del tipo que afectan las operaciones y actividades en la región no se verá sensiblemente afectada por el cambio de uso de suelo. La construcción del embalse probablemente no alterará el número de eventos de niebla que afecta significativamente las operaciones de la carretera, dado que éstas asociados a procesos de escala sinóptica o mesoescala.

#### *m) Balance hídrico*

A partir de la información de evapotranspiración y precipitación es posible calcular el balance hídrico como función de la época del año (Figura C.20). Los resultados indican que en los meses de verano, el superávit de agua debe corresponder con los escurrimientos hacia el Río Papagayo. El balance hídrico indica que existe un superávit de agua durante los meses de verano. Una comparación entre el resultado de la diferencia (precipitación – evapotranspiración) y el ciclo anual de los caudales en la estación La Parota (Figura C.17) muestra claramente el aumento de los caudales como respuesta al superávit hídrico de los meses de verano. Por esta razón, una buena predicción de lluvia para los meses de verano es fundamental en la planeación del manejo anual de la presa.

Como se mencionó anteriormente, la predecibilidad climática en la región es alta por lo que una estimación de los caudales es factible y más importante, útil en la planeación del manejo de la presa.

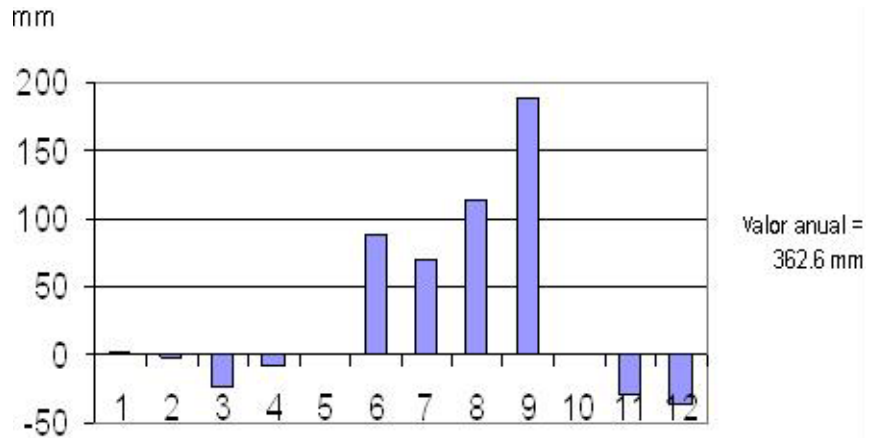


Figura C.20.- Balance entre evapotranspiración y precipitación en la estación La Parota

La tendencia de la temperatura en la región de Guerrero es de un aumento de aproximadamente 1°C en cada 100 años (promedio en un área de 100 km X 100 km). La humedad también presenta una tendencia a aumentar (menos de 5% en 100 años) y la precipitación con una ligera tendencia a aumentar (menos del 1% en 100 años) aunque modulado por variaciones de muy baja frecuencia.

Al sumar las tendencias a los cambios modelados con la presa (cambios de uso de suelo), los aumentos serían:

- Temperatura 1.5°C en cien años
- Humedad: Aumentos de 5.5% en cien años
- Precipitación: 1% en cien años

Se puede concluir que los cambios en la región por cambio de uso de suelo, P.H. La Parota y por gases de efecto invernadero serían muy pequeños.

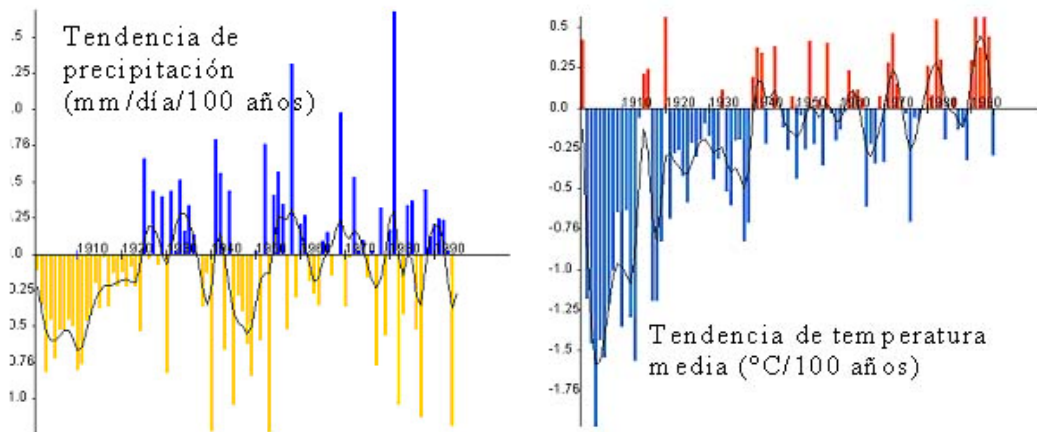


Figura C 21.- Tendencia de precipitación y temperatura en la región de la Parota

**Antecedentes de efectos de proyectos similares****Efectos de la Presa Infiernillo en el clima regional**

Para estimar los cambios que la presencia de un embalse de una Presa Hidroeléctrica tiene en el clima se puede hacer referencia a un caso bajo un clima similar y estimar los cambios que el clima experimentó después de la construcción del embalse. Como caso de referencia se utilizará la Presa Hidroeléctrica de Infiernillo en los límites del estado de Guerrero y Michoacán (para mayor detalle ver anexo AC 2).

Los resultados muestran que las variaciones en los parámetros meteorológicos después de la puesta en marcha de la presa fueron relativamente pequeños, cuando se comparan con la variabilidad natural del sistema. Se encontró que los cambios siguen la misma tendencia, aun 26 años después de establecida la presa, aunque con menor amplitud. Dicha tendencia a la disminución de las temperaturas en una estación a casi 47 km de distancia de la presa, y después de más de dos décadas debe corresponder a una variación natural del clima (tendencia de cambio climático), más que a un efecto de la presa. En todo caso, las variaciones de una década a otra se encuentra dentro de los márgenes de variabilidad natural del sistema. El análisis indica que las variaciones de muy baja frecuencia o largo plazo dominan el clima en la región antes y después de la construcción de la presa Infiernillo.

## Introducción

El diagnóstico de la calidad del aire produce información útil para la evaluación preliminar del estado actual de la calidad del aire en la zona. Este diagnóstico servirá como referencia histórica para posibles estudios como podría ser una auditoría ambiental. Para comparar con simulaciones numéricas de la calidad del aire a realizarse en el futuro para beneficio de la CFE o el Municipio de Acapulco.

Los indicadores ambientales que se miden son ozono ( $O_3$ ), óxidos de nitrógeno ( $NO$ ,  $NO_2$  y  $NO_x$ ), monóxido de carbono ( $CO$ ), metano ( $CH_4$ ) e hidrocarburos no metano (NMHC). Los fenómenos meteorológicos cumplen un papel importante y complejo en la calidad del aire resultante. Tanto el transporte como la dispersión de los agentes contaminantes dependen de factores meteorológicos, entre los que destacan la velocidad y dirección del viento, la temperatura del aire y, en el caso de algunos gases contaminantes, la radiación solar. Estos parámetros meteorológicos también fueron medidos para observar el área de influencia de los contaminantes.

### IV.1.1.2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Asumimos que por definición una presa hidroeléctrica no emite gases precursores de ozono y partículas suspendidas. En este caso no hay un área de impacto directo. Se considera que de cumplirse las expectativas de desarrollo económico derivado del proyecto en su vecindad, entonces las emisiones de esos contaminantes sí podrían considerarse emisiones indirectas: Por lo anterior, puede definirse un área de impacto indirecto que sería la región comprendida entre el embalse y el Puerto de Acapulco (Fig. A1). El puerto no se considera parte del área de influencia indirecta debido a que la magnitud de las emisiones ya existentes y futuras por su propio desarrollo, aún en el caso de que no se realizase el proyecto enmascararían cualquier posible impacto indirecto de la presa.

Se seleccionaron tres sitios para ubicar la Unidad Móvil de Monitoreo:

*Sitio y campaña 1.-* Ubicado dentro de las instalaciones del Instituto Tecnológico de Acapulco (Calzada Instituto Tecnológico S/N CP. 39905, Acapulco, Guerrero), situado en el perímetro de Acapulco aproximadamente a 30 Km. del centro de la ciudad, a 30 msnm,  $100^{\circ} 21' W$  y  $17^{\circ} 25' N$ . Sitio con uso de suelo mixto: habitacional y comercial. Esta campaña se realizó por un período de 19 días, del 4 al 27 de septiembre del 2003

*Sitio y campaña 2.-* Ubicado dentro de las instalaciones de la Escuela Secundaria Técnica de San Pedro de las Playas, situada a 40 Km. de los límites de la ciudad, por la carretera a Costa Chica (Oaxaca). Esta campaña se realizó del 4 al 28 de octubre, perdiéndose 7 días de muestreo completos por las frecuentes interrupciones en el suministro de electricidad que ocurrieron en la zona.

*Sitio y campaña 3.-* Ubicado dentro de las instalaciones de la Escuela Secundaria de Altos del Camarón, situada a 70 km del límite de la ciudad, por la carretera federal a la ciudad de México, en la desviación del poblado del kilómetro 30. Esta campaña se realizó del 14 de noviembre al primero de diciembre.



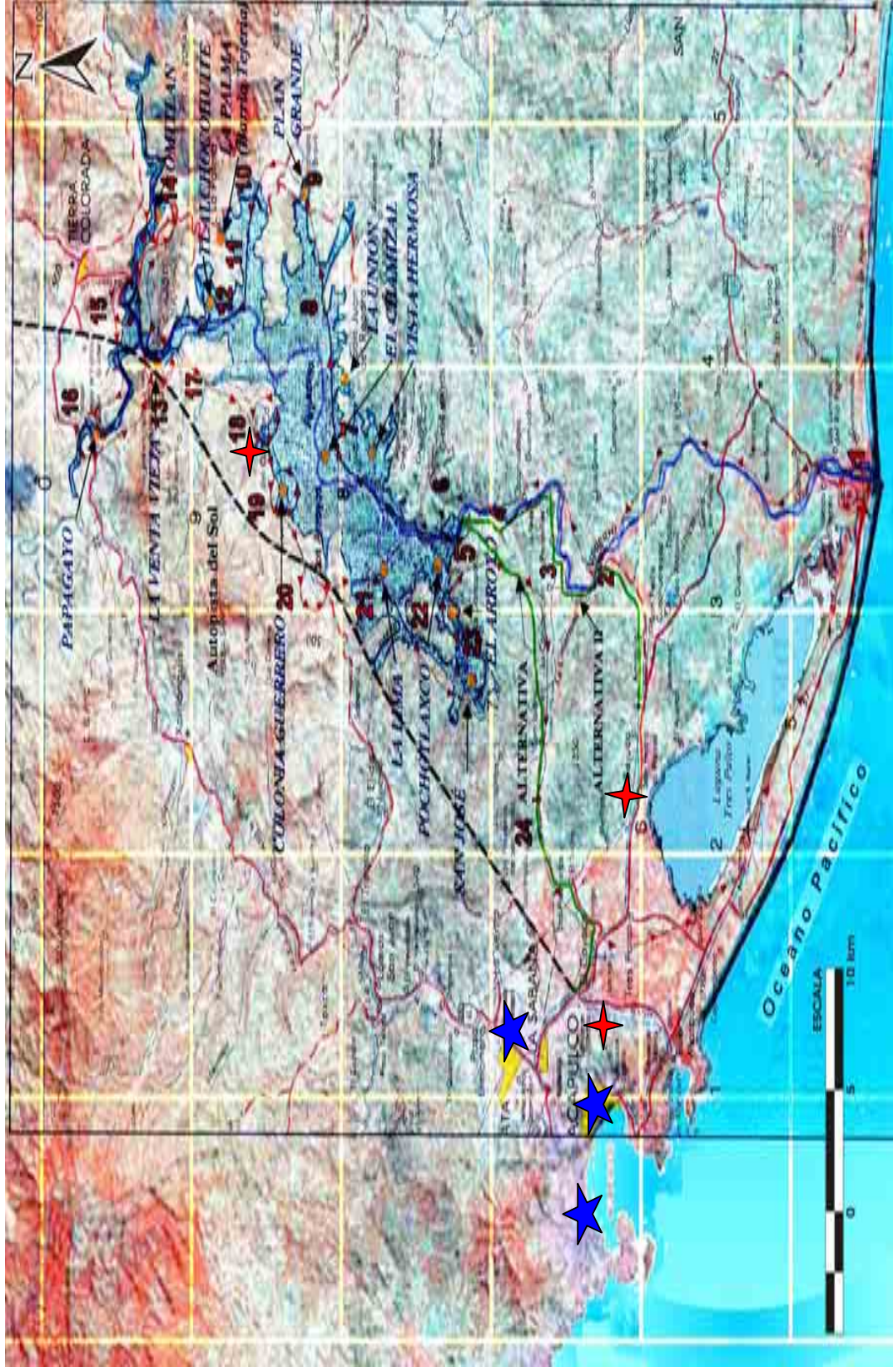


Figura A.1 Sitios de monitoreo, estrellas rojas son los sitios de muestreo, estrellas azules son colaboración extra UNAM/IAG, producto derivado del proyecto de la MIA para una red de monitoreo de la calidad del aire para el municipio. El área de impacto indirecto estaría delimitada por la línea roja y la represa.



En cada uno de los sitios se midieron algunos parámetros meteorológicos como la velocidad y dirección del viento, temperatura, humedad relativa, presión barométrica y radiación ultravioleta. Los gases que se midieron fueron ozono (O<sub>3</sub>), óxidos de Nitrógeno (NO, NO<sub>2</sub> NO<sub>x</sub>), monóxido de carbono (CO), metano (CH<sub>4</sub>) e hidrocarburos no metano (NMHC).

#### IV.2.1.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Campaña 1. Los promedios horarios de cada uno de los parámetros medidos se presentan en el Cuadro A1. Además en las figuras A2 a A10 se presenta en forma gráfica el comportamiento de cada uno de los parámetros analizados.

Cuadro A1. Promedios horarios de O<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, temperatura, humedad y radiación medidos durante la campaña 1 (Sitio 1)

HORA	O <sub>3</sub> (ppb)	NO (ppb)	NO <sub>2</sub> (ppb)	NO <sub>x</sub> (ppb)	CO (ppm)	T °C	H %	RADIACION W/m <sup>2</sup>
01:00	0.000	Nd	n.d.	n.d.	0.010	25.63	99.47	n.d.
02:00	0.002	n.d.	n.d.	n.d.	0.287	25.40	99.86	n.d.
03:00	0.002	n.d.	n.d.	n.d.	0.250	25.20	99.78	n.d.
04:00	0.002	n.d.	n.d.	n.d.	0.232	25.03	99.80	n.d.
05:00	0.002	n.d.	n.d.	n.d.	0.200	24.87	99.86	n.d.
06:00	0.002	n.d.	n.d.	n.d.	0.217	24.70	99.87	n.d.
07:00	0.002	n.d.	n.d.	n.d.	0.337	24.55	99.90	n.d.
08:00	0.002	11.288	1.476	11.630	0.694	24.57	99.88	18.67
09:00	0.002	25.574	5.837	29.998	1.045	26.02	97.13	151.01
10:00	0.002	19.823	7.181	25.501	0.970	28.43	86.51	316.73
11:00	0.003	3.343	2.222	4.116	0.507	30.45	76.69	270.90
12:00	0.005	n.d.	n.d.	n.d.	0.312	31.81	70.85	156.88
13:00	0.007	n.d.	n.d.	n.d.	0.313	32.19	69.36	142.40
14:00	0.006	n.d.	n.d.	n.d.	0.272	32.18	69.89	144.97
15:00	0.005	n.d.	n.d.	n.d.	0.233	32.03	71.05	151.25
16:00	0.005	n.d.	n.d.	n.d.	0.233	31.77	71.51	130.53
17:00	0.005	n.d.	n.d.	n.d.	0.216	31.06	75.30	111.94
18:00	0.005	n.d.	n.d.	n.d.	0.233	30.51	77.50	91.72
19:00	0.004	n.d.	n.d.	n.d.	0.266	29.86	81.03	47.33
20:00	0.004	n.d.	0.274	n.d.	0.323	28.88	86.24	5.56
21:00	0.004	n.d.	2.147	n.d.	0.429	27.99	91.76	n.d.
22:00	0.003	n.d.	1.852	n.d.	0.465	27.22	95.89	n.d.
23:00	0.003	n.d.	0.135	n.d.	0.426	26.60	97.99	n.d.
00:00	0.003	n.d.	n.d.	n.d.	0.372	25.87	99.18	n.d.

n.d. No detectable

Las curvas de formación de ozono y de evolución de óxidos de nitrógeno siguen un patrón normal de comportamiento diurno, consistente con una zona rural en la que los niveles de los contaminantes criterio son tan bajas que incluso no se detectan (ver, por ejemplo, los valores no detectables de óxido nítrico y los valores despreciables de ozono).

La ocurrencia y la magnitud de las concentraciones máximas de contaminantes son útiles para identificar violaciones de las normas y detectar los sitios más afectados por el deterioro de la calidad del aire. Los valores de concentración máxima de cada uno de los contaminantes analizados se presentan en el Cuadro A2.

Cuadro A2 Máximos diarios promedio en el Sitio 1

Contaminante.	O <sub>3</sub> (ppb)	NO (ppb)	NO <sub>2</sub> (ppb)	NOx (ppb)	CO (ppm)
MAXIMO	0.007	25.574	7.181	29.998	1.045

El máximo de ozono se presentó aproximadamente a las 13:00 hrs., el de NO, NOx y CO a las 9:00 hrs. y el de NO<sub>2</sub> a las 10:00 hrs. Por lo tanto estos datos no rebasan los valores permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas.

Cuadro A3 Incertidumbre en las mediciones en el Sitio 1

	O <sub>3</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	NOx	CO	Temperatura	Humedad
DES. EST.	0.0016	7.64	2.65	9.58	0.24	2.85	12.25
PROMEDIO	0.003	-0.032	-0.406	-0.869	0.35	27.93	88.63

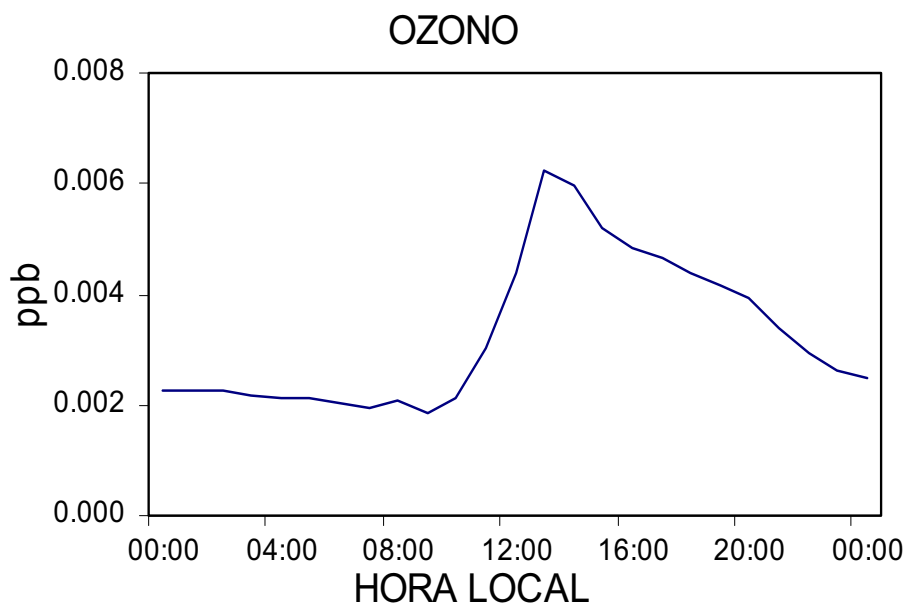


Figura. A2 Evolución diaria de la concentración de ozono

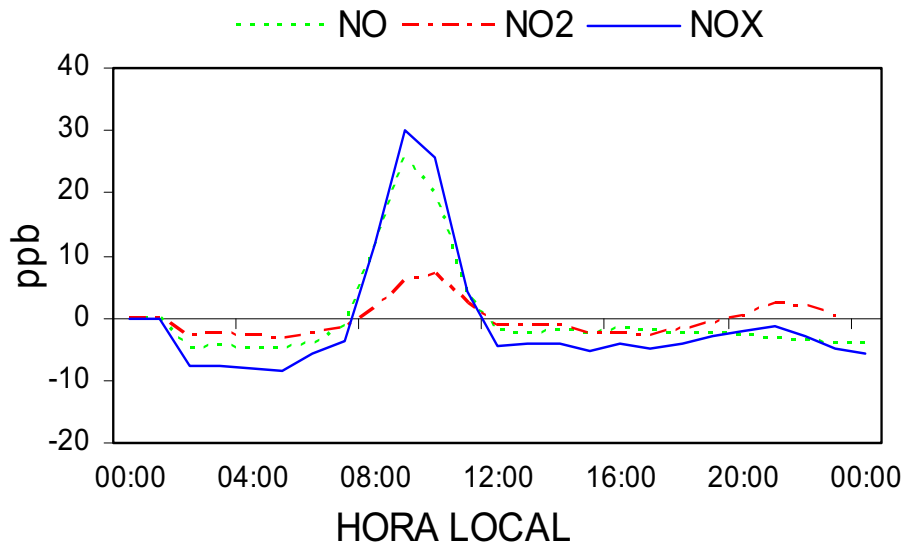


Figura. A3 Evolución diurna de la concentración de óxidos de nitrógeno

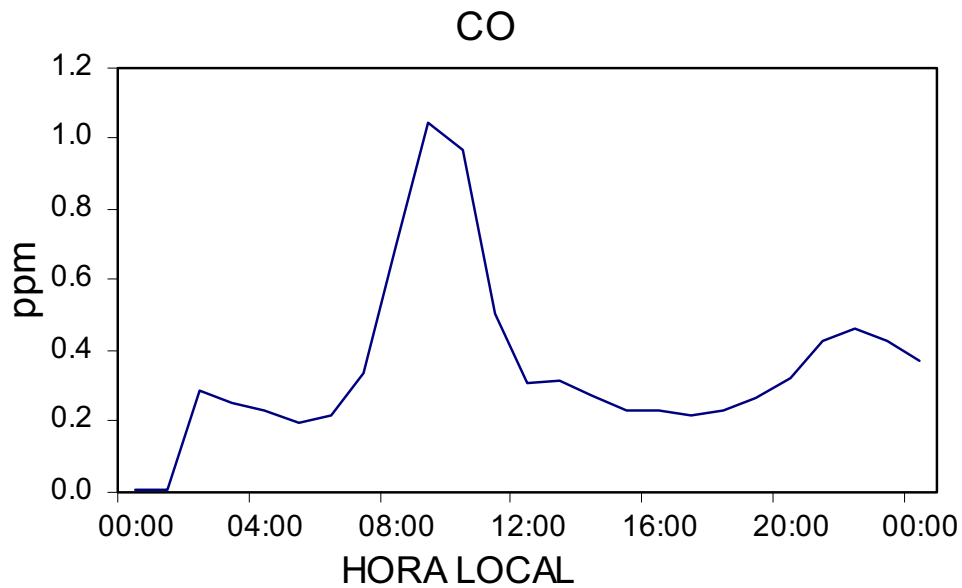


Figura. A4 Evolución diurna de la concentración de monóxido de carbono

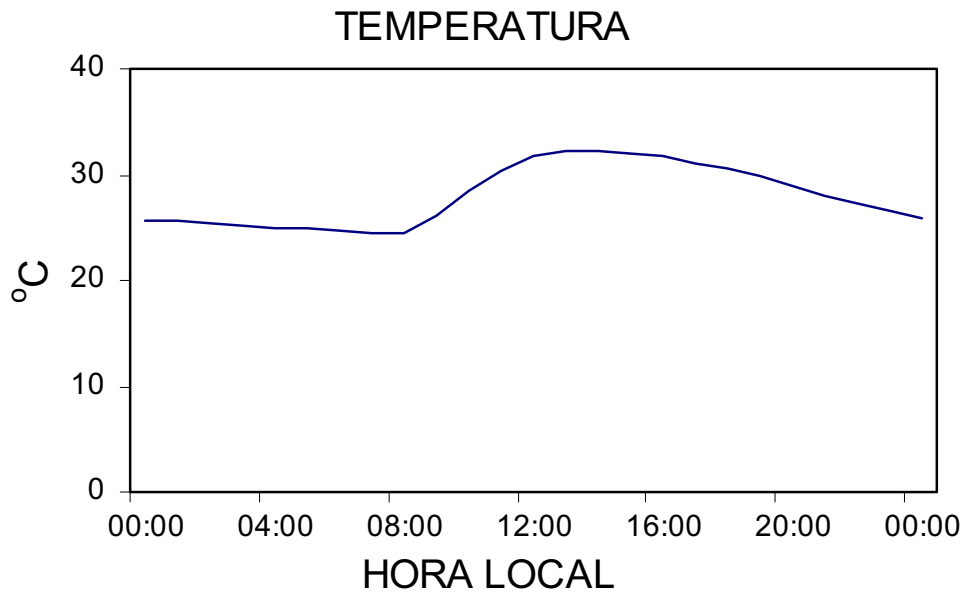


Figura. A5 Temperatura promedio registrada durante la Campaña 1

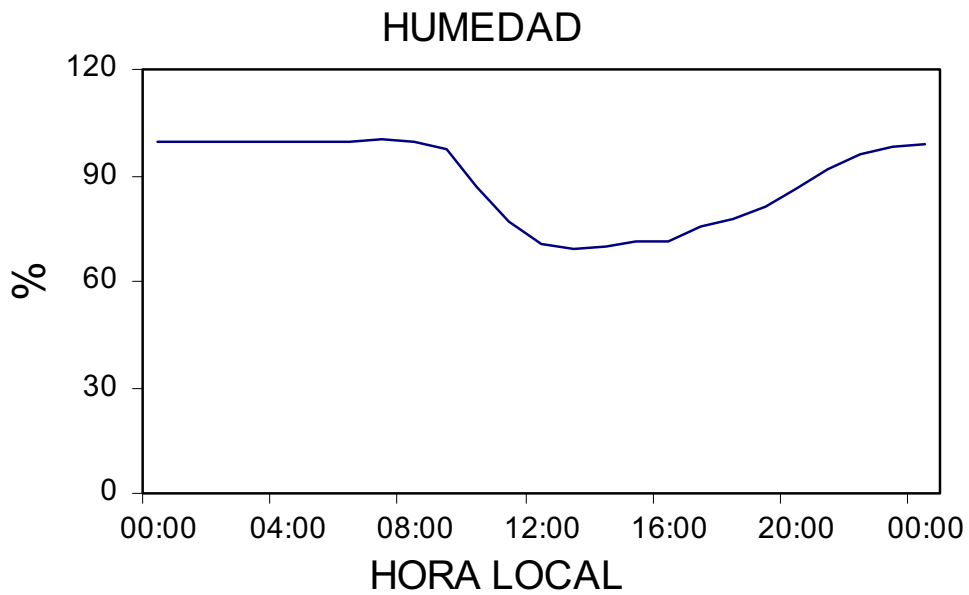


Figura. A6 Humedad relativa registrada durante la Campaña 1

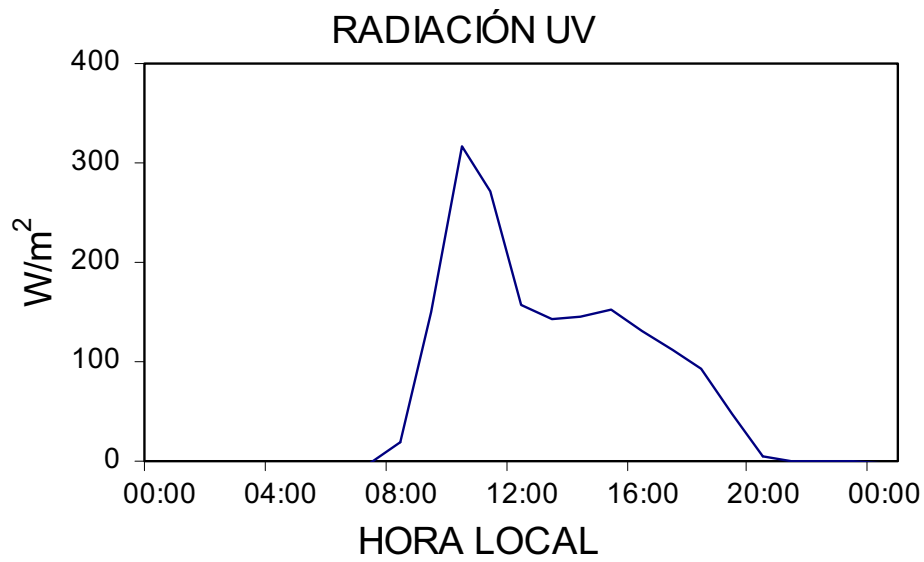


Figura. A7 Radiación promedio registrada en la Campaña 1

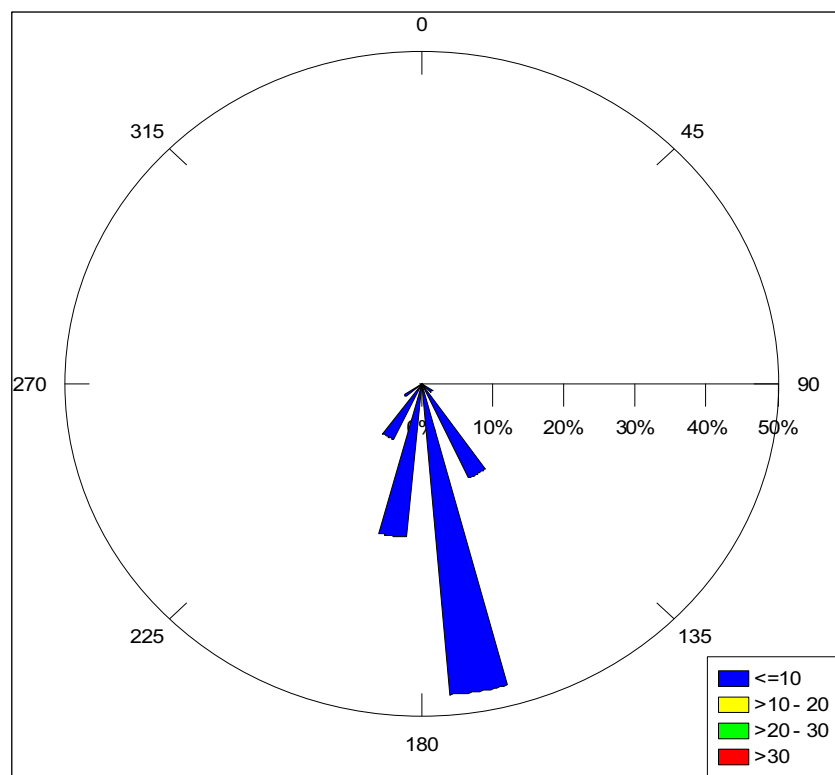


Figura. A8 Rosa de los vientos de la campaña 1

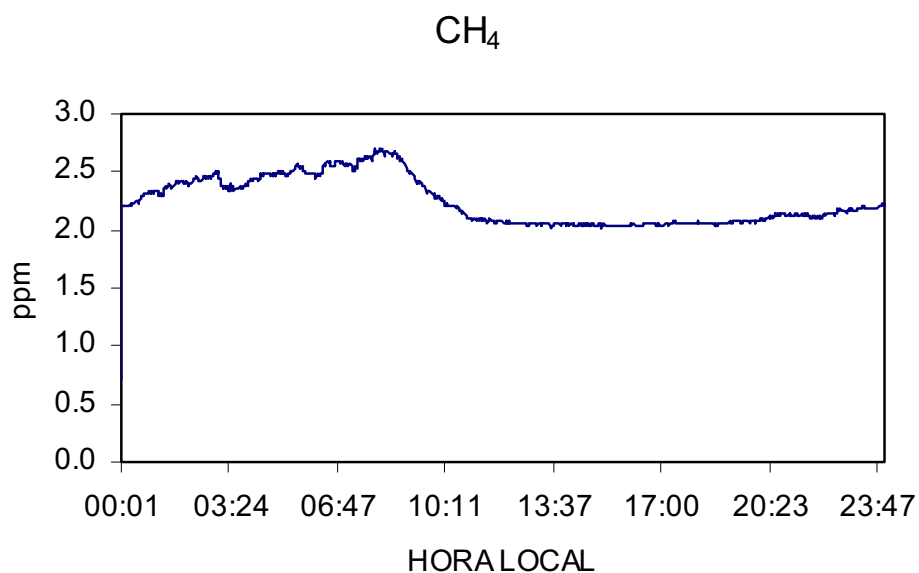


Figura. A9 Evolución diurna de la concentración de metano

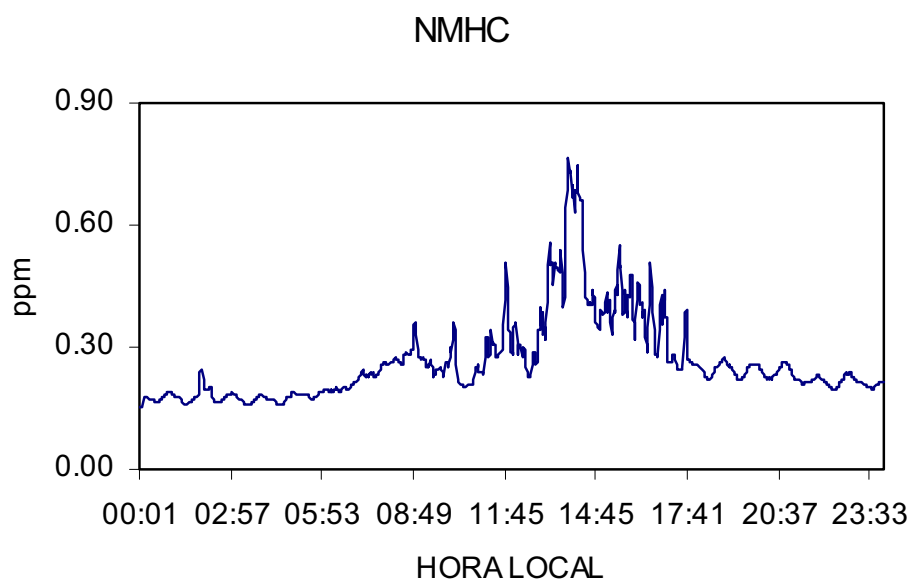


Figura. A10 Evolución diurna de la concentración de hidrocarburos no metano (NMHC)

Campaña 2. En el Cuadro A4 se presentan los promedios horarios de cada uno de los parámetros medidos. Además, en las figuras A11 a A19 se presenta en forma gráfica el comportamiento de cada uno de los parámetros medidos.

Cuadro A4. Promedios horarios de O<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, temperatura, humedad relativa y radiación medidos durante la campaña 2 (Sitio 2)

HORA	O <sub>3</sub> (ppb)	NO (ppb)	NO <sub>2</sub> (ppb)	NO <sub>x</sub> (ppb)	CO (ppm)	T °C	H %	RADIACION W/m <sup>2</sup>
01:00	0.0021	4.21	1.11	3.80	0.55	22.22	67.40	n.d.
02:00	0.0021	4.16	0.91	3.48	0.54	22.09	74.27	n.d.
03:00	0.0019	4.48	1.04	3.96	0.52	21.91	76.21	n.d.
04:00	0.0018	5.67	1.36	5.47	0.52	21.45	74.76	n.d.
05:00	0.0017	7.22	1.46	7.13	0.52	21.63	73.39	n.d.
06:00	0.0017	8.28	1.31	8.05	0.53	21.71	72.00	n.d.
07:00	0.0016	14.37	1.70	14.55	0.66	21.37	70.53	n.d.
08:00	0.0015	29.87	1.68	30.12	0.89	21.49	69.30	35.34
09:00	0.0017	38.02	1.24	38.32	0.98	21.67	70.67	198.26
10:00	0.0022	17.95	1.11	18.56	0.64	22.93	64.91	347.18
11:00	0.0033	5.88	1.37	5.68	0.60	23.47	57.09	376.70
12:00	0.0042	3.43	0.54	2.30	0.54	23.76	57.79	411.16
13:00	0.0050	2.74	0.19	1.23	0.51	23.87	58.51	435.05
14:00	0.0052	2.56	n.d.	0.76	0.49	23.43	59.15	442.39
15:00	0.0050	2.66	n.d.	0.78	0.49	23.00	59.31	405.26
16:00	0.0047	2.71	n.d.	0.87	0.48	22.82	59.61	372.14
17:00	0.0047	2.57	n.d.	0.47	0.48	22.60	57.68	301.38
18:00	0.0044	2.62	n.d.	0.58	0.49	21.37	52.88	195.40
19:00	0.0041	2.60	0.06	0.98	0.52	22.03	53.87	81.92
20:00	0.0036	3.61	2.16	4.10	0.65	22.39	59.27	1.78
21:00	0.0027	6.38	4.91	9.66	0.80	21.86	59.76	n.d.
22:00	0.0023	6.28	4.51	9.14	0.75	21.77	60.08	n.d.
23:00	0.0021	4.69	2.93	5.96	0.65	21.34	60.14	n.d.
00:00	0.0020	4.34	2.25	4.90	0.60	20.97	63.02	n.d.

n.d. significa no detectable

Cuadro. A5 Máximos diarios promedio en el Sitio 2

Contaminante	O <sub>3</sub> (ppb)	NO (ppb)	NO <sub>2</sub> (ppb)	NO <sub>x</sub> (ppb)	CO (ppm)
MAXIMO	0.0052	38.02	4.91	38.32	0.98

El máximo de ozono se presentó aproximadamente a las 14:00 hrs., el de NO, NOx y CO a las 9:00 hrs. y el de NO<sub>2</sub> a las 21:00 hrs.; estos datos no rebasan los valores permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas.

Cuadro A6. Incertidumbres en las mediciones en el Sitio 2

	<b>O3</b>	<b>NO</b>	<b>NO2</b>	<b>NOx</b>	<b>CO</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Humedad</b>
DESV. EST.	0.0013	8.79	1.35	9.28	0.13	0.82	7.01
PROMEDIO	0.0030	7.66	1.27	7.39	0.60	22.21	63.96

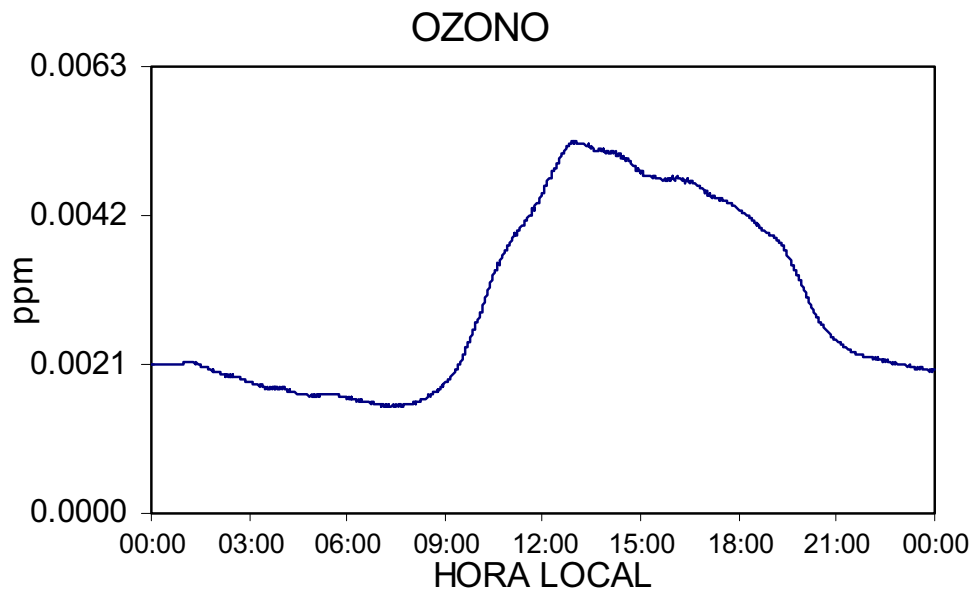


Figura. A11 Evolución del ozono en el Sitio 2



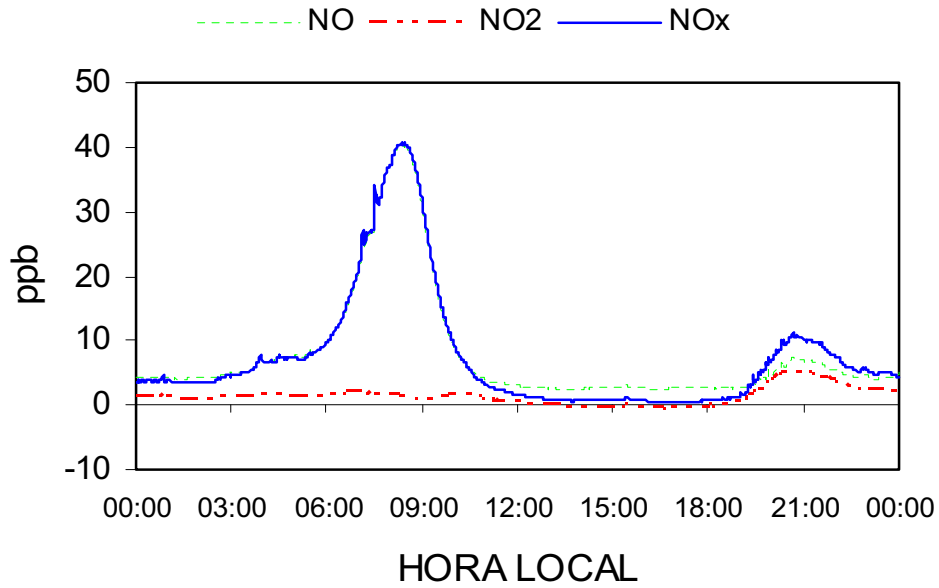


Figura. A12 Evolución de los niveles de óxidos de nitrógeno en el Sitio 2

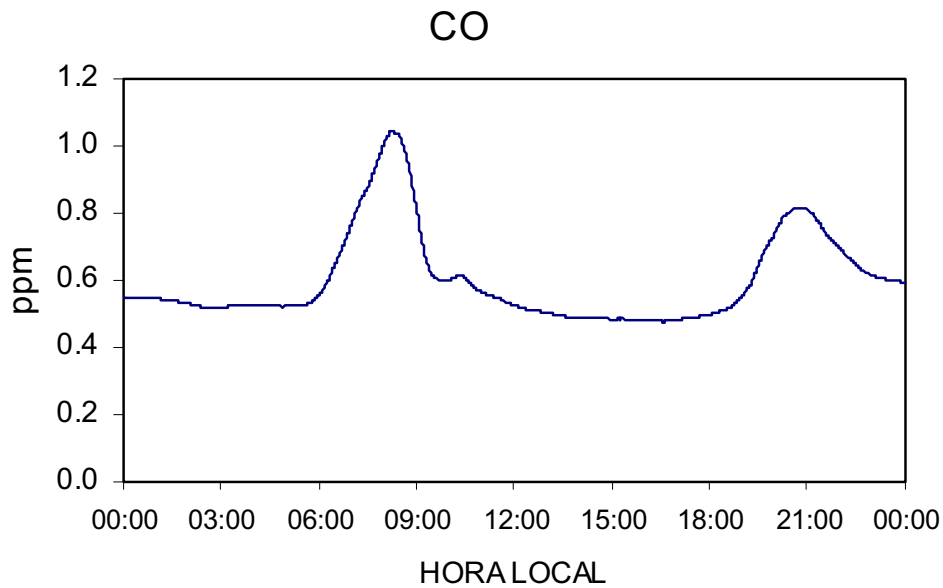


Figura. A13 Evolución del monóxido de carbono, en el Sitio 2

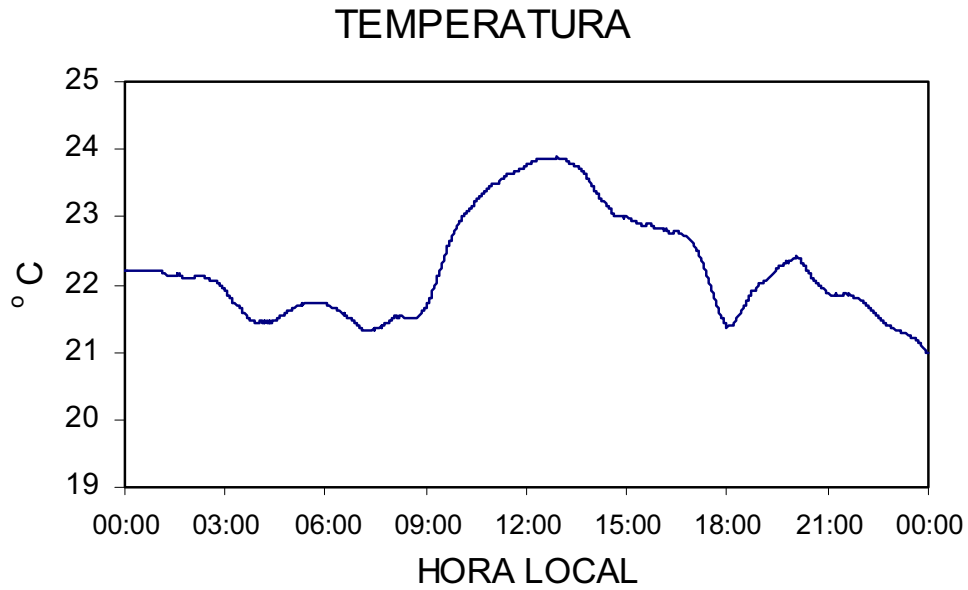


Figura. A14 Temperaturas promedio registradas en la Campaña 2

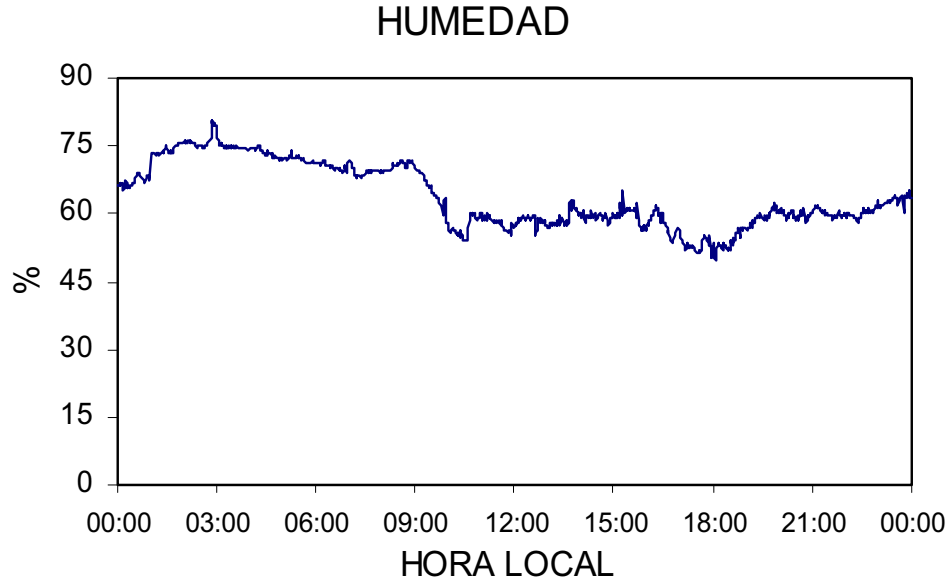


Figura. A15 Humedad relativa en la Campaña 2

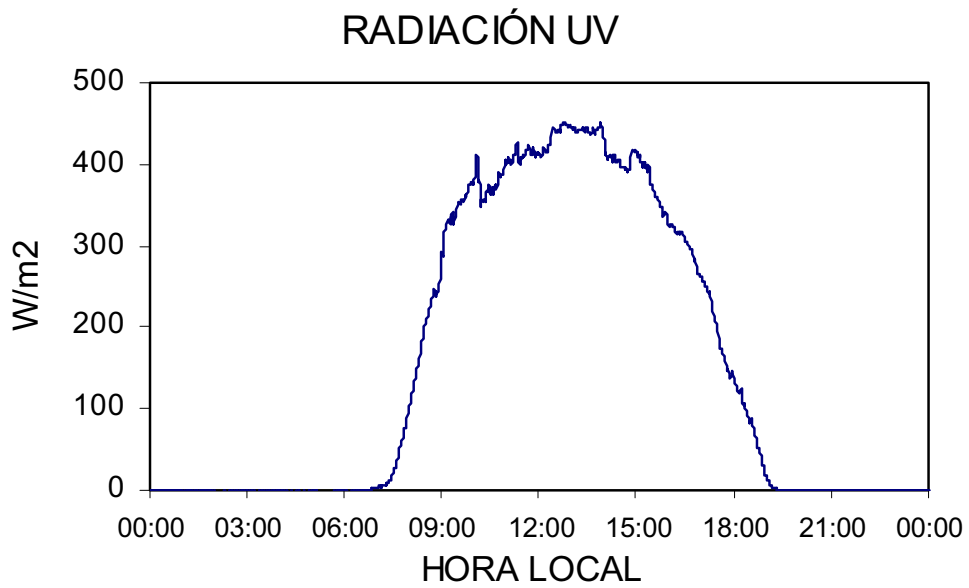


Figura. A16 Radiación promedio en la Campaña 2

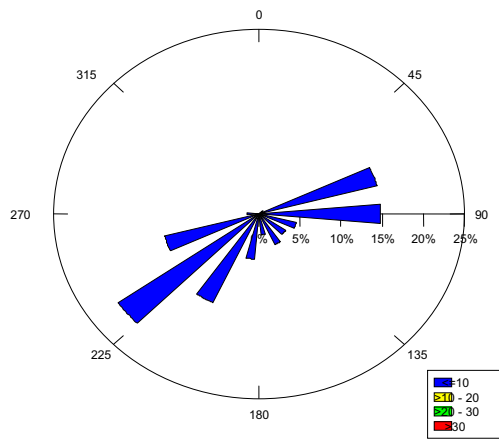


Figura. A17 Rosa de los vientos de la campaña 2

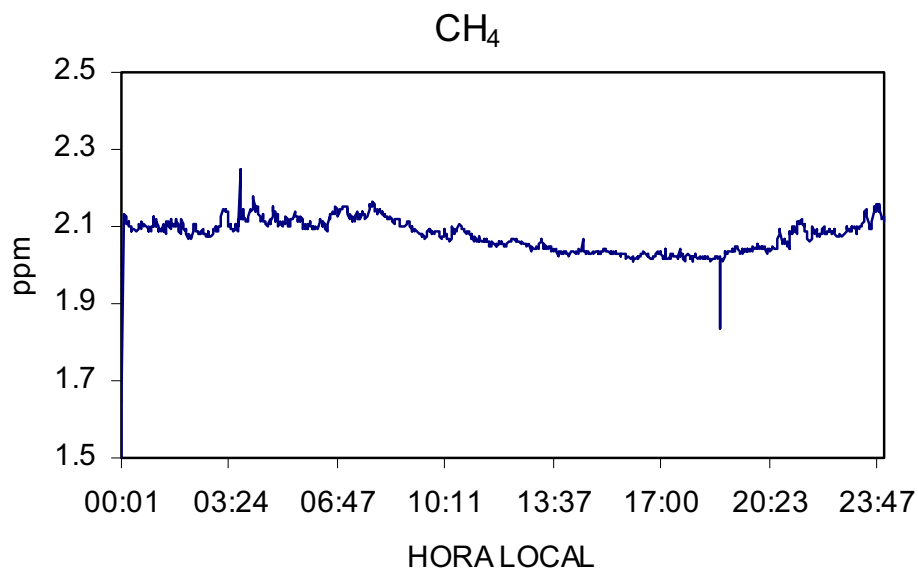


Figura. A18 Evolución diurna de la concentración de metano

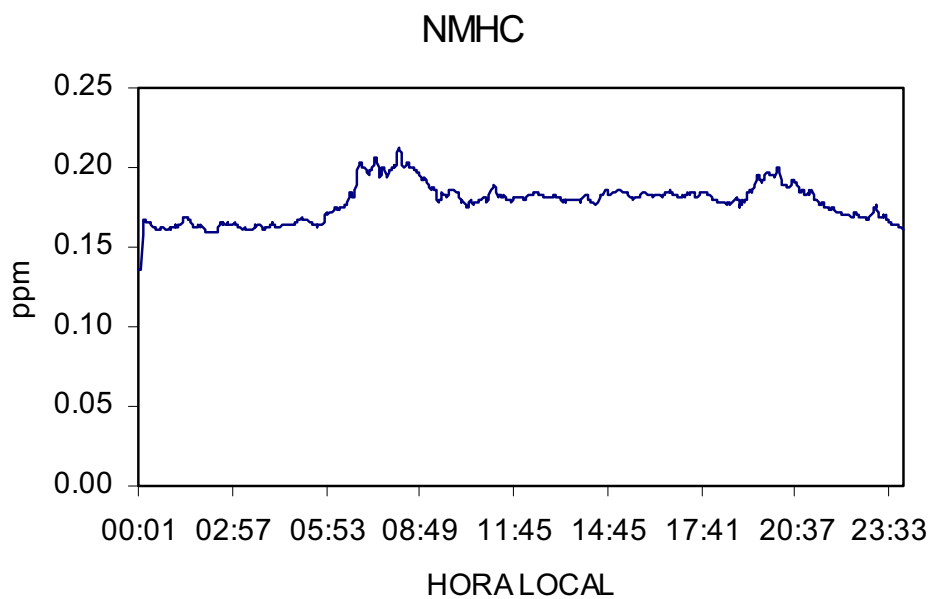


Figura. A19 Evolución diurna de la concentración de hidrocarburos no metano

Campaña 3. En el cuadro A7 se presentan los promedios horarios de cada uno de los parámetros medidos. Además, en las figuras A20 a A26 se presentan en forma gráfica el comportamiento de cada uno de los parámetros medidos.

Cuadro A7 Promedios horarios de O<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, temperatura, humedad y radiación medidos durante la campaña 3 (Sitio 3).

HORA	O <sub>3</sub> (ppb)	NO (ppb)	NO <sub>2</sub> (ppb)	NO <sub>x</sub> (ppb)	CO (ppm)	T °C	H %	RADIACION W/m <sup>2</sup>
01:00	0.015	1.27	0.31	1.58	0.337	23.48	1.30	N.D.
02:00	0.015	1.27	0.31	1.58	0.337	23.48	1.30	N.D.
03:00	0.015	1.28	0.33	1.61	0.338	23.28	1.32	N.D.
04:00	0.015	1.31	0.34	1.65	0.336	22.88	1.34	N.D.
05:00	0.015	1.32	0.35	1.67	0.336	22.59	1.35	N.D.
06:00	0.015	1.33	0.39	1.72	0.333	22.43	1.35	N.D.
07:00	0.015	1.33	0.41	1.74	0.335	22.50	1.37	N.D.
08:00	0.015	1.33	0.38	1.71	0.359	22.36	1.39	19.51
09:00	0.015	1.27	0.33	1.60	0.452	24.10	1.38	187.15
10:00	0.015	1.12	0.26	1.38	0.387	27.65	1.57	365.24
11:00	0.015	1.05	0.24	1.30	0.336	30.52	1.68	483.19
12:00	0.045	1.05	0.23	1.28	0.239	32.19	1.94	363.27
13:00	0.366	1.05	0.23	1.28	0.150	33.88	1.93	365.50
14:00	1.105	1.05	0.23	1.28	0.155	35.11	1.80	449.13
15:00	1.768	1.00	0.35	1.35	0.251	35.61	1.68	361.50
16:00	1.772	1.08	0.47	1.55	0.314	34.34	1.56	361.11
17:00	1.834	0.98	0.44	1.55	0.297	33.67	1.84	276.08
18:00	1.837	0.99	0.44	1.43	0.296	32.70	1.84	134.82
19:00	1.444	0.98	0.44	1.43	0.298	29.63	1.75	6.65
20:00	0.733	1.00	0.44	1.44	0.305	27.02	1.45	3.90
21:00	0.055	1.07	0.46	1.53	0.345	25.74	1.40	3.90
22:00	0.020	1.12	0.49	1.61	0.346	25.26	1.42	3.90
23:00	0.020	1.17	0.49	1.66	0.323	24.86	1.46	3.90
00:00	0.020	1.20	0.51	1.71	0.314	24.12	1.47	3.90

Las concentraciones máximas que se presentaron en el Sitio 3 se citan en el cuadro IV.2.2.8.

Cuadro A8 Máximos diarios promedio en el Sitio 3

Contaminante	O <sub>3</sub> (ppb)	NO (ppb)	NO <sub>2</sub> (ppb)	NOx (ppb)	CO (ppm)
MAXIMO	1.8370	1.33	0.51	1.74	0.45

El máximo de ozono se presentó aproximadamente a las 18:00 hrs., el de NO, NOx y CO a las 7:00 hrs. y el de NO<sub>2</sub> a las 24:00 hrs.; estos datos no rebasan los valores permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas.

Cuadro A9 Incertidumbres en las mediciones en el Sitio 3

	O <sub>3</sub>	NO	NO <sub>2</sub>	NOx	CO	Temperatura	Humedad
DESV. EST.	0.7154	0.13	0.09	0.16	0.06	4.73	0.21
PROMEDIO	0.4663	1.15	0.38	1.54	0.31	27.33	1.53

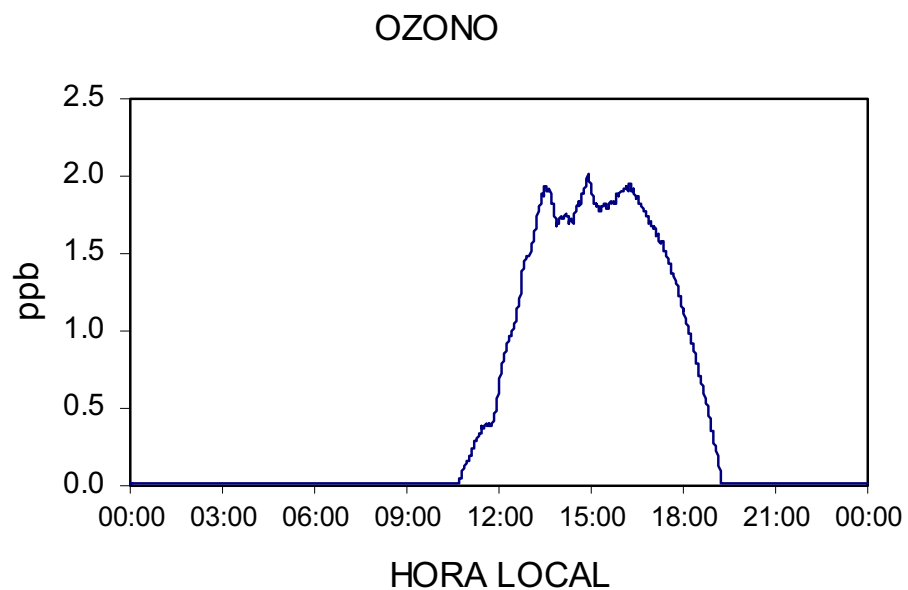


Figura. A20 Evolución del ozono, en el Sitio 3

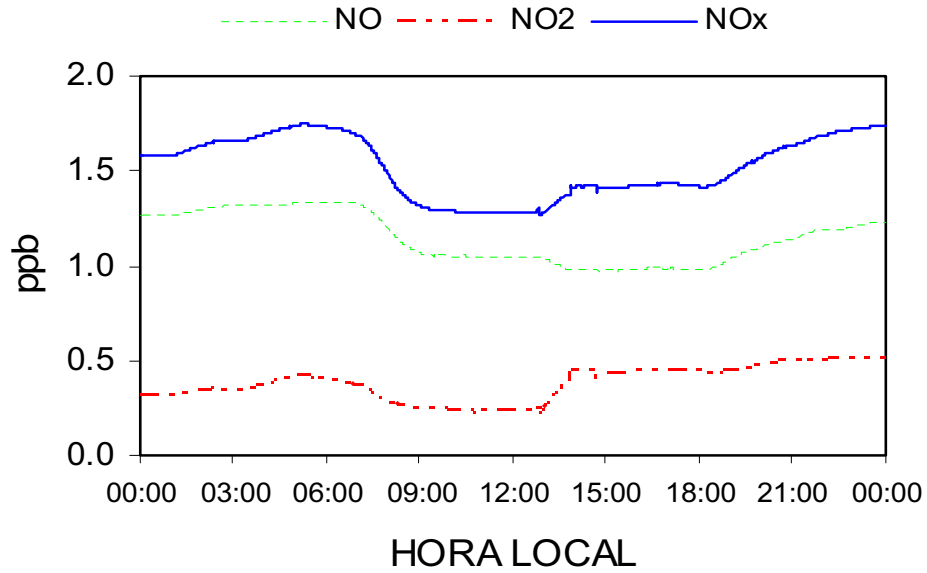


Figura. A21 Evolución de los óxidos de nitrógeno, en el Sitio 3

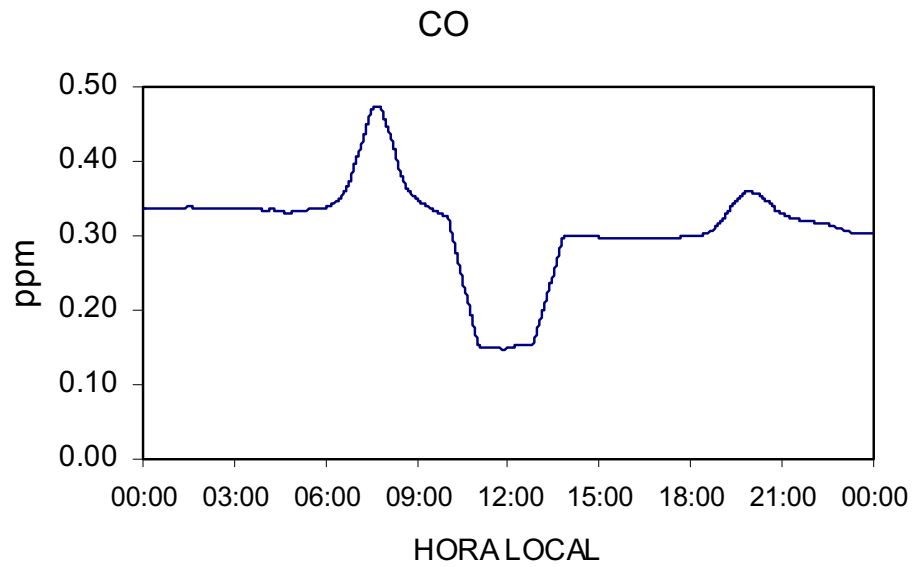


Figura. A22 Evolución del monóxido de carbono, en el Sitio 3

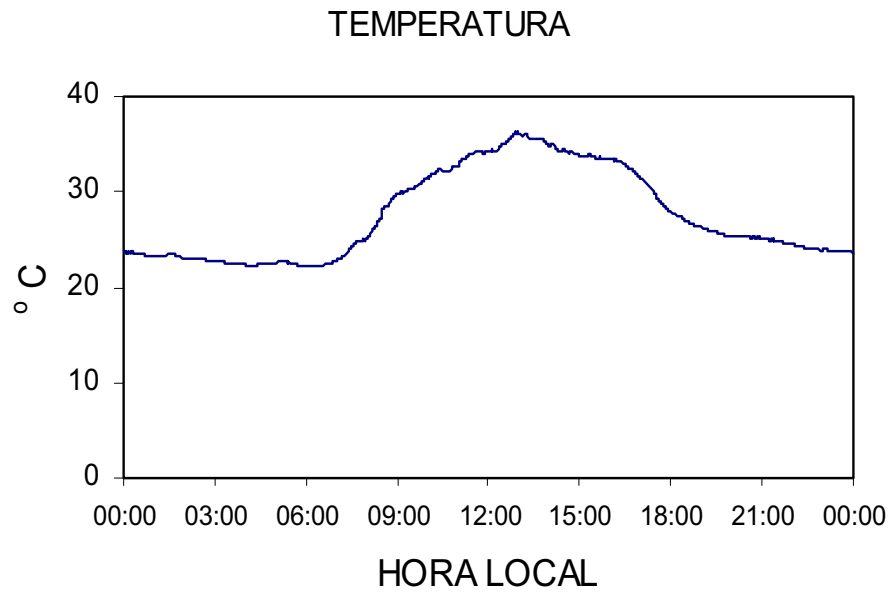


Figura. A23 Temperaturas promedio presentadas en el Sitio 3

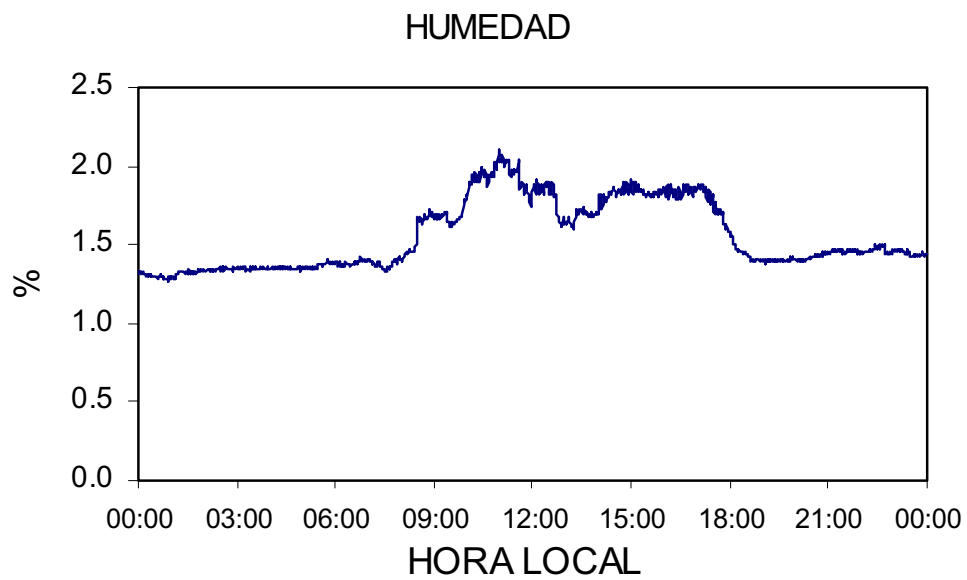


Figura. A24 Porcentaje de Humedad que se presentó en la Campaña 3



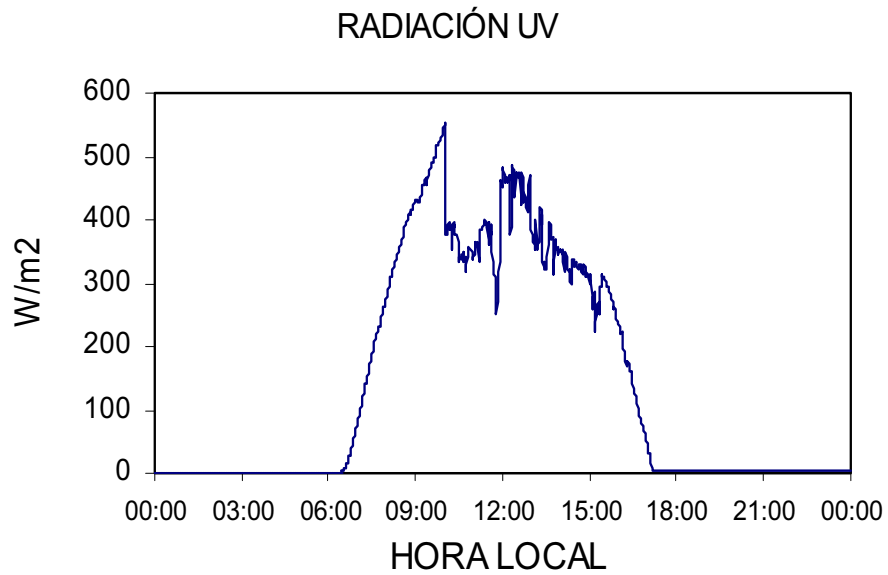


Figura. A25 Radiación promedio que se presentó en la Campaña 3

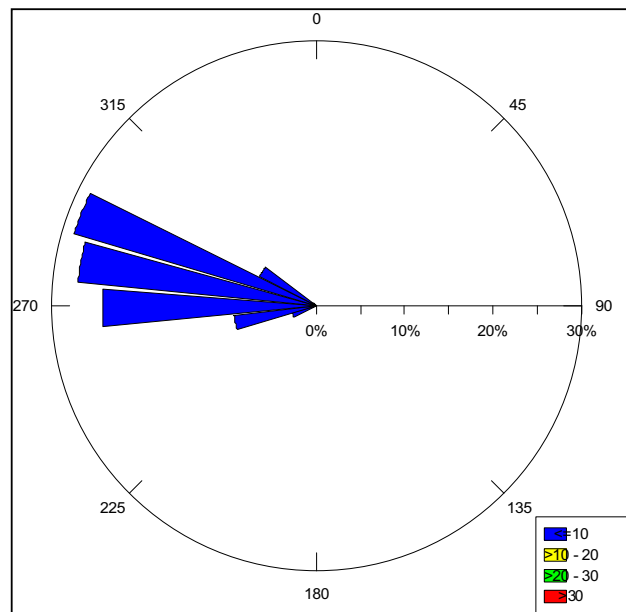


Figura. A26 Rosa de vientos de la Campaña 3

Las figuras A27 a A29 muestran la dirección predominante de transporte de contaminantes. Los NO<sub>x</sub> (NO y NO<sub>2</sub>) muestran su origen compartido. El monóxido comparte algunos rasgos con los NO<sub>x</sub> pero se observa una mayor diversidad de orígenes. Los NO<sub>x</sub> y el CO comparten un mismo origen vehicular de una pluma que se acerca al Sitio 1 desde el sur y siguiendo el contorno del terreno. El monóxido muestra una posible contribución de área en la cercanía del sitio de muestreo. El ozono comparte parcialmente ese mismo origen, la pluma contaminada que arrastra los otros gases, pero los NO<sub>x</sub> también tienen la propiedad de titular el ozono. También se observa una frecuencia elevada de ozono de fondo con bajas concentraciones que llegan al Sitio 1 desde el sur-sureste.

Para todos los contaminantes se observa una mayor dispersión de orígenes, en particular una mayor frecuencia de ozono de fondo proveniente del este-noreste.

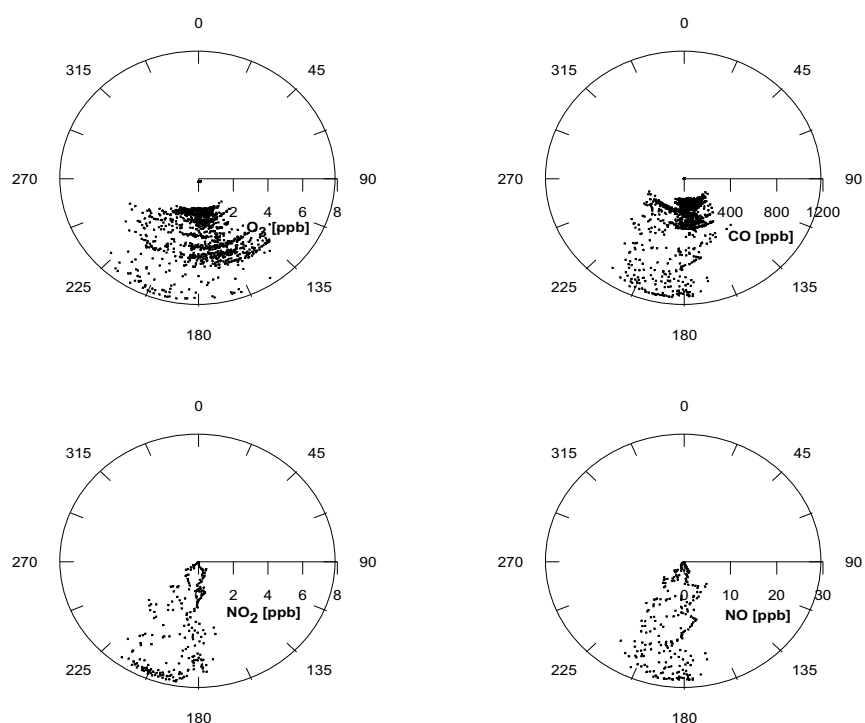


Figura A27. Dispersión de los contaminantes criterios en el Sitio 1

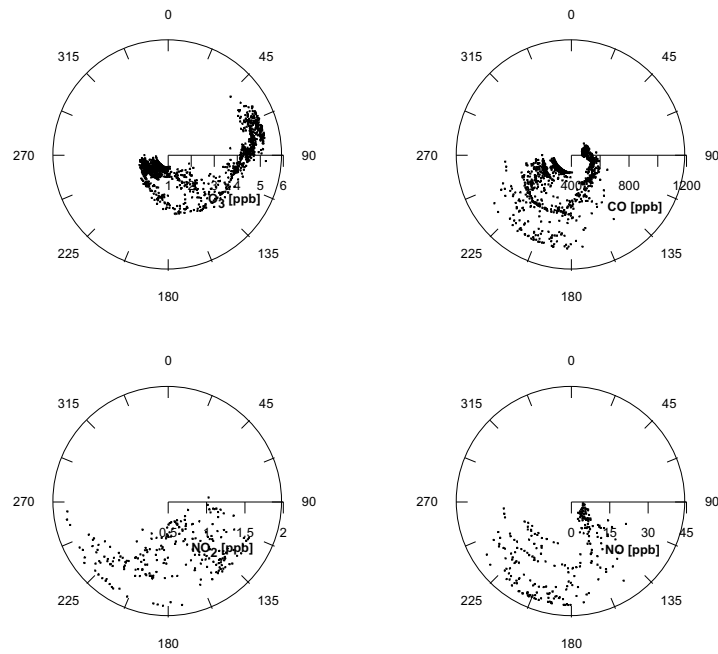


Figura A.28. Dispersión de los contaminantes criterio en el Sitio 2

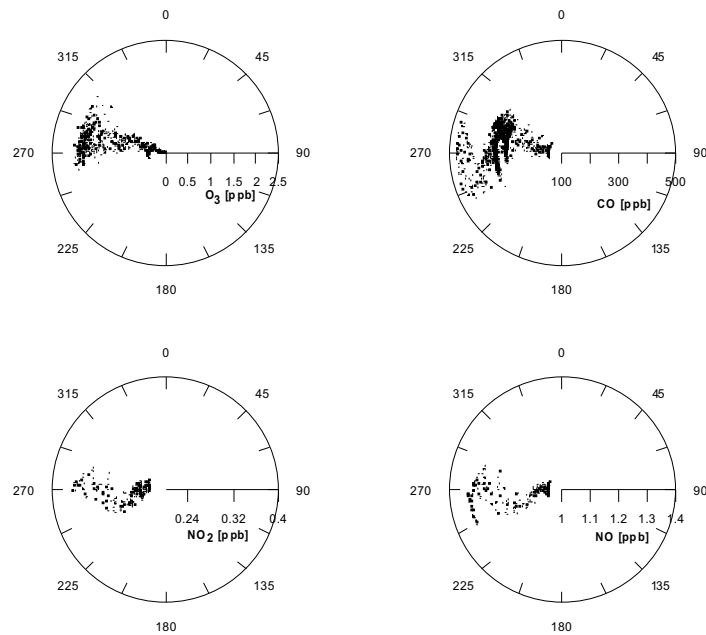


Figura A29. Dispersión de los contaminantes criterios en el Sitio 3

La calidad del aire en los sitios estudiados es buena puesto que los niveles de contaminantes criterio están muy por debajo de las normas ambientales.

## **Introducción**

Los elementos geólogo - geofísicos y geomorfológicos de un espacio geográfico constituyen el basamento de su esqueleto medioambiental, descansando sobre ellos las peculiaridades estructurales y dinámicas de cada uno de los restantes componentes de los geosistemas naturales, antropo - naturales o antrópicos existentes.

Es por ello, que en el contexto de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional de la hidroeléctrica "La Parota", en el Estado de Guerrero, se revelan, describen y evalúan las principales características y condiciones del relieve de la cuenca hidrográfica del río Papagayo, y fundamentalmente de las áreas de influencia directa e indirecta de la referida obra hidroeléctrica.

Este estudio incluye la valoración cuantitativa y cualitativa de los rasgos morfométricos básicos del relieve, de su génesis, de su estructura y de sus correlaciones con la sismicidad, y las características de los principales procesos geomorfológicos actuales, como amenazas potenciales para el territorio, a los efectos de conocer los principales mecanismos de formación del relieve y sus impactos en el desarrollo de las diferentes interrelaciones medioambientales. La línea base geomorfológica presentada podrá ser utilizada como referencia original para las investigaciones futuras (post - constructivas) de su entorno medioambiental.

### **IV.1.1.3 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

De acuerdo con los fines geólogo - geomorfológicos, y tomando en consideración el alcance de las interrelaciones naturaleza - obra, se delimitó el área comprendida entre los 405 000 y 465 000 Este, y 1 845 000 y 1 907 000 Norte de las coordenadas UTM, de la zona 14 del esferoide Clarke, de 1866, y DATUM NAD27.

La superficie del territorio definido como de influencia para las temáticas geólogo - geomorfológicas comprende 2, 528.419 km<sup>2</sup>, de los tercios medio e inferior de la cuenca del río Papagayo (1, 793.309 km<sup>2</sup>) y de la cuenca del río Sabana (735.110 km<sup>2</sup>). La primera cuenca es el área de influencia directa de la obra, donde se cerrará el embalse, mientras que la segunda se tomó en consideración debido a la repercusión de sus procesos acumulativos en su tercio inferior, como una de las principales fuentes de sedimentos que conforman el litoral, al sureste de la ciudad de Acapulco.

Desde el punto de vista geográfico, estas cuencas hidrográficas ocupan la macropendiente pacífica de la Sierra Madre del Sur, y de acuerdo con la clasificación morfoestructural de la referida cordillera (Hernández et al., 1996) se corresponden con el macrobloque de Guerrero Occidental (Fig. GG1).

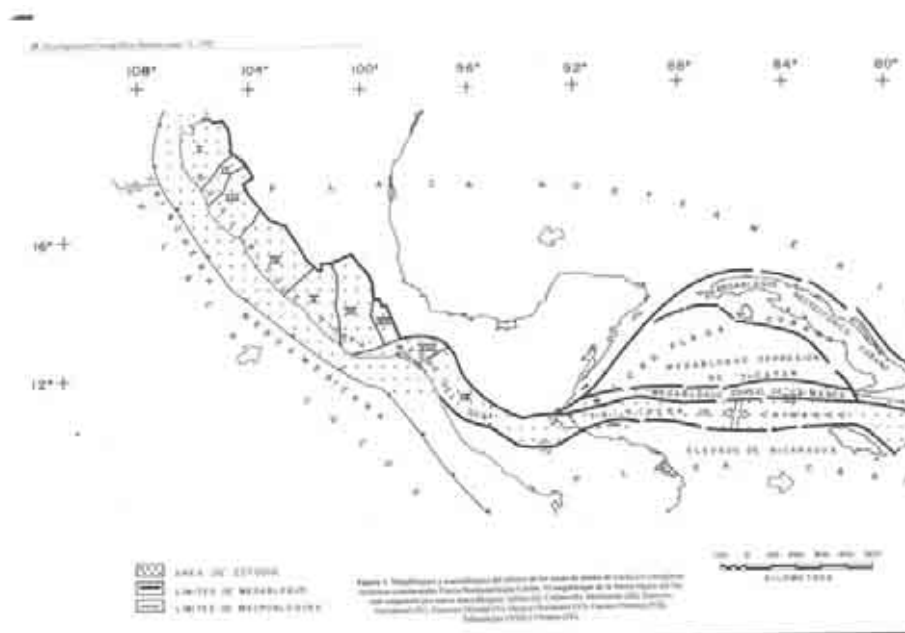


Figura GG1 Clasificación morfoestructural de la Sierra Madre del Sur.  
(Hernández et al., 1996)

En términos generales, el área queda delimitada por las montañas del anfiteatro de la ciudad de Acapulco, al Suroeste; el Océano Pacífico y la laguna de los Tres Palos, al Sur; y las montañas que circundan el poblado de Tierra Colorada, al Norte, donde además, confluyen los ríos Omítlán y Papagayo.

El límite meridional está representado por la costa; los occidental y oriental por las divisorias de las aguas de las cuencas del río Sabana y el río Papagayo, respectivamente; mientras al Norte, se cierra por el paralelo de la coordenada UTM 1 907 000 norte, y al noreste, por la coordenada UTM 465 000 Este. Como referencia, las coordenadas geográficas de la boquilla son 16°56'05" de Latitud Norte y 99°37'28" de Longitud Oeste.

En general y desde el punto de vista fisiográfico, el relieve de los tercios medio e inferior de estas cuencas se caracteriza por un espectro de escalones orográficos, que transita desde un sistema de llanuras planas y diseccionadas (onduladas y colinosas), al Sur, hasta elevaciones o lomeríos, premontañas, montañas bajas y medias, éstas en algunas localidades. Las características de estos pisos hipsométricos se ofrecen en el inciso sobre las morfoestructuras del territorio (ver geomorfología).

El área de estudio ha sido dividida, de acuerdo al criterio geólogo - geomorfológico y de influencia de la obra, en las zonas siguientes:

- Áreas de influencia directa: comprende aquellas áreas donde los trabajos de ingeniería provocarán fuertes cambios en el estado actual y equilibrio dinámico de la naturaleza.

En esta categoría quedan comprendidas las obras principales: de desvío, de contención, de excedencias, el área de los enclaves de la planta hidroeléctrica, de la subestación elevadora de potencia y del embalse. Asimismo, quedan contempladas las obras asociadas al proyecto, tales como los caminos de acceso, los campamentos para la construcción, las áreas de almacenes, talleres y oficinas, la trocha del proyecto de las líneas de alta tensión para la distribución del fluido eléctrico, de la estación de suministro de energía para la construcción, de los sectores de restitución de puentes y de la carretera federal.

- Áreas de influencia indirecta: las áreas del valle del río Papagayo, aguas abajo de la cortina; así como, la llanura costera, conformada por los cordones litorales.

#### **IV.2.1.3. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.**

##### **CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS DEL ÁREA**

La constitución geológica abarca una gran gama genética de complejos petromórficos, compuestos por rocas ígneas intrusivas (granitos, granodioritas, dioritas) y metamórficas (gneis, micas y pizarras), y en menor extensión de sedimentarias. Sus edades oscilan entre el Pre - Cámbrico y el Cuaternario.

Por su antigüedad y su posición geotectónica, en la móvil y sismoactiva zona de interacción entre las placas Cocos y Norteamericana, estos complejos metamórficos e intrusivos se encuentran altamente fracturados, situación que aprovechan los procesos del intemperismo físico en las condiciones hidrotérmicas del trópico seco para denudar y erosionar las extensas áreas graníticas y metamórficas.

Los ascensos neotectónicos, iniciados en el Mioceno, determinaron la energía del relieve actual y motivaron la intensidad de los procesos erosivos y denudativos sobre el fundamento proterozoico - paleozoico, con la consiguiente formación de llanuras y terrazas fluviales acumulativas en las depresiones intramontanas, niveles erosivos inferiores intravalles y a lo largo del cauce de los ríos Papagayo y Sabana. Gran parte de estos residuos de los procesos geomorfológicos degradativos, constituyen la fuente principal de sedimentos de la formación de los cordones litorales de la llanura abrasiva acumulativa cuaternaria, que circunda a la Laguna de los Tres Palos (Fig. GG2).

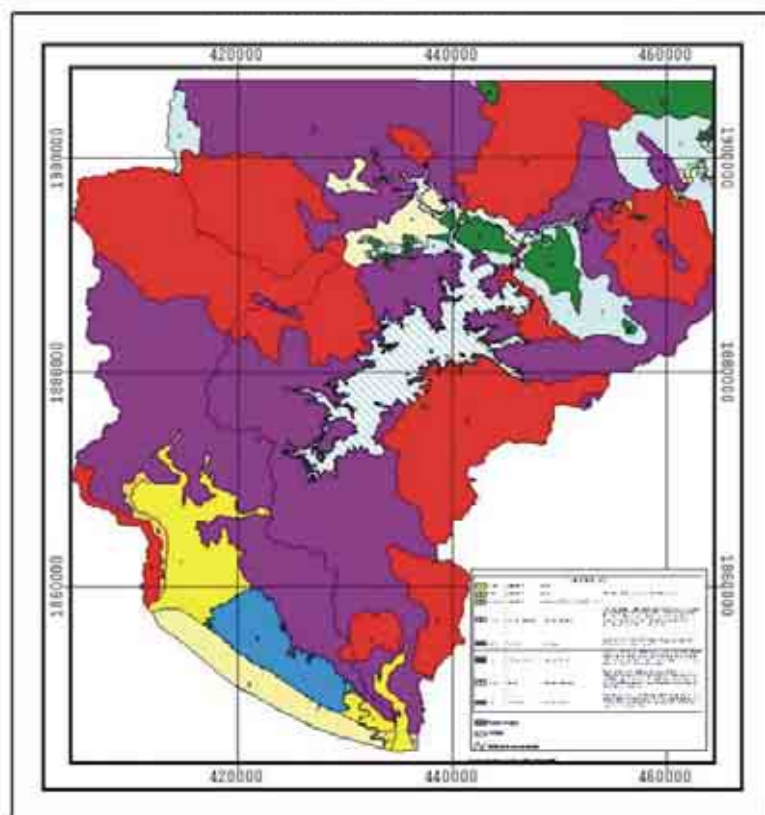


Figura GG2 Mapa geológico, La Parota, Estado de Guerrero.

### Estratigrafía

De acuerdo con los estudios realizados por el Consejo de Recursos Minerales (2000), la columna estratigráfica de los tercios medio e inferior de las cuencas hidrográficas de los ríos Papagayo y Sabana es sumamente compleja y antigua. En su base descansan rocas graníticas y granodioríticas con un amplio intervalo de edades, que oscilan entre el Proterozoico inferior y el piso alto del Eoceno y el bajo del Oligoceno. Sus afloramientos en el territorio de estudio se distribuyen hacia el extremo oriental de la cuenca del río Papagayo, en su tercio inferior, y hacia el sector noroccidental del tercio medio - superior del río Sabana.

Estos plutones cortan las rocas metamórficas, clasificadas como gneises de biotita, de edad paleozoica, pertenecientes al terreno tectonoestratigráfico Xolapa. Para algunos sectores de la Sierra Madre del Sur, este zócalo antiguo sobreyace cuarcitas y mármoles proterozoicos (Consejo de Recursos Minerales, 2000). Investigaciones de campo reflejaron el afloramiento de estos gneises en el sector de cierre del embalse del proyecto de la hidroeléctrica.

Según los estudios realizados por TECNOCONSULT (1995), a partir de la información y datos de la CFE (1994), dichas rocas son de buena calidad, presentando foliaciones con bandas de minerales, como la biotita y el cuarzo - feldespato, dispuestos de forma paralela.

La margen oriental o izquierda de la futura presa se encuentra bajo la influencia de las intrusiones graníticas y de un sistema complejo.

Sobre estos complejos intrusivo y metamórfico, en el área del embalse, y sobre todo al Norte, se presentan restos de afloramientos de calizas del Cretácico inferior y riolitas del Paleógeno. Estos fragmentos se localizan como fragmentos aislados. En el caso de los paquetes calcáreos, que rodean al actual embalse de la hidroeléctrica de La Venta, constituyen escamas o klippe de mantos de sobrecorrimientos provenientes del Norte (Urban, comun. pers.). Son estructuras de tipo anticlinal, de constitución calcárea, que conforman el límite meridional de una serie de plegamientos ubicados en la parte central del Estado de Guerrero. Dominan las calizas del Cretácico, aunque también se presentan rocas de areniscas y de conglomerados.

Estos materiales se alternan comúnmente con los depósitos fluviales recientes, provenientes del arrastre sedimentario de los ríos Papagayo y Omitlán, cuyos cauces y planos de inundación, y en ocasiones, las terrazas acumulativas más bajas, presentan una fuerte dinámica geomorfológica, debido a las variaciones estacionales del régimen hídrico.

A lo largo de la falla La Venta, se puede apreciar el acuñamiento de los paquetes calcáreos sobre las rocas metamórficas y volcánicas, compuestas por tobas. Dichos paquetes calcáreos suelen transitar de masivos a estratificados.

Finalmente, se distribuyen las rocas cuaternarias, distribuidas en tres principales grupos genéticos, a saber, aluviales (a lo largo del cauce, de los planos de inundación y del sistema de terrazas acumulativas bajas de los ríos Papagayo y Sabana); lacustres (en sectores de la Laguna de Tres Palos, fundamentalmente hacia su sector suroriental); y litorales (constituyendo los cordones litorales, que separan a la Laguna de Tres Palos del Océano Pacífico).

A continuación se describen los principales complejos y formaciones existentes en el área de estudio:

- **Paleozoico**

- Complejo Xolapa

En el año 1965, Z. de Cerna define, por primera vez, el Complejo Xolapa, como una secuencia de rocas metasedimentarias (esquistos y gneises de biotita, cuarcitas y mármoles), en la localidad de Barranca de Xolapa, al Norte de Xaltianguis, con un grado alto de metamorfismo (facies de anfíbolita). Esta localidad tipo se extiende a lo largo del río Aguacatillo, muy cerca de la carretera México - Acapulco. Estas rocas afloran en más de la mitad del área del futuro embalse.

De acuerdo con los resultados del análisis petrográfico realizado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE.), en este complejo existen dos tipos principales de rocas metamórficas: esquistos de biotita hacia el Sur del embalse y gneises cuarzo - feldespáticos de biotita, que afloran en toda el área del embalse. Los primeros están constituidos por cuarzo y biotita como minerales esenciales y su textura varía de gneisoide a esquistosa. Estos esquistos provienen del metamorfismo de rocas pelíticas y están atravesados por migmatitas, que muestran plegamiento interno. Los segundos están compuestos principalmente por microlina, oligoclasa -andesina, cuarzo y biotita; presentan una textura que va de gnéisica a granoblástica, con desarrollo de mirmequitas y una sericitización avanzada de los feldespatos. Se considera que las rocas originales fueron areniscas arcillosas o rocas ígneas ácidas antiguas. Los gneises presentan transiciones a migmatitas y a granito gnéisico.

Dentro de este mismo complejo metamórfico aflora, en menor abundancia, una roca metamórfica color gris oscuro, clasificada como anfíbolita, con textura gnéisica o granoblástica de grano medio a



grueso. Los minerales primarios son feldespato alcalino (ortoclasa), oligoclasa, hornblenda, biotita y muscovita. Los minerales accesorios están representados por magnetita, apatita y cuarzo; con alteración de caolinización escasa en el feldespato, sericitización de las plagioclasas y oxidación de las hematitas. Se piensa en un antiguo cuerpo intrusivo de composición intermedia (diorítico o andesítico), posiblemente un cuello volcánico, metamorfozado bajo las condiciones de las facies de anfibolita.

Los gneises que afloran al Sur de la presa de La Venta son muy compactos, de color pardo claro y de composición cuarzo - feldespática. Forman estructuras dómicas muy pronunciadas e intrusionadas por diques de cuarzo. Durante recorridos de campo, se pudo comprobar que los gneises, al Este del poblado de Tierra Colorada, presentan intrusiones de diques paralelos de composición granodiorítica, fuertemente metamorfozados. A lo largo del camino que une a Tierra Colorada con el poblado El Tabacal, se presenta una alta densidad de diques y queda expuesta la zona de contacto de los intrusivos sobre el complejo Xolapa. Por otra parte, en un sector de la carretera de Tierra Colorada a Acapulco, a la altura del Rancho El Limón, se encontraron gneises cuarzo - feldespáticos de color blanquecino, muy compactos, sin alteración, y con foliación muy clara.

Esta situación determina que este terreno tectonoestratigráfico conforma el basamento de la región, tanto por su edad como por su extensión, y sobre todo por la ausencia de un zócalo más antiguo dentro del territorio.

Ortega (1981) infiere que el origen del Complejo Xolapa se debe a procesos plutónicos continuos, atribuidos al ascenso y emplazamiento de magmas subcorticales, y a la fusión y migmatización de la corteza, y considera que es parte de una faja de alta presión y temperatura, correspondiendo a las raíces de un antiguo arco volcánico, característico de las regiones orogénicas circumpacíficas.

El contacto superior de este basamento ha sido observado en discordancia con la Formación Chapolapa, que lo sobreyace en las inmediaciones de La Venta y del Rancho La Paloma, al Este del río Papagayo.

Al Sur del embalse y a la altura del eje de la cortina afloran gneises de biotita y cuarzo de origen pelítico, que afloran en ambas márgenes del río Papagayo. Son rocas de color gris oscuro, compactas, bastante duras y poco alteradas, cuyos planos de foliación presentan espesores que van desde 1 mm hasta 2 cm, motivado por la alternancia de la composición mineralógica de las rocas, formando capas de micas y cuarzo, las más delgadas constituidas fundamentalmente por biotita y las de mayor espesor por cuarzo. En general, estas rocas presentan un rumbo Norte - Sur y buzan 60° al Oeste, como promedio. Cabe mencionar que en toda el área del embalse estas rocas presentan un fracturamiento discontinuo y la alteración es de poco espesor (argilítica).

- **Mesozoico**

- Formación Chapolapa (Triásico - Jurásico).

Presenta una secuencia de rocas metamórficas, constituidas por metatobas, metareniscas y metaconglomerados; son de color verde oscuro, a veces con colores violáceos, cuando la roca está alterada o se vuelve más esquistosa y si tiene la presencia de los minerales clorita, epidota y sericita; presenta una foliación con rumbo NE e inclinación al NW. Esta roca tiene segregaciones de cuarzo aislado y se encuentra con intrusiones de diques graníticos.

La posición estratigráfica de la formación Chapolapa indica una edad del Triásico al Jurásico. Desde el punto de vista geotectónico, fueron depositadas aparentemente en zonas riftogenéticas de apertura continental, como lo sugiere la relación de derrames volcánicos y sedimentos terrígenos. Como se

expresó anteriormente, esta formación sobreyace discordantemente al Complejo Xolapa. Estas rocas afloran dentro de la zona del embalse en la zona de la presa La Venta y en la barranca de Chapolapa, se presentan compactas, duras y poco alteradas.

- Formación Morelos (Cretácico inferior -medio).

Esta formación está constituida por calizas, dolomitas oscuras y capas de brechas de colapso, así como horizontes de calcirruditas fosilíferas. También en algunas localidades se observan ostrácodos, equinodermos, gasterópodos y fragmentos de otros moluscos. Aparecen zonas brechoides con fragmentos angulosos de dolomita y caliza recristalizada. Los análisis petrográficos indican que esta roca presenta una textura microcristalina. Desde el punto de vista estratigráfico cubre, en forma discordante, tanto a la Formación Chapolapa, como al Complejo Xolapa (poblados La Venta y Soyatepec).

Según Fries (1960) la litología y paleontología de la formación Morelos es un depósito de ambiente de plataforma somera, sin aporte de terrígenos, con alta evaporación y baja circulación, que permitió el depósito de yeso y de los depósitos calcáreos con desarrollo de organismos bentónicos.

- Rocas Ígneas Intrusivas (Cretácico Superior - Mioceno superior).

Las rocas ígneas intrusivas que afloran en el área corresponden generalmente a cuerpos de composición ácida, cuyas dimensiones llegan a ser batolíticas; también se observan algunos cuerpos de composición intermedia y algunos diques de composición básica.

Las determinaciones radiométricas efectuadas por diferentes autores, sugieren que los eventos intrusivos se iniciaron posiblemente desde el Albiano, se extendieron al Terciario (Oligoceno) y se reactivaron después del Mioceno, afectando a las formaciones Papagayo y Alquitrán. Estas intrusiones están acompañadas por zonas de fuerte mineralización, como en el caso del puerto de Las Palmas.

Además de los cuerpos intrusivos de carácter batolítico, existen afloramientos pequeños de cuerpos intrusivos en forma de apófisis, distribuidos irregularmente en toda el área. De acuerdo con los resultados del laboratorio de petrografía de la CFE., se determinó que en esta unidad se tienen varios tipos de roca. Las más abundantes son las granodioritas, siguiéndoles en importancia las dioritas y, por último, los granitos.

Los análisis mineralógicos realizados por la CFE. reportaron que las granodioritas son de biotita y, en menor proporción, de hornblenda, de textura holocristalina, equigranular media e hipidiomórfica. Los minerales primarios son cuarzo, feldespatos potásicos, plagioclasas, biotita y hornblenda, y los minerales secundarios, sericita, clorita y hematita.

En el caso de las dioritas, son de hornblenda y biotita de textura holocristalina, equigranular fina, hipidiomórfica, teniendo como minerales esenciales la andesina y la microclina perfitica, y como secundarios la sericita, la clorita, la epidota y la hematita.

En cuanto a los granitos, son de biotita, de grano grueso, con textura holocristalina y granítica; sus minerales esenciales son el cuarzo, la ortoclasa, la microlina y la oligoclasa - andesina; mientras los secundarios son la epidota y la sericita. Estos cuerpos presentan alteraciones como la cloritización, que se observa escasa en la biotita; la caolinización, moderada en los feldespatos y; la sericitización, también moderada en la microlina.

De acuerdo con la tectónica global de placas, se piensa que los emplazamientos ígneos intrusivos deben su origen a los procesos geotectónicos que ocurrieron y ocurren en la zona de subducción del Pacífico, es decir, en la margen convergente entre la Placa Norteamericana (continental) y la antigua Placa Farallón del Pacífico (oceánica), lo cual generó condiciones de presión y temperatura, produciendo un emplazamiento magmático de considerable extensión y paralelo al contorno continental. La diferencia de edades de dichos emplazamientos probablemente se deba a cambios en el régimen de subducción de la placa oceánica debajo de la placa continental. Las intrusiones ígneas observadas afectan a toda la columna estratigráfica hasta más allá del Mesozoico y dentro del basamento metamórfico sufrieron fenómenos de asimilación y emplazamiento. En la parte occidental del área de estudio, las apófisis granodioríticas y dioríticas afectan, tanto a la formación Chapolaza, del Triásico, como al complejo Xolapa, del Paleozoico. En la parte central afectan a la formación Morelos, del Cretácico medio.

### **Cenozoico**

- Formación Papagayo - Formación Alquitrán (Terciario: Mioceno).

Se caracterizan por presentar una secuencia de rocas piroclásticas y derrames de composición riolítica, así como, lavas de composición andesítica - basáltica.

La localidad tipo de la Formación Papagayo está ubicada al Oeste del puente del río homónimo, sobre la carretera federal Chilpancingo - Acapulco. En este sitio, se observa una secuencia pseudoestratificada de derrames riolíticos y riolitas esferulíticas (por análisis petrográfico). Estas rocas están cubriendo las calizas de la Formación Morelos, las rocas metamórficas de la Formación Chapolaza y al Complejo Xolapa.

La localidad tipo de la Formación Alquitrán se encuentra al Oeste del poblado de Acahuzotla, sobre la carretera federal Chilpancingo - Acapulco, donde se observa la misma secuencia de la Formación Papagayo, pero con derrames andesíticos - basálticos. Estas rocas se encuentran cubriendo principalmente a las calizas de la Formación Morelos, y a las Formaciones Balsas y Agua de Obispo.

- Brechas

Las brechas observadas en el área del embalse se encuentran localizadas al Norte y al Sur de la presa La Venta, y al Norte del poblado de San Martín Jovero. Están constituidas por fragmentos de meta - andesitas, de rocas calcáreas y volcánicas y, al parecer, son brechas de falla.

- Depósitos aluviales, gravitacionales y litorales (Cuaternario).

Así se designa a los depósitos clásticos más recientes, que se encuentran acumulados en las márgenes de los ríos y arroyos afluentes, y en algunos terrenos planos de la región. Están constituidos por planos de inundación, terrazas aluviales bajas y barras fluviales de facie de cauce, en el caso de los aluviales. Los depósitos de talud se encuentran en las zonas de rupturas de pendientes entre las categorías básicas del relieve (llanuras, lomeríos, premontañas y montañas). Su composición es heterogénea y caótica, en ocasiones forman pequeños conos coluvio - deluviales.

Los depósitos litorales aparecen en la llanura costera baja, de carácter acumulativo, en forma de cordones litorales, paralelos a la costa. Se encuentran al Sur y bordeando la Laguna de los Tres Palos.

**Evolución geólogo - tectónica**

Los primeros eventos tectónicos acaecidos en la región datan probablemente del Precámbrico hasta el Paleozoico medio, aunque se tiene registro de que las rocas del basamento pertenecientes a los Complejos Xolapa y Acatlán del Paleozoico, fueron emplazadas y posteriormente sometidas a un metamorfismo regional de alto grado (Complejo Xolapa) y de bajo grado (Complejo Acatlán).

Existen evidencias de otra época de metamorfismo regional, posterior a las citadas, que afecta a las rocas triásicas de la Formación Chapolapa.

Posterior a los acontecimientos descritos, y a partir del Jurásico medio, ocurrió una amplia transgresión, que propició el desarrollo de una cuenca nerítica de baja profundidad en la región, con la consiguiente deposición sedimentaria del Grupo Tecocoyunca, aunque en la zona de estudio no está presente, ya sea por ausencia de deposiciones o por erosión de su cobertura.

Posteriormente al depósito de este grupo, la región experimentó un levantamiento epirogénico, y no fue hasta el Cretácico temprano, cuando la zona sufrió una nueva transgresión, que ocurrió la sedimentación del resto de la columna estratigráfica mesozoica.

Desde el Cretácico tardío, la región estuvo sujeta a una etapa compresiva correlacionable con la Orogenia Laramide, que plegó, falló y levantó la columna de rocas existentes, mediante esfuerzos dirigidos aparentemente de Norte a Sur, como lo indican las estructuras de arrastre observadas en la base de la Formación Morelos, sobre todo en su contacto con la Formación Chapolapa y el Complejo Acatlán. Uno de los klippen más meridionales de este proceso se encuentra asociado al frente de falla La Venta. Dichos eventos estuvieron acompañados por un marcado plutonismo sintectónico, que emplazó numerosos cuerpos graníticos de grandes dimensiones, sobre todo en las porciones sur - suroeste.

Una vez finalizados los esfuerzos compresivos, se desarrolló una etapa tafrogenética, evidenciada por estructuras distensivas, que regulan una deposición de sedimentos de tipo molásico, rellenando el fallamiento en bloques. Esto fue acompañado de una intensa actividad ígnea de tipo extrusivo e intrusivo.

A partir probablemente del Mioceno superior, se tienen evidencias que en el área se dieron nuevos esfuerzos compresivos y emplazamientos de rocas ígneas, dando lugar a un terreno altamente fracturado.

De acuerdo con investigaciones realizadas en las montañas del Estado de Oaxaca (Instituto de Geografía, 2001), donde se observaron depósitos de formaciones del terciario continental a altitudes mayores a 2000 m, se evidencia que la etapa neotectónica (Mioceno - Cuaternario) posee un papel determinante en la formación del relieve actual de gran parte de la Sierra Madre del Sur, pudiendo considerarse como la etapa geomorfológica del desarrollo del relieve de este territorio. Durante esta etapa, de subducción activa, se eleva notablemente el territorio, se forman las superficies de planación (areales, lineales y puntuales), se produce una fuerte disección del territorio con su consiguiente deposición de formaciones continentales jóvenes y se delinean los rasgos actuales del relieve.

**Rasgos estructuro - tectónicos**

Los distintos mecanismos geotectónicos desarrollados en la región formaron y consolidaron diversas estructuras geológicas, que se reflejan en sistemas bien definidos de fallas, fracturas y diaclasas, siendo el principal el de orientación latitudinal o sublatitudinal.

Las estructuras más importantes, que se observan en el área del embalse, fueron clasificados en cuatro sistemas, que por orden de importancia son las siguientes:

- Sistema: E - W (latitudinal y sublatitudinal).
- Sistema: NW 40° a 80° SE
- Sistema: NE 36° a 65° SW
- Sistema: N - S

A su vez, los estudios morfoestructurales desarrollados en el apartado de Geomorfología, de esta caracterización, reflejan estas direcciones determinantes.

El primer sistema de rumbo E - W, tiene buzamientos de 40° a 60° hacia el Norte y está representado por fallas y fracturas principales que rigen en su mayor parte al Río Omitlán, así como algunos trayectos del cauce del Río Papagayo (Falla de La Venta, el Organito y de Cerro Los Mayos), aunque se manifiesta en otros morfoalineamientos y zonas de agrietamiento intenso.

El segundo sistema, de rumbos NW 40° a 80° SE, tiene buzamientos de 40° a 75° al SW, localizado en Barrancas de Citlalpa y del Muerto. Este sistema refleja en algunos sitios manifestaciones hidrotermales, como ocurre con Agua Caliente y El Cortés (Urban, comun. pers.).

El tercer sistema presenta rumbos NE 36° a 65° SW, se inclina hacia el SE entre 60° y 75°. Este sistema coincide con la dirección de los arroyos del Apanguaque, Coquillos, M. Grande y de Cortés que desembocan en los ríos de Omitlán y Papagayo. Este sistema es transversal - diagonal al eje de subducción, y en el contexto morfotectónico regional, constituye el sistema de división en macrobloques de toda la Sierra Madre del Sur (Hernández et al., 1996).

El cuarto y último sistema presenta un rumbo S - N, con promedio de inclinación de 70° hacia el E (Fallas del Zapote, de San Martín Jovero y del Pitahayo). Este sistema junto con el E - W, controla, en su mayor parte, al cauce del Río Papagayo, como se puede apreciar entre la presa La Venta y el eje de la boquilla del proyecto de la hidroeléctrica La Parota.

Otros rasgos estructurales incluyen algunas fracturas y pequeñas fallas, que permitieron la entrada de diques graníticos y monzoníticos. Existe una foliación que se encuentra afectando las formaciones Xolapa y Chapolapa. Dicha foliación, hacia la parte Norte del embalse, presenta rumbos diferenciales de NE - SW con inclinaciones al NW, mientras que en el área de la boquilla tiene orientaciones que van de N franco al NW 15°, buzando hacia el W.

En general, dentro del área del embalse, se observaron dos tipos de estructuras principales, fallas normales y fallas inversas. Las primeras, por su distribución y magnitud, son las más importantes y, a continuación, se citan algunas de las más relevantes.

#### - Falla El Zapote

La falla El Zapote se encuentra localizada a 250 m aproximadamente al Oeste del poblado de San Martín Jovero, tiene una orientación de N 18° W, el echado promedio es de 72° NE, con una longitud de 1.5 km; esta estructura afecta a las rocas metamórficas de la Formación Chapolapa.

#### - Falla San Martín Jovero

La falla de San Martín Jovero está localizada al Este del poblado del mismo nombre y presenta las mismas características que la falla El Zapote, pero con orientación Norte - Sur, con echado de  $70^{\circ}$  hacia el Este y con una longitud de aproximadamente 1.2 km.

- Falla del Pitahayo

La falla El Pitahayo se localiza aproximadamente 2 km al Oeste del Río Papagayo y al Este del Arroyo de San Martín Jovero; su orientación es Norte - Sur, con un echado al Este de  $70^{\circ}$ . Esta estructura afecta las rocas calcáreas de la Formación Morelos, del Norte, y las rocas meta - andesíticas de la Formación Chapolapa, del Sur, teniendo una longitud aproximada de 750 m.

A continuación se describe el paralelismo entre las fallas antes descritas y éstas, que a su vez, se encuentran interrumpidas por la falla inversa de La Venta, al Norte del territorio:

- Falla de La Venta

Esta falla inversa es la más importante, detectada en el embalse y se localiza aproximadamente a 1 km al Sur de la presa La Venta. Su orientación aproximada es Este - Oeste, con una longitud de 7.5 km. Su inclinación promedio, a partir del Río Papagayo hacia el Oeste, es de  $60^{\circ}$  con dirección al Sur, en cambio, hacia el Este la falla es casi vertical y corta perpendicularmente al Río Papagayo, pudiéndose observar desde los poblados de Las Piñas y San Martín Jovero. Esta estructura pone en contacto rocas del Complejo Xolapa y rocas de la Formación Chapolapa, observándose un cabalgamiento de las primeras sobre las segundas.

De acuerdo con el levantamiento efectuado, a todo lo largo de esta falla, se determinaron las siguientes características:

A partir de su intersección con el Río Papagayo, hacia el Este y a lo largo de la traza, aflora un dique de composición dolerítica con una longitud aproximada de 600 m y un espesor que varía de 1 a 2.50 m. Siguiendo el rumbo de esta falla hacia el Oeste, se detectó un emplazamiento de rocas ácidas, que se presenta poco fracturado y alterado, teniendo como límite el cruce con la falla del Pitahayo. Este cuerpo tiene una longitud aproximada de 1000 m y espesores que van de 1 a 3 m.

Desde este sitio hacia San Martín Jovero, no se observa ningún emplazamiento a lo largo de su traza y, en ocasiones, se encuentra enmascarada por materiales arcillo - arenosos de espesores pequeños.

En algunas localidades de la falla, como son el cruce con el Río Papagayo y al Este del Arroyo El Pitahayo, se observaron brechas fuertemente cementadas en ambas rocas, así como, estrías y rugosidades en las paredes de las mismas. El espesor promedio de esta zona brechoide es de 10 m. En términos generales, se puede decir que esta estructura se encuentra sellada en su totalidad, por lo que no ocurrirán infiltraciones fuera del embalse.

## CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS MÁS IMPORTANTES

### Geomorfología

#### Arreglo morfométrico del relieve.

Los rasgos externos del relieve de los tercios medio e inferior de las cuencas estudiadas, se expresan claramente en los mapas topográficos a escala media (1:100 000) y grande (1:50 000), pero el análisis de sus características morfológicas e indicadores morfométricos requieren la preparación de mapas especiales, a partir del modelo digital del terreno (Fig. GG3) entre los que figuran el hipsométrico (Fig. GG4) los del ángulo de inclinación de las laderas (Fig. GG5) y sus orientaciones (Fig. GG6), la densidad de disección (Fig. GG7) y la energía del relieve (Fig. GG8).

Esta representación morfométrica del relieve permitió una característica cuantitativa compleja del mismo, proporcionando información efectiva sobre la intensidad de los movimientos neotectónicos, su diferenciación espacial, el grado de disección, las direcciones predominantes de las zonas de fallas y elementos lineales del relieve. Este método constituye la base principal para los cálculos cuantitativos y una de las primeras etapas del estudio estructuro - geomorfológico.

El modelo digital del terreno (Fig. GG3), elaborado en el Sistema de Información Geográfica Arc View, versión 3.2, refleja claramente el modelo sombreado del relieve, desde una orientación Norte, donde se pueden apreciar los grandes contrastes de las tres zonas geomorfológicas principales del proyecto: la meridional de llanuras planas y llanuras onduladas y colinosas; la central formada por lomeríos y premontañas; y la septentrional, constituida por las montañas bajas y medias. Este mapa constituye la base para la elaboración del resto de los morfométricos, entre los cuales se encuentra el hipsométrico (Fig. GG4), que nos muestra los pisos altitudinales del relieve, mostrando la misma diferenciación espacial del relieve.

En el territorio seleccionado como área de influencia geomorfológica, las características hipsométricas del relieve reflejan tres núcleos montañosos importantes (Fig. GG4): la Sierra Cruz de San Miguel - Río Verde, al NW, con altitudes entre 1, 600 y 2, 300 m; el Cerro El Mirador, al NE, con altitudes entre 1, 200 y 1, 600 m; la Sierra La Venta - Alto del Tepehuaje, al centro NE, con altitudes entre 600 y 1, 200 m, con cimas de hasta 1, 600 m; la Sierra de Acapulco, al SW, con altitudes entre 600 y 1, 200 m; y un pequeño núcleo de altitudes entre 400 y 800 m, al Sureste del futuro embalse, denominado Cerro Los Mayos. Estas montañas y premontañas son el reflejo de las áreas con mayor influencia de los ascensos neotectónicos, desarrollados durante el Neógeno y el Cuaternario.

Hacia el Sur, se extienden amplias llanuras inferiores a 200 m de altitud, y de lomeríos entre 200 y 400 m de altitud, en la zona central del territorio y la ocupada por el proyecto de la hidroeléctrica.

A los efectos de revelar las zonas de debilidad y rasgos estructurales del relieve, en el modelo de sombreado se trazaron los resultados de las interpretaciones de los morfoalineamientos y fallas importantes, lo cual muestra la concentración de litomorfoestructuras circulares en la zona central, motivado por la foliación de los complejos metamórfico y granítico (vease figura GG12).

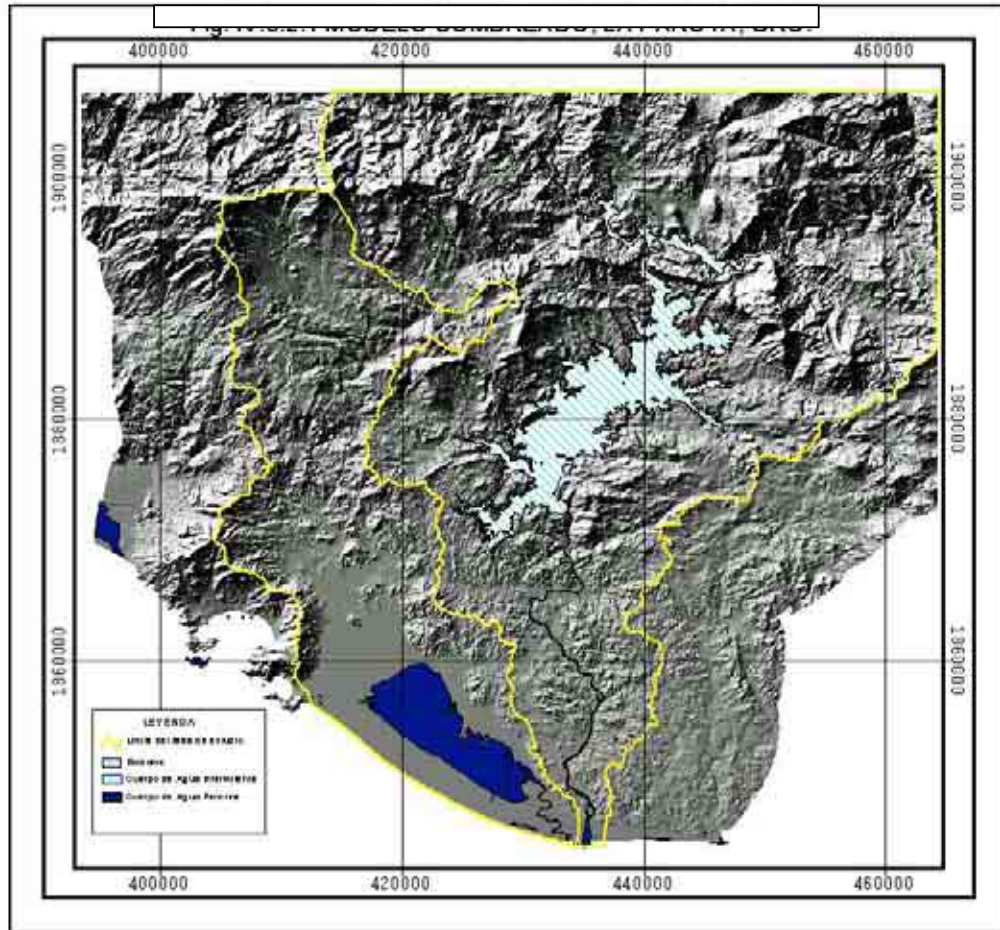


Figura GG3 Modelo sombreado, La Parota, Estado de Guerrero.



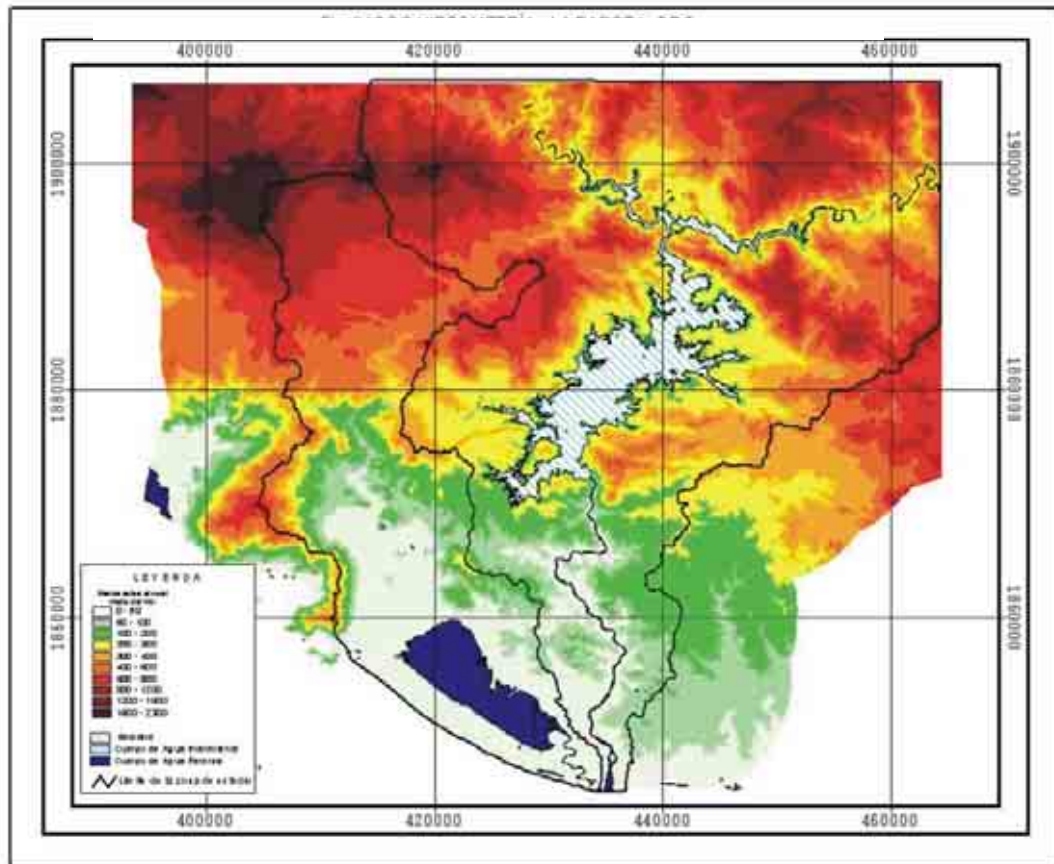


Fig. GG4 Hipsometría, La Parota, Estado de Guerrero.

Para la caracterización cuantitativa general de las áreas de influencia directa e indirecta del presente proyecto fueron utilizadas las bases cartográficas digitales 1: 100 000 y 1: 50 000 (INEGI, 1998, 2001, 2002), las cuales mostraron la distribución real de las pendientes (Fig. GG5), y de las orientaciones de las laderas (Fig. GG6), en su relación con las grandes categorías geomorfológicas (montañas, alturas y llanuras).

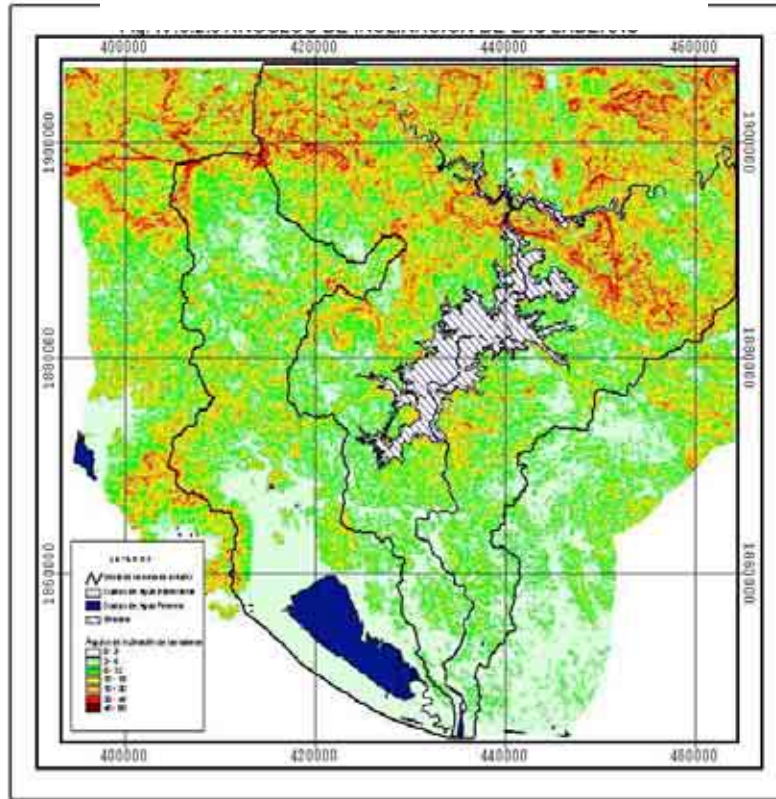


Figura GG5 ángulo de inclinación de las laderas, La Parota, Estado de Guerrero

Para la elaboración del mapa de orientación de las laderas fue utilizado el mismo SIG, el cual nos ofreció una gama de 8 tipos de orientaciones, respondiendo a los 8 principales rumbos cardinales (N, NE, E, SE, S, SW, W, NW) y se trazó la red hidrográfica en color negro. De esta forma la orientación de las laderas se ofrecen en diferentes colores y el trazado de la red fluvial, contribuye a su interpretación para reforzar los análisis estructurales, y en especial, para apoyar los estudios de suelos, vegetación y paisajes, en gran medida controlados por las diferencias espaciales de exposición.

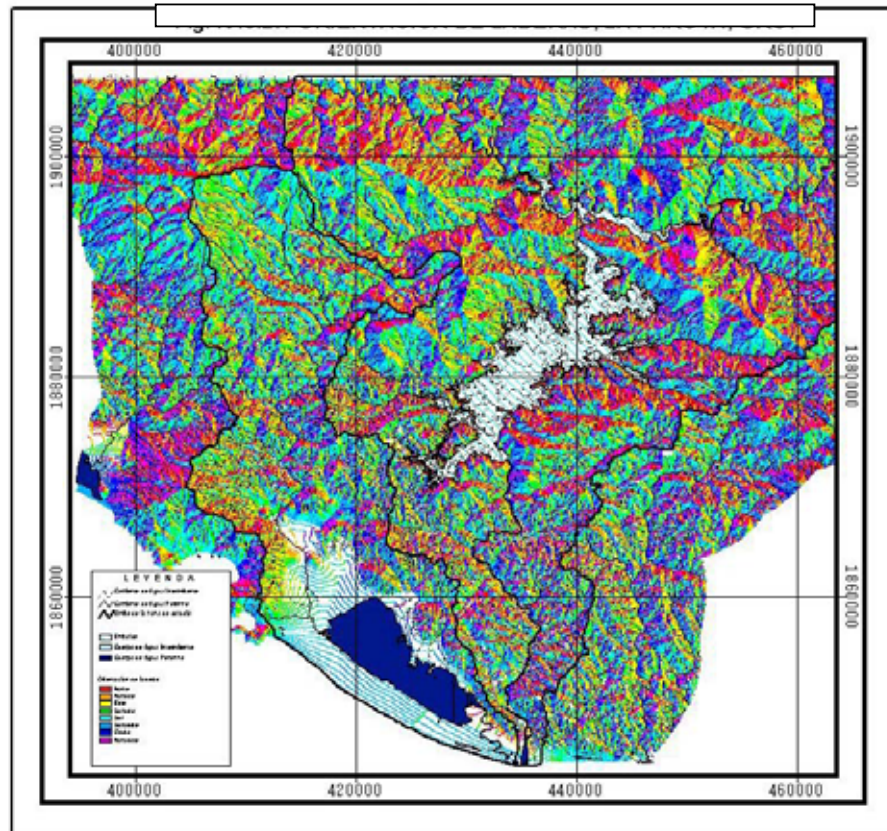


Fig. GG6 Orientación de las laderas Densidad, La Parota, Estado de Guerrero

Recurriendo a la misma definición de los principales núcleos o zonas hipsométricas del relieve, se aprecian las máximas inclinaciones de las laderas o pendientes, de forma decreciente, hacia la Sierra Cruz de San Miguel - Río Verde, al NW; el Cerro El Mirador; y la Sierra La Venta - Alto del Tepehuaje, con valores máximos entre  $30^\circ - 45^\circ$  y  $45^\circ - 90^\circ$ . La Sierra de Acapulco, al igual que las premontañas del Cerro Los Mayos, alcanza valores entre  $18^\circ - 30^\circ$  y  $30^\circ - 45^\circ$  en los sitios más altos e inclinados. Los lomeríos registran pendientes generales entre  $12^\circ - 18^\circ$  y  $18^\circ - 30^\circ$ , en muy raras ocasiones  $30^\circ - 45^\circ$ . Finalmente, en las llanuras altas y medias predominan valores entre  $6^\circ - 12^\circ$  y  $12^\circ - 18^\circ$ ; y en las bajas, la inclinación general alcanza valores inferiores a los  $3^\circ$  (Fig. GG5).

Como se puede apreciar, las condiciones energéticas básicas para el desarrollo de los procesos erosivos, denudativos y gravitacionales, de manera general, presentan una distribución en función de la altitud y de la inclinación de las laderas, por lo cual el estudio de los procesos exógenos, que se desarrolla más adelante, toma en consideración estas características, así como, las peculiaridades del substrato geológico.

Otro de los índices morfométricos básicos del relieve es la intensidad de su disección horizontal o densidad de disección (Fig. GG7), que permite valorar el grado de influencia de la litología del substrato geológico, la intensidad y tendencia de la actividad del vector endógeno (movimientos neotectónicos) y de las características espacio - temporales del clima, entre otros factores, en la formación, diseño y desarrollo de la red fluvial erosiva.



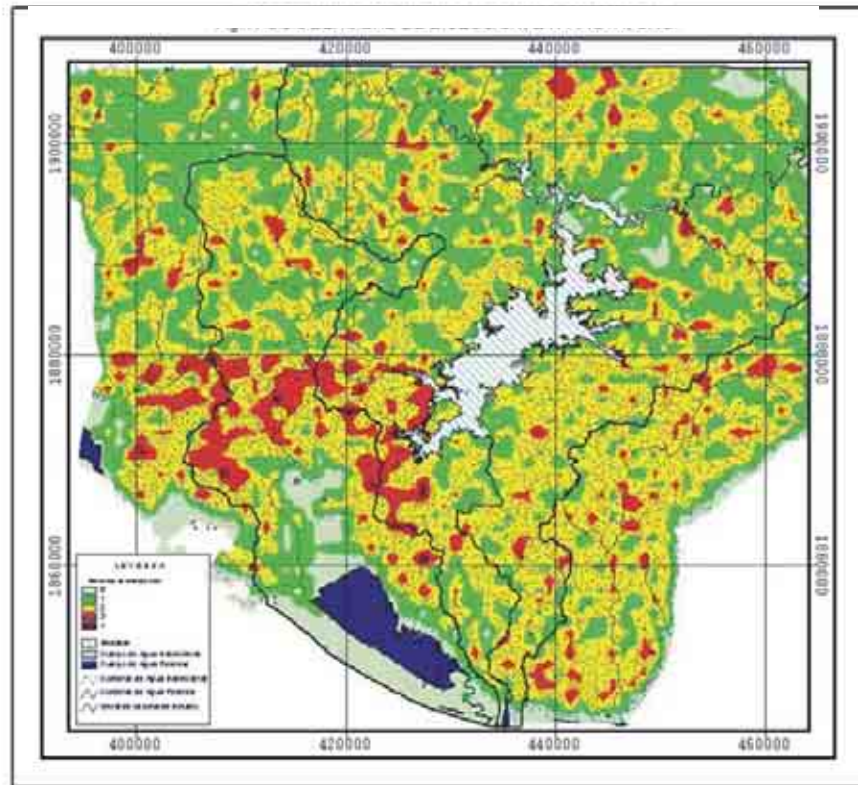


Fig. GG7 Densidad de disección, La Parota, Estado de Guerrero.

La caracterización y evaluación de la densidad de disección se basa en la longitud de la red erosiva por unidad de superficie. Para ello se utilizaron las bases cartográficas 1: 100 000 y se trazó la retícula del sistema de cuadrados equivalentes de 2 km por 2 km, es decir, de 4 km<sup>2</sup>. En cada uno de ellos se calculó la longitud total de la red erosiva, las cifras obtenidas se dividieron entre el área del cuadrado, determinándose para cada unidad superficial, la densidad del corte erosivo o el largo de la red erosiva.

La representación cartográfica de la intensidad y densidad de la disección resuelve importantes problemas prácticos, tales como, la organización espacial del diseño constructivo, del trazado de los viales, de la solución de la accesibilidad regional, del establecimiento de los planes de reforestación, como medida de restauración ambiental y de ampliación de la vida útil del embalse, entre varios aspectos técnicos - constructivos, ingenieriles y medioambientales generales. En el caso de la construcción del complejo hidroeléctrico La Parota, facilita las decisiones en el empleo y manejo del equipamiento automotor para las excavaciones y transportación del material, y constituye la base para la etapa regenerativa del medio ambiente y de su relieve original pre -constructivo.

La disección horizontal del relieve depende, en gran medida, del tipo litológico del substrato y de su altitud. En el caso de La Parota, los mayores valores se concentran hacia la cuenca media del Río Sabana, y en áreas al W y al SW del futuro embalse, con valores entre 3 y 4 km / km<sup>2</sup>,

desarrollada sobre los lomeríos y llanuras altas, modeladas sobre los gneises y esquistos del complejo metamórfico paleozoico. Las zonas montañosas presentan valores de 2 a 3 km / km<sup>2</sup>, debido a que la altitud genera un desarrollo energético vertical mucho mayor, que no permite la extensión de la disección horizontal.

Esta situación genera un panorama inverso con relación a la energía del relieve o disección vertical, como se describe más adelante.

Finalmente, para el área del futuro embalse y su entorno circundante, los valores se tornan discretos, entre 1 y 2 km / km<sup>2</sup>, predominando el primero (Fig. GG7).

Como energía del relieve o disección vertical del relieve o profundidad de disección, otro de sus indicadores morfométricos, se tomó el criterio de la amplitud de oscilación de las altitudes del relieve en una unidad de área.

En el proceso de su elaboración se trazaron los talwegs de los valles y cañadas, así como las líneas divisorias de las aguas que las separan, identificándose para cada unidad superficial cuadrículada la amplitud entre los valores deprimidos mínimos y los valores máximos, con lo cual se cuantifica el grado de encajamiento geomorfológico por unidad de área y se logra establecer una gradación numérica y de fondo de color cualitativo final de su expresión cartográfica.

Confrontando los resultados morfométricos de la energía del relieve (Fig. GG8), se aprecia una clara correspondencia entre las categorías y subcategorías geomorfológicas, derivadas de la actividad neotectónica diferenciada, y los niveles de profundidad máxima de disección. Así, en la Sierra Cruz de San Miguel - Río Verde, al NW, se presentan valores de 250 a 400 m/km<sup>2</sup>; en el Cerro El Mirador, al NE, existen los mayores valores de profundidad de disección con rangos entre 400 y 600 m, debido al contraste entre las cimas calcáreas blindadas y la profundidad de erosión de la Barranca Citlalapa, elaborada en rocas terrígenas; en la Sierra La Venta - Alto del Tepehuaje, al centro - NE, predominan los valores entre 300 y 350 m, con máximos de 400 a 500 m; la Sierra de Acapulco, al SW, oscila entre 200 y 250 m, con un máximo al Norte de 250 a 300 m; y al Sureste del futuro embalse, en la morfoestructura Cerro Los Mayos, la energía del relieve concentra un núcleo entre 250 a 300m. Estas montañas y premontañas son el reflejo de las áreas con mayor influencia de los ascensos neotectónicos, desarrollados durante el Neógeno y el Cuaternario.

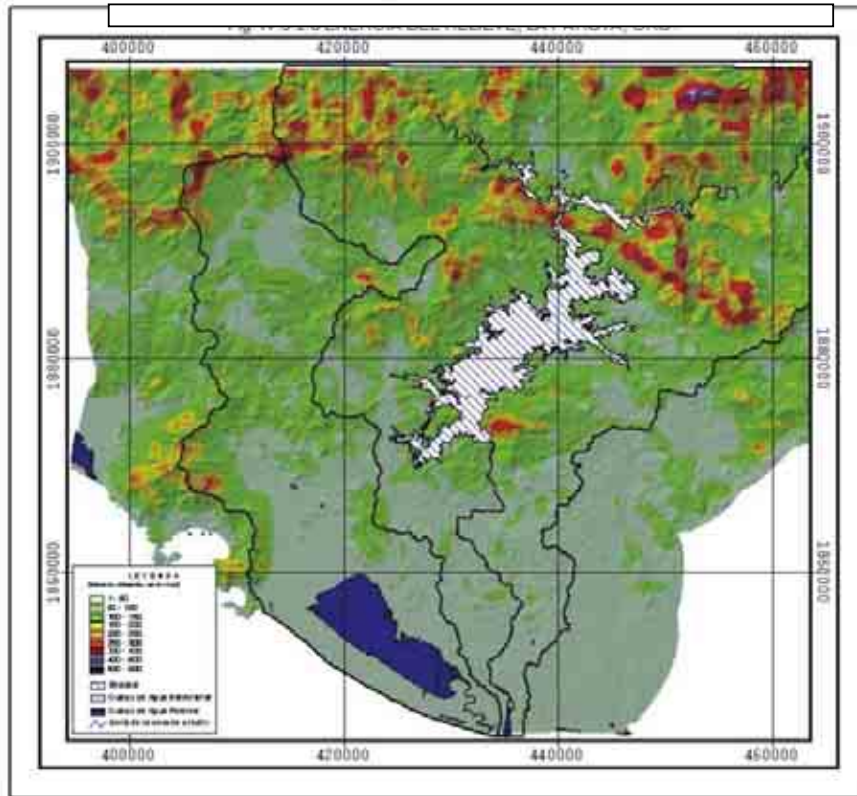


Fig. GG8 Energía del relieve, La Parota, Estado de Guerrero.

Hacia el Sur, en las llanuras altas, medias y bajas, los valores oscilan, de manera general, entre 100 - 150 y 50 - 100 y 0 - 50 m respectivamente, y en los lomeríos entre 150 y 200 m, aisladamente 250 m.

Los tipos geomorfológicos del área del embalse poseen bajos valores de la energía del relieve, lo que se traduce en una baja a moderada intensidad de los procesos erosivos y denudativos, con su consiguiente moderado transporte sedimentario y nivel de azolvamiento. No obstante, en las zonas montañosas y premontañosas no ocurre así, pues presentan una energía potencial elevada para el desarrollo de los procesos erosivos y para el transporte sedimentario.

#### **CARACTERÍSTICAS DEL RELIEVE (DESCRIPCIÓN BREVE, CON MAPA FISIGRÁFICO). ESTILO TECTÓNICO Y LITOMORFOESTRUCTURA.**

La notable transformación neotectónica del territorio de estas cuencas hidrográficas y la heterogeneidad litoestructural de las formaciones geológicas constituyen el proceso y la condición fundamentales de las relaciones espaciales entre la morfoestructura activa (tectomorfoestructura) y pasiva (litomorfoestructura). Dichas relaciones se manifiestan en la sobreposición areal de estas componentes en su desarrollo.

La expresión superficial de la tectónica de bloque formó el plano de las morfoestructuras activas actuales. A partir del surgimiento de estas morfoestructuras, la denudación selectiva generó, bajo el control litoestructural, el plano de las morfoestructuras pasivas, las unidades de orden inferior (litomorfoestructuras). Estas últimas unidades se reflejan en las estructuras circulares, producto de la foliación de los granitoides y del zócalo metamórfico, fundamentalmente en la zona central de lomeríos y premontañas del área de estudio.

Para la definición del plano de las morfoestructuras activas de este territorio, los términos "horst y graben" resultan insuficientes. Si consideramos la configuración geométrica y las alturas relativas del conjunto de bloques, aparecen con claridad unidades conformadas por estilos tectónicos diferentes, cuyos límites están formados por deformaciones disyuntivas notables (Hernández, 1987).

Así, por ejemplo, en el levantamiento morfoestructural del Estado de Oaxaca (Instituto de Geografía, 2001), se identificaron subconjuntos de bloques, que integran sistemas diferenciados por su estilo tectónico específico. Estas comunidades de bloques fueron categorizados por Hernández et al. (1994), a partir del estudio del territorio nororiental cubano, como sistemas tridimensionales de relaciones interbloques y representan una nueva categoría morfoestructural para el estudio neotectónico de regiones montañosas. Algunos de esos sistemas de estilo tectónico diferente fueron detectados, identificados, clasificados y cartografiados durante el levantamiento tipológico de las morfoestructuras del área de estudio.

Para designar los estilos tectónicos, se estudió el desarrollo de las morfoestructuras y algunos elementos estructurales en las direcciones transversal y longitudinal de los cuerpos o unidades morfotectónicas, su configuración planimétrica y las alturas relativas entre los bloques. Como resultado de este análisis morfoestructural, se pudieron encontrar los estilos tectónicos, siguientes: sistema irregular de bloques (morfoestructuras montañosas del NE); sistema de horst triangulares escalonados, en transcurrencias (localidad del Cerro Los Mayos, inmediato al Este de la zona de la boquilla proyectada); sistema isométrico de bloques escalonados (morfoestructuras montañosas del NW); sistema asimétrico alterno de horst y graben (localidades de Cerro de Piedra - Tejoruco - Tamarindillo - Campanario, en las llanuras escalonadas del SE); sistema de bloques escalonados en litomorfoestructuras circulares (en la localidad de Sabanilla); sistema de litomorfoestructuras circulares en bóveda (al NW de los Órganos de J. R. Escudero); entre otros.

Estos sistemas tectónicos componen la tectomorfoestructura del área de estudio, reflejada también en el mapa morfotectónico, cuyo campo contiene una gran variedad de formas y complejos de formas del relieve. Esta diferenciación interna de las morfoestructuras activas se vincula al desarrollo escultural, cuyo campo (el morfoescultural) está integrado por antiguas superficies marinas, actualmente denudadas y erosionadas, ocupando los escalones de lomeríos y premontañas; superficies denudativas en los restos de planación, ocupando las cúspides montañosas actuales del relieve; niveles de origen fluvial, desarrolladas a lo largo de los valles y representados por los niveles erosivos altos, ("colgados") dentro de los valles, las terrazas erosivas y acumulativas y los planos de inundación alto y bajo, como ocurre con los ríos Papagayo y Sabana fundamentalmente; las fluviomarinas, ocupando el interfase tierra - océano, en las inmediaciones de la Laguna de los Tres Palos, donde existen llanuras acumulativas marinas en forma de cordones litorales, pero que transitan gradualmente al Norte en una combinación de sedimentos de origen marino y fluvial, hasta las llanuras bajas de los ríos Sabana, al Oeste, y del Papagayo, al Este; las gravitacionales, en forma de conos de taludes, de cuerpos de antiguos y actuales deslizamientos, como ocurre en el lado occidental del embalse de La Venta; y las kársticas, muy restringidas, ocupando las cimas de los

"sombrosos calcáreos" de la Formación Morelos, en los alrededores de la falla de La Venta y del embalse homónimo, así como hacia el NE del territorio. Estas últimas formas están en un estado moderado de desarrollo, pues la disolución kárstica, a través de fallas y grietas, no ha logrado totalmente topar el nivel de base, con la formación de abras. Sin embargo, entre estos complejos genéticos de superficies (con sus formas individuales) y las unidades activas ya citadas, se distinguen otros grupos de formas de orden intermedio, que están determinadas por la diferenciación exógena de las litoestructuras inertes durante toda la etapa morfogenética ( $N_1 - Q_{IV}$ ). Esto crea otro nivel de diferenciación geomorfológica, que se presenta más adelante, con el mapa de tipos de relieve (Fig. GG11).

Se considera que este grupo de formas de orden intermedio se corresponde con el plano de las morfoestructuras pasivas o de las litomorfoestructuras, cuyo levantamiento se apoya en el estudio de la relación entre el relieve y la estructura geológica. Los complejos litológicos y elementos litoestructurales, que condicionaron esta diferenciación en el relieve del territorio son:

### **Complejos carbonatados y metacarbonatado.**

Comprende las secuencias de rocas sedimentarias y metamórficas, predominantemente carbonatadas, de los pisos estructurales del basamento mesozoico, representado por la Formación Morelos del Cretácico inferior - medio. Especial interés tienen sus estructuras específicas, cuya expresión superficial define el relieve estructuro - denudativo que complica a las morfoestructuras activas o tectomorfoestructuras, es decir, a las unidades estructurales formadas por la acción de las deformaciones tectónicas disyuntivas o plicativas, aunque en el área de estudio predominan las primeras. Dentro del complejo de formas del relieve litoestructural o estructuro - denudativo tienen particular relevancia por su distribución restringida y su expresión geomorfológica las cumbres blindadas y sombreros estructurales. Estos crean las pendientes bipétreas en las vertientes de los valles fluviales, así como, los morfoelementos lineales más significativos (rupturas bruscas de las pendientes). La pendiente bipétreas puede observarse en la escarpa de la falla de La Venta, donde contrasta el tramo superior de la escarpa calcárea, con su sector inferior elaborado sobre intrusivos y rocas riolíticas. Uno de los casos más notables de esta diferenciación petromórfica ocurre en los alrededores de la hidroeléctrica de La Venta, asociado a la falla homónima, y a las morfoestructuras montañosas circundantes.

Por otra parte, los cambios bruscos de la textura del relieve (configuración individual y general, densidad y morfología de la red de drenaje de órdenes inferiores) están definidos por el contraste existente entre los complejos de rocas deleznales (terrágenas clásticas y metaterrígenas) y estos complejos de rocas resistentes (calcáreas). Las estructuras pasivas, manifestadas en el relieve de diverso modo, consisten en fracturas antiguas, monoclinales de variado buzamiento, así como estructuras plegadas, que pueden alcanzar gran complejidad en las calizas del Cretácico inferior - medio, como la Formación Morelos.

Los sombreros estructurales y las cumbres blindadas de las superficies del tope de las morfoestructuras mencionadas están desmembradas por procesos kársticos, con formas de valles en forma de cañón, correspondientes a paleorredes de drenaje desarticuladas y arrastradas por los elevamientos neotectónicos de nueva dirección y fraccionamiento. En esta zona de La Venta, se aprecian pequeños valles de abras en la cima de las montañas, con una dirección paralela a la falla principal homónima, controlados por el sistema de plumaje derivado de la misma.



Las referidas formas litoestructurales constituyen sombreros y cumbres blindadas, que morfológica y evolutivamente conforman un relieve de tipo mesiforme.

#### - Complejos terrígeno y metaterrígeno.

Comprende las secuencias rocosas metamórficas y los cuerpos intrusivos del territorio. Las estructuras son extremadamente complejas, de tipo plegamiento, foliadas y fracturadas, y en combinación.

La expresión superficial de estas unidades estructuro - faciales define el relieve denudativo - tectónico, que al igual que el estructuro - denudativo en rocas carbonatadas, complica las morfoestructuras activas. El paso a este relieve denudativo - tectónico se caracteriza por un aumento de la disección vertical, con la formación o expansión del barrancamiento y de un cambio en la morfología, de la morfometría y de la configuración general de los valles de orden inferior.

El relieve del área de estudio está elaborado parcialmente sobre gneises y esquistos del complejo metamórfico de Xolapa. A la estructura de plegamiento complejo de estas rocas, se adiciona la fábrica creada por los planos de esquistosidad. En el mapa morfotectónico (Fig. GG14) se aprecia el papel de la foliación en la conformación de morfoestructuras circulares, que en gran medida poseen un papel pasivo, desde el punto de vista tectónico.

El conocimiento de estas relaciones entre el relieve y las estructuras antiguas y modernas, permite la identificación directa y la cartografía de los diferentes tipos de contactos geológicos en los materiales aerofotográficos. En el mapa morfoestructural (Fig. GG9), se registra este tipo de relaciones, lo cual significa un aporte de la geomorfología al levantamiento geológico detallado de este territorio.

#### Clasificación morfoestructural tipológica

Uno de los pasos metodológicos más importante en el campo geomorfológico, es la revelación de las relaciones entre la estructura geológica y el relieve de la superficie terrestre, mediante la interpretación, análisis, clasificación y representación cartográfica de los tipos de unidades morfoestructurales. En las tareas de diagnóstico territorial del proyecto de MIA de la hidroeléctrica La Parota, y con fines completar los elementos para su evaluación de impactos ambientales, se elaboró el mapa morfoestructural.

Para ello, se partió de la teoría del análisis morfoestructural y de su clasificación tipológica (Guerasimov, 1986), de su aplicación en Cuba (Díaz et al., 1989) y en el extremo oriental cubano (Hernández et al., 1995), retomadas ambas por Hernández et al. (1996) para la Sierra Madre del Sur, y se tomaron las categorías geomorfológicas siguientes, para la clasificación del área de estudio: **geotectura**: grandes unidades geomorfológicas planetarias en correspondencia con la diferenciación de placas litosféricas; **morfoestructura**: expresión regional o local de la estructura geológica en el relieve; **morfoescultura**: formas del modelado exógeno de la superficie terrestre. Estas categorías morfoestructurales sintetizan la representación cartográfica de la expresión en el relieve de la estructura geológica activa y de las condiciones litológicas pasivas.

Para el área de estudio, la clasificación está basada en varios niveles jerárquicos, a saber: tipo de geotectura o unidad planetaria del relieve; basamentos geológicos; grado de reelaboración morfoescultural o del modelado exógeno, como reflejo pasivo de la litología; categorías básicas

del relieve y sus pisos altitudinales (montañas, elevaciones o lomeríos y llanuras) enlazados con la intensidad de los movimientos neotectónicos (Neógeno - Cuaternario); subcategorías del relieve y sus edades geológicas de consolidación morfoestructural; tipo específico de morfoestructura, indicando su estructura interna, su substrato geológico de elaboración, su posición geotectónica en el contexto de sistemas tridimensionales o estilos geotectónicos de interacción interbloques, sus tipos de deformaciones tectónicas y su rango hipsométrico. Finalmente, aparecen clasificadas las formas estructuro - tectónicas con manifestación activa en el relieve.

A nivel planetario, esta región de la Sierra Madre del Sur, dentro de los macrobloques de Oaxaca y Guerrero, pertenece a una geotectura de orógeno nuevo, de transición marginal interplacas, con acreción de terrenos tectonoestratigráficos paleo - meso - cenozoicos en zona de sutura subductiva.

De acuerdo a los basamentos geológicos existentes en el área de estudio, se puede dividir en: complejos metamórficos y meta - sedimentarios del Proterozoico tardío - Paleozoico; complejos sedimentarios plegados y subhorizontales del Cretácico inferior - medio; complejos intrusivos de granitoides; complejos de meta - conglomerados volcánicos del Jurásico medio; complejos volcánicos riolíticos del Paleógeno; y complejos sedimentarios cuaternarios.

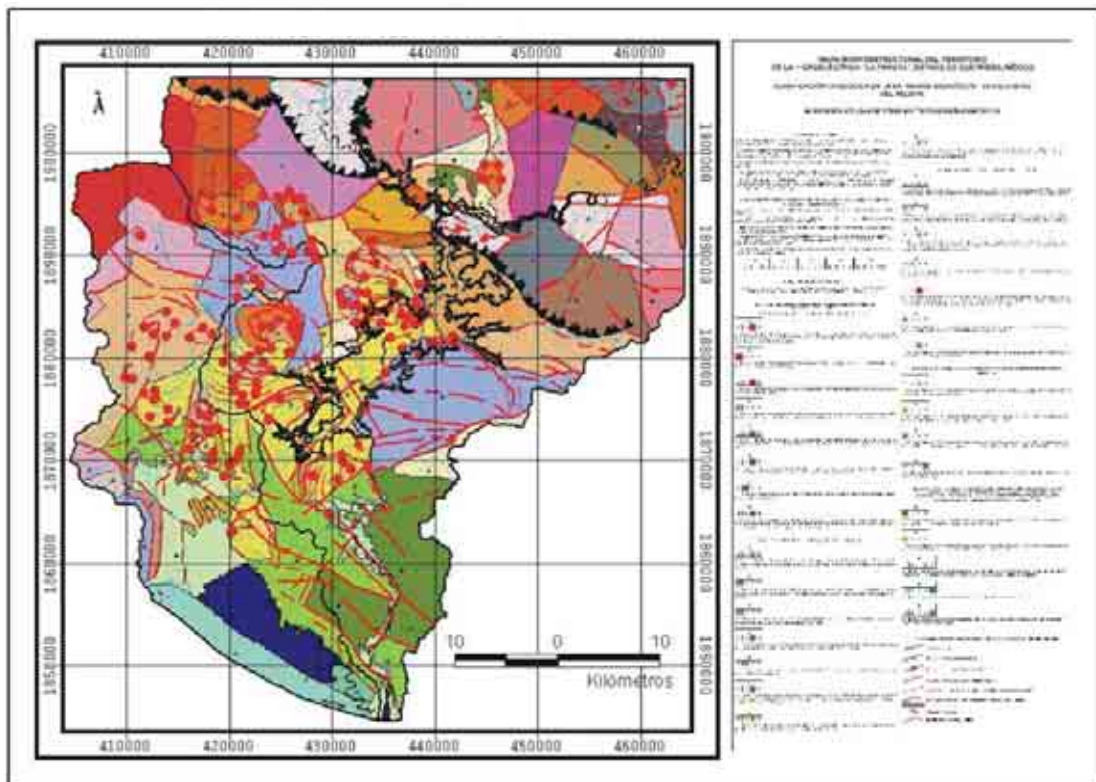


Fig. GG9 Morfoestructuras, La Parota, Estado de Guerrero.

De acuerdo al grado de reelaboración morfoestructural o del modelado exógeno del relieve (carácter litomorfoestructural), las morfoestructuras se dividen en: estructuro - denudativas, formadas sobre complejos carbonatados y metacarbonatados, con expresión de "blindaje litológico"; denudativo - tectónicas, formadas sobre complejos intrusivos, metaterrígenos y terrígenos, muy diseccionados; y transgresivo - litorales, formadas por procesos fluviales, marinos y palustres en cuencas costeras.

Las características morfoestructurales de las principales categorías geomorfológicas se agrupan en los escalones siguientes: montañas medias ( $1\ 300 < H \leq 2\ 500$  m, aunque en el área de estudio, la cúspide mayor tiene 2 260 m de altitud), montañas bajas ( $800 < H \leq 1\ 300$  m), premontañas ( $400 < H \leq 800$  m), elevaciones o lomeríos ( $220 < H \leq 400$  m), y llanuras costeras ( $H \leq 220$  m).

Esta caracterización morfoestructural y su expresión cartográfica enriquecen las interpretaciones geólogo - evolutivas, facilita diferentes análisis de índole correlativo, como morfoestructuro - sísmico, morfoestructuro - geodinámico (movimientos tectónicos recientes de la corteza terrestre en períodos seculares, mediante el empleo de las nivelaciones geodésicas reiteradas de primer orden de precisión) y apoya la elaboración del pronóstico sismológico en lo referente a la componente espacial de las recurrencias.

Las zonas más activas tectónicamente reconocen grandes contrastes en el relieve dentro del territorio aledaño al embalse, como es la zona de articulación entre las montañas escalonadas de bloques en plegamientos calcáreos (Sierra de La Venta), y de bloques en plegamientos y monoclinales (Alto del Tepehuaje), por el Norte; las premontañas masivas (graníticas) de sistema irregular de bloques, donde se destaca el horst triangular Cerro Los Mayos, por el Este, y las premontañas de Dos Arroyos - Los Huajes, ocupando gran parte de los ejidos homónimos.

En el inciso referente a las fallas y morfoalineamientos principales, se relacionaron diversas evidencias geomorfológicas y sísmicas del grado de actividad tectónica del horst triangular de Cerro Los Mayos, que son reflejadas por las diferencias morfoestructurales y del modelado exógeno controlado por la tectónica reciente. Es por ello, que resulta imprescindible el monitoreo de los movimientos tectónicos recientes por métodos geodésicos de precisión.

En el entorno del margen derecho del futuro embalse, al W y el NW, son notables los emplazamientos de varias estructuras circulares, que determinan pequeñas cuencas hidrográficas sobre basamentos granítico y metamórfico, muy susceptibles al intemperismo físico, y por ende, constituyen fuentes complementarias de transporte sedimentario y de azolvamiento.

En general, el plano morfoestructural está formado durante la etapa neotectónica (N - Q), en un diseño de bloques positivos y negativos, que han heredado la estructura interna de los diferentes complejos litológicos presentes. La neotectónica ha sido diferenciada, determinando diferentes ascensos durante la etapa, que determinan un complicado mosaico de diversos estilos de fracturamiento, sobre los cuales se sobreponen los diseños de las foliaciones graníticas y metamórficas.

Todas las valoraciones sobre la expresión de la estructura geológica en el relieve y de las evidencias geomorfológicas y sísmicas de la actividad neotectónica, apuntan hacia el foco de interés geodinámico del horst triangular Cerro Los Mayos.

**Procesos geomorfológicos actuales**

De acuerdo a las condiciones litológicas del substrato, a la energía del relieve y los ángulos de inclinación de las laderas, se distinguieron los principales procesos geomórficos exógenos, formadores del modelado superficial del relieve, clasificados en 10 tipos en el mapa de procesos geomorfológicos exógenos actuales (Fig. GG10):

- Gravitacionales (tipo 1 en la Fig. GG10), fundamentalmente sobre el substrato calcáreo de la formación Morelos y en pendientes entre 45° y 90°, localizados en la Sierra La Venta y el Alto de Tepehuaje, y hacia el Noreste del área de estudio, en las montañas circundantes al Cerro El Mirador.

- Erosivo - denudativos, desarrollados en los complejos intrusivos y terrígenos, con diferentes intensidades en función del ángulo de las pendientes y de la energía del relieve o de disección vertical (profundidad del desmembramiento erosivo), agrupados en 5 tipos de intensidades: tipo 2 (45° - 90°), muy fuerte; tipo 3 (30° - 45°), fuerte; tipo 4 (18° - 30°), moderado; tipo 5 (12° - 18°), débil; y tipo 6 (6° - 12°), muy débil (Fig. GG10).

- Kársticos, ampliamente extendidos sobre el substrato calcáreo de las premontañas de La Venta y montañas bajas y medias del Tepehuaje y cerca del Cerro El Mirador, con dos tipos de intensidad: tipo 7 (30° - 45°), muy fuerte; y tipo 8 (18° - 30°), fuerte.

- Acumulativos, tanto fluviales (tipo 9, entre 0° - 3°) como marinos (tipo 10, entre 0° - 30°), localizados en los fondos de los valles fluviales y la llanura costera respectivamente.

La valoración sobre la intensidad de los procesos geomorfológicos exógenos presentada en este trabajo, es totalmente orientativa, dado que en la realidad, en muchas localidades estos procesos pueden estar superpuestos, debido a cambios litológicos puntuales.

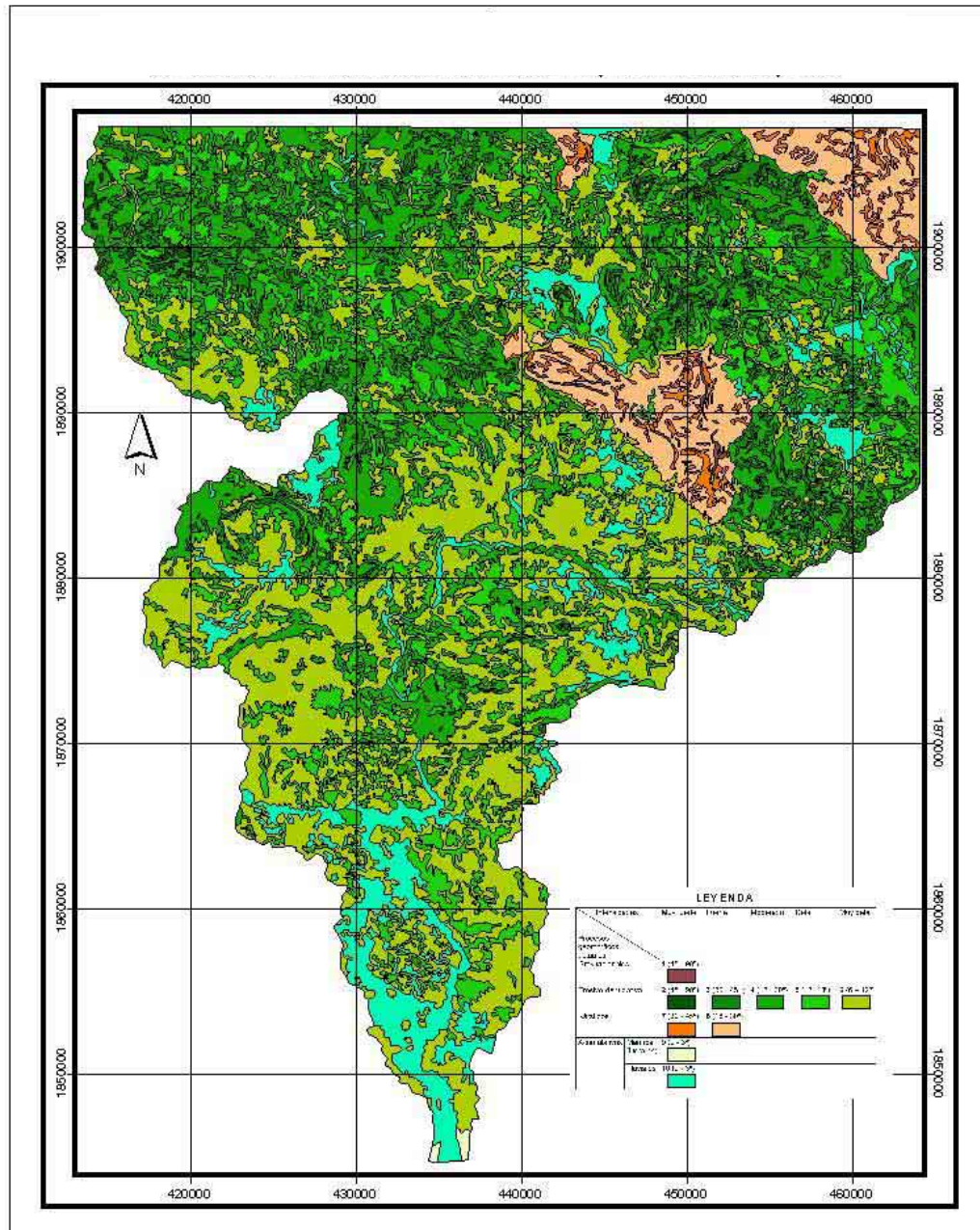


Fig. GG10 Exogénesis y procesos geomorfológicos actuales. (en proceso)



### Geomorfología de la cuenca baja del Río Papagayo y de la cuenca del Río Sabana: génesis y evolución de su relieve.

La caracterización geomorfológica general sintetiza los aspectos morfométricos, estructurales, genéticos y cronológicos del relieve, mediante la distinción de tipos del relieve, de carácter morfo - crono - genético, es decir, considerando su génesis, su morfología y su edad.

En la Fig. GG.11, mapa de tipos del relieve, se presentan la estructura de la clasificación y la representación cartográfica de la misma. La clasificación posee los niveles jerárquicos siguientes: categorías y subcategorías del relieve, con sus pisos altitudinales; la diferenciación petromórfica con cinco clases; el carácter de la intensidad de los movimientos neotectónicos; la edad relativa de formación; la génesis, la morfología y el substrato geológico.

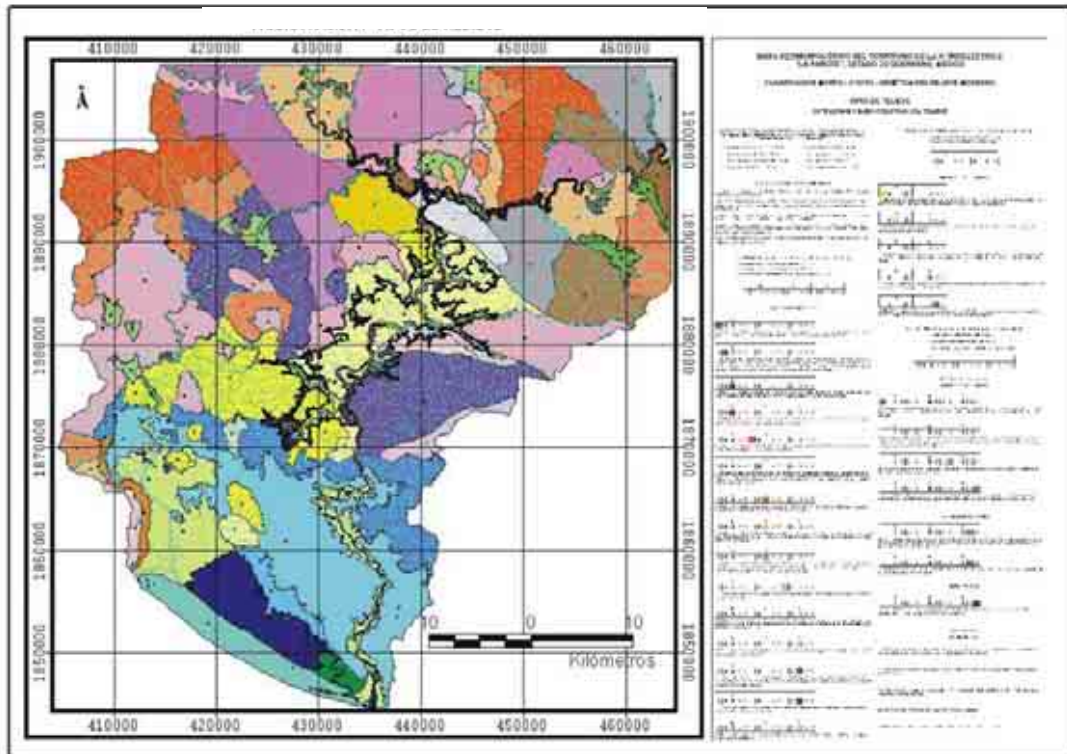


Fig. GG11 Tipos de relieve, La Parota, Estado de Guerrero.

Atendiendo a la diferenciación de su basamento geológico, de las categorías geomorfológicas de su relieve (montañas, lomeríos y llanuras) y de sus procesos geomórficos recientes, el territorio se puede dividir en varias regiones geomorfológicas principales (Fig. GG.11):

- Montañas medias y bajas, y premontañas de la Sierra Cruz de San Miguel - Río Verde (tipos No. 1, 4, 7 y 10 en la Fig. GG.11), al NW del territorio estudiado, erosivo - denudativas,

escalonadas, muy fuertemente diseccionadas y, en ocasiones, inclinadas, formadas sobre rocas graníticas y metamórficas;

- Montañas medias, bajas y premontañas de la Sierra de La Venta - Alto del Tepehuaje (tipos No. 2, 3 y 11 en la Fig. GG.11), kársticas de altiplano, blindadas, con morfología de cúpulas y cónica, con depresiones kársticas alargadas, densamente fracturadas y diseccionadas por la disolución kárstica, elaboradas sobre plegamientos calcáreos de la formación Morelos del Cretácico inferior; así como, por montañas medias, erosivo - denudativas, muy fuertemente diseccionadas, con "casquetes o sombreros" calcáreos de cima, pero elaboradas sobre rocas terrígenas triásicas, situadas al centro - NE del área;
- Al NE de Tierra Colorada, en el entorno del Cerro El Mirador se levanta un relieve montañoso heterogéneo, compuesto por montañas medias, erosivo - denudativas, erosivas y karstificadas, sobre los complejos terrígeno, granítico y calcáreo respectivamente (tipos N. 2, 3, 4, 5 y 6 en la Fig. GG.11), así como por premontañas erosivas y erosivo - denudativas, sobre rocas metamórficas y terrígenas (tipos No. 10, 14 y 12 en la Fig. GG.11).
- La zona central del territorio ocupada por montañas bajas y premontañas, erosivo - denudativas y erosivas, fuertemente agrietadas y diseccionadas, desarrolladas sobre los complejos graníticos (tipos No. 7 y 13 en la Fig. GG.11) y metamórficos (tipo No. 10). Sobresale la presencia de estructuras circulares, donde el relieve positivo ocupa las crestas sobre granitos y el deprimido descansa sobre rocas metamórficas, como sucede en los casos del Cerro La Piedra Pinta, en el ejido de Sabanilla, y del Cerro Pito (relación de tipos No. 7 y 10 en dichas estructuras circulares, ver Fig. GG.11), en el poblado Pablo Galeana del ejido Pueblo Nuevo.
- Los lomeríos centrales de La Parota, de génesis erosivo - denudativa, emplazados en la cuenca semigraben (tipos No. 18 y 19 en la fig. IV.3.2.11), donde se construirá el embalse; comprendidos entre las premontañas erosivas y denudativas, fuertemente agrietadas e intemperizadas, graníticas, del horst Cerro Los Mayos (tipo No. 13, en la margen derecha del desfiladero de La Parota, Fig. GG.11). Esta es la zona de mayor interés, desde el punto de vista endógeno, para las decisiones de ingeniería.
- Las montañas bajas y premontañas, formadas sobre los complejos graníticos, erosivas y denudativas (tipos 7, 12 y 15 en la Fig. GG.11), y de depósitos caóticos cuaternarios, formadas por procesos gravitacionales y erosivos (tipo No. 20 de la misma figura).
- Las llanuras altas y medias, de génesis abrasiva marina originalmente, remodelada posteriormente por la erosión (tipos No. 21 y 22 en la Fig. GG.11). Este sistema de llanuras escalonadas, onduladas, colinosas y quebradas se distribuye ampliamente hacia el SE, extendiéndose aisladamente hacia la cuenca baja del Río Sabana.
- Las llanuras bajas y muy bajas, jóvenes, planas, muy ligeramente onduladas, de origen acumulativo fluvial (tipo No. 25), fluviomarino (tipo No. 27) y marino (litoral) (tipo No. 24) respectivamente.

Desde el punto de vista genético y general del territorio, los principales procesos exógenos que han modelado las edificaciones geomorfológicas, que expresan la estructura geológica, son la erosión, la denudación, la disolución kárstica, las acumulaciones fluviales, litorales y detáicas, y los gravitacionales en los pie de montes.

El papel de los ascensos neotectónicos es claro en la formación de los tipos de relieve, modelados por la intensidad de los procesos exógenos, pero en función directa con la energía del relieve, diferenciada por el piso altitudinal. No obstante, la presencia de sectores de valles colgados, en depresiones de falla y litológico - estructurales de contacto entre los complejos granítico y terrígeno (tipo No. 28 en la Fig. GG.11, situado al Norte del Alto del Tepehuaje); de sectores de valles y planos de inundación de antiguos meandros abandonados y colgados (tipo No. 29 en la Fig. GG11) en los Ríos Omitlán (poblado Michapa), Papagayo (poblado El Ciruelar) y Sabana (El Treinta), reflejan la elevada intensidad de la neotectónica durante el Cuaternario. Este tipo de fenómeno revela intensos movimientos tectónicos recientes, ya detectados en el entorno del horst Cerro Los Mayos.

Paralelamente a estas evidencias, existen también depresiones de contacto litológico colgadas (tipos No. 30 y 31 de la Fig. GG.11) en el caserío de Apanlázaro, en la barranca de igual nombre, en el ejido Bienes Comunales Dos Caminos y Anexos, al Norte del Río Omitlán; e incluso valles de rápido crecimiento en el contexto de las llanuras altas, relativamente jóvenes (tipo 32 de la Fig. GG.11), que apoyan la reiterada intensidad de estos procesos endógenos.

## **PRESENCIA DE FALLAS Y FRACTURAMIENTOS.**

### **Fallas y morfoalineamientos: Principales planos de debilidad tectónica**

Una de las principales tareas del análisis morfoestructural es la determinación de las zonas de fallas activas o reflejadas en el relieve actual; de los elementos lineales del relieve, expresados a través de sus morfoelementos de distinta génesis (sectores lineales de valles fluviales, de sus cauces, de las escarpas de sus sistemas de terrazas, de la orientación de los ejes de las formas erosivas; de los sectores de escarpas tectónicas clásicas, de frentes de cabalgamiento, de zonas de fracturas y grietas; de los sectores de escarpas y laderas de origen estructuro - denudativo; de los sectores kársticos de dolinas y uvalas alineadas, de abras kársticas y microrrelieve lineales, de elementos espeleológicos como galerías de sistemas cavernarios, etc.); y de otros grupos genéticos no presentes en el área de estudio como las formas estructuro - marinas.

Como primera tarea para el establecimiento del plano morfotectónico del territorio, se estableció la selección de todos aquellos elementos disyuntivos de las investigaciones geológicas precedentes, con expresión en el relieve actual. Semejante selección refleja todos los elementos disyuntivos por datos geológicos, que han jugado algún rol en la formación del relieve moderno.

En segundo lugar, se procedió a la interpretación de las fotos aéreas a escala 1:75 000 y de los mapas topográficos existentes, donde se identificaron todos los rasgos topográficos y geomorfológicos con cierta alineación. Finalmente, con el objetivo de la elaboración del mapa de morfoalineamientos (Fig. GG 12), se preparó una leyenda matricial, por tipos de alineamientos (por datos geológicos o por evidencias o datos geomorfológicos) y por los morfoelementos de expresión geomorfológica. Dadas las características petromórficas de las rocas metamórficas y de los granitoides, donde se presentan foliaciones de carácter circular y de diferentes dimensiones, fueron establecidas las expresiones de esas estructuras circulares.

La estructura del relieve del área de estudio posee un escalonamiento neotectónico, que ha determinado las categorías básicas de su relieve (montañas medias y bajas, premontañas, lomeríos y llanuras). Dichos escalones están controlados, a grandes rasgos, por el sistema de fallas y fracturas de dirección Sureste - Noroeste, paralelo a la zona subductiva entre las placas oceánica Cocos y la continental Norteamericana. De manera general, se aprecian tres zonas



paralelas con diferentes diseños estructuro - tectónicos y características de expresión geomorfológica:

- la zona meridional costera, comprendida entre la costa y morfoalineamiento Llano de la Puerta - El Zoyamiche - El Embarcadero (sector lineal del Río Papagayo) - San Isidro Gallinero, donde se presentan llanuras planas (sector de llanura acumulativa marina de cordones litorales, que separa a la Laguna de los Tres Palos del Océano Pacífico, y el sector de llanura aluvial baja del Río Sabana, así como las llanuras bajas onduladas y colinosas, que corta el Río Papagayo, antes de arribar a su desembocadura.

- la zona central, de lomeríos y premontañas, fundamentalmente donde se encuentra proyectado el embalse de la obra hidroeléctrica, donde se presentan fallas longitudinales (SE - NW) y transversales o perpendiculares (SW - NE) al eje de la zona de subducción. Algunas de esas fallas han sido propuestas por diferentes autores como transcurrentes o de desplazamiento horizontal, tanto izquierdo como derecho.

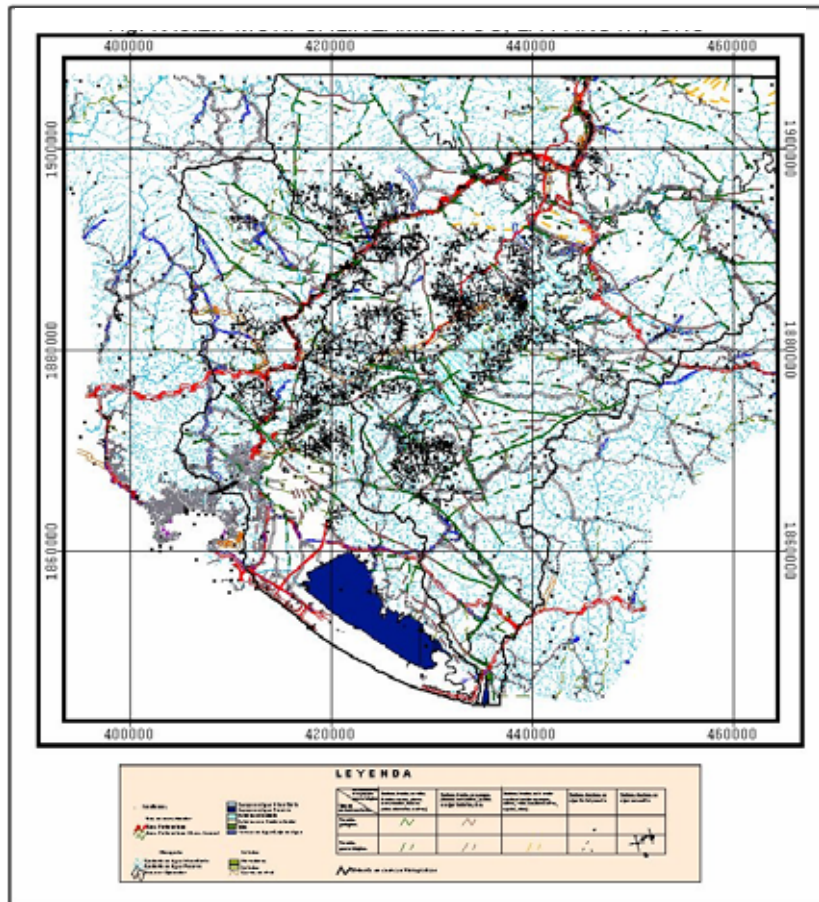


Fig. GG 12 Morfoalineamientos, La Parota, Estado de Guerrero.

Con este carácter geodinámico y a los efectos de las obras constructivas de la cortina, debe prestársele especial atención al bloque de estructura triangular, limitado por los morfoalineamientos de los Arroyos Apanguaque y Grande (margen izquierda u oriental del Río Papagayo), y del propio Papagayo, donde se eleva el Cerro Los Mayos de 680 m de altitud. Esta zona central, se caracteriza, además, por la distribución y alta densidad de estructuras circulares de foliación, que juegan un rol de control estructuro - litológico o litomorfoestructural, y que contribuyen esencialmente a ampliar el área de las subcuencas, como fuentes emisoras y colectoras de sedimentos provenientes de la desintegración de las rocas metamórficas y de los granitoides, pudiendo restar la vida útil del futuro embalse. Tales son los casos de los Arroyo Grande (margen derecha del Río Papagayo) y Río Pozuelo.

- la zona montañosa septentrional: situada al Norte de la falla de La Venta, compuesta por morfoalineamientos transverso - diagonales a la referida falla. Un elemento disyuntivo notable, reflejado en el relieve es el morfoalineamiento Barranca Citlalapa - El Ocotillo, también paralelo a la falla de La Venta, pero más al Norte.

A los efectos estructurales y geodinámicos, que pudiesen afectar la obra, la zona más importante es la central, donde descansan todos los objetos constructivos del proyecto, fundamentalmente el embalse de la hidroeléctrica, dado que esta zona presenta intensa movilidad durante la etapa neotectónica (Neógeno - Cuaternaria), representada por las premontañas del horst triangular del Cerro Los Mayos, limitado por fallas transcurrentes. Los vértices de esta morfoestructura triangular quedan comprendidos entre las coordenadas siguientes: 1, 875 800 N y 432, 800 E, a unos 2 km al NW de Cerro Los Mayos; 1, 873, 000 N y 443, 300 E, 500 m al Norte de Loma Piedra Rayada; y 1, 869, 000 N y 434, 000 E, en Rancho Las Minas. Múltiples evidencias geomorfológicas, de carácter comparativo con su entorno septentrional, tales como:

- Gran amplitud neotectónica, reflejada en la alta energía del relieve del horst "Cerro Los Mayos" con relación al cierre septentrional del graben relativo del futuro embalse, situado al Norte.
- Rasgos morfotectónicos de plumaje de transcurrencia de derecha en el relieve del horst.
- Notable modificación de la litoestructura primaria concéntrica.
- Escalonamiento y basculamiento hacia el Este del horst "Cerro Los Mayos" (Figura GG 13)
- Subcategoría geomorfológica de submontaña o premontaña del horst "Cerro Los Mayos" en un contexto geomorfológico de lomeríos y llanuras altas colinosas y onduladas.
- Fuerte inclinación de las laderas con procesos erosivos y denudativos intensos en la superficie del horst "Cerro Los Mayos".
- Diferencias en el número de terrazas fluviales y niveles erosivos, y la amplitud del valle fluvial, entre el sector del horst "Cerro Los Mayos" y el sector inmediato aguas arriba del Río Papagayo.
- Carácter morfológico diferenciado del valle del Río Papagayo: valle estrecho encajado en "V", ausencia de terrazas fluviales y cauce angosto, en el sector del horst "Cerro Los Mayos"; y valle amplio con dos planos de inundación y más de tres niveles de terrazas fluviales y cauce ancho, en el sector del graben relativo, situado al Norte, donde se extenderá el embalse.
- Diferencias en los procesos y formas fluviales acumulativas: ausencia de sedimentación fluvial, en el sector del horst "Cerro Los Mayos" y deposiciones notables en los planos de inundación y en las barras laterales y centrales al cauce, en el graben relativo septentrional.

- Presencia de anomalías geométricas en el diseño de la red fluvial periférica al horst "Cerro Los Mayos", con cambios de dirección en el arroyo septentrional, desde el rumbo ESE al SW.
- Existencia de un meandro colgado abandonado del Arroyo Grande (margen derecha del Río Papagayo, inmediatamente aguas arriba del cierre) por ascenso del sistema del horst "Cerro Los Mayos".
- Concentración epicentral en zonas de articulación del horst "Cerro Los Mayos" con las morfoestructuras circundantes.

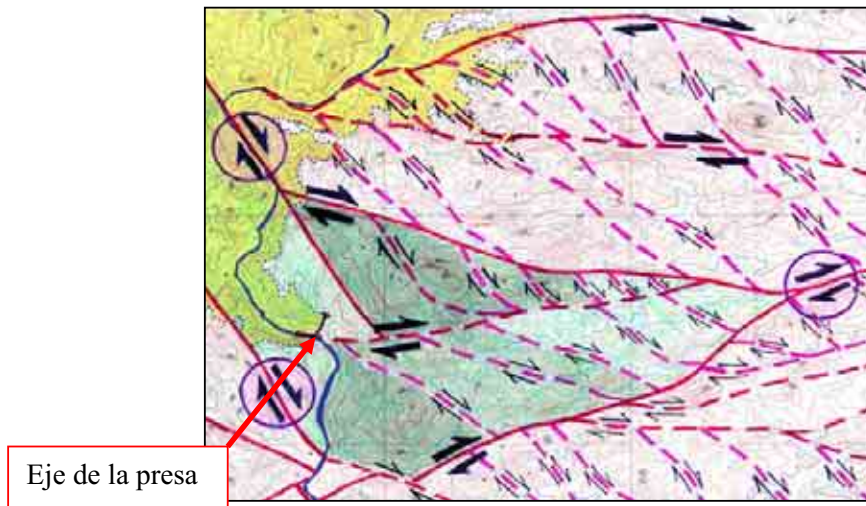


Fig. GG13 Rasgos morfoestructurales de plumaje de transurrencia derecha en el relieve.

### Diferenciación morfoestructural del territorio

La región de estudio presenta muchas características tectónicas similares para la Sierra Madre del Sur, por su posición en la zona de subducción entre las placas Cocos y Norteamericana. Los campos de esfuerzos tectónicos han determinado cuatro sistemas principales de fallas y fracturas: E - W (latitudinal y sublatitudinal); NW - SE; NE - SW; y N - S. La conjunción de estos sistemas en el desarrollo de la historia neotectónica del territorio, caracterizada por ascensos diferenciados, ha determinado un plano morfoestructural complejo, donde intervienen bloques morfoestructurales longitudinales escalonados (paralelos al eje de la zona subductiva); bloques alternos en horst y graben relativos; bloques en cuña (triangulares, bajo fuerzas transurrentes); bloques circulares escalonados y en forma de arco, producto de la foliación, emplazados como anfiteatros (de carácter litomorfoestructural); y otros (Fig. GG14).

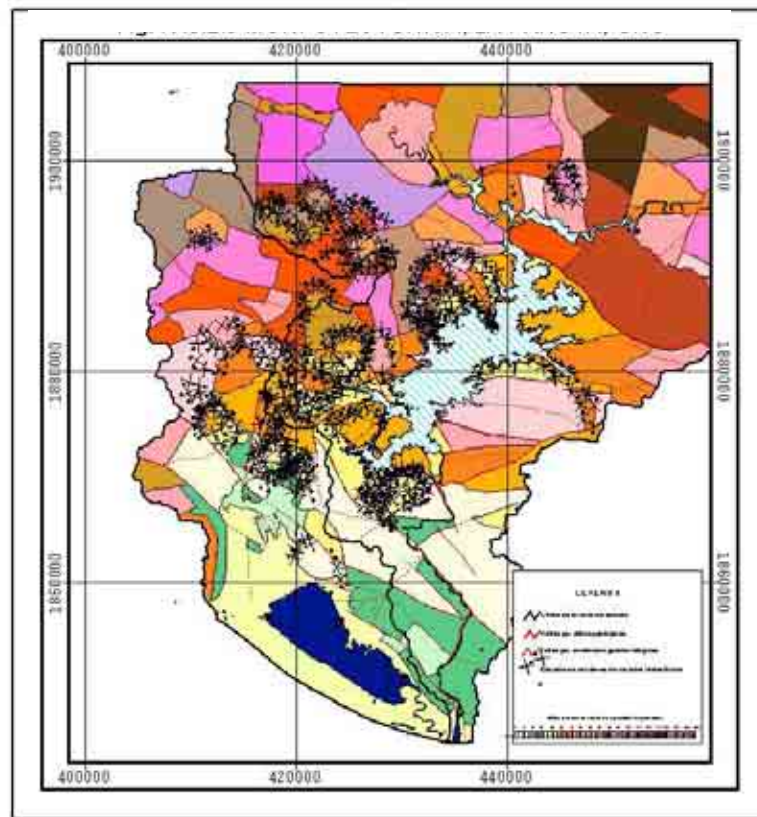


Figura GG14 Morfoestructónica, La Parota, Estado de Guerrero.

Desde el punto de vista estructuro - geomorfológico, el área de estudio destaca tres grandes zonas, a saber: la meridional, de bloques alternos y escalonados de llanuras planas, onduladas y colinosas; la central, de bloques emplazados irregularmente y modificados por el diseño concéntrico y circular de la foliación de los complejos metamórfico y granítico, con morfología de lomeríos o elevaciones y de premontañas; y la septentrional, de montañas medias, al Noroeste, y de montañas bajas predominantemente, al Noreste. Estos dos últimos conjuntos están separados por el graben Zihuazaloya (al SE de Tierra Colorada) - Las Garrapatas - El Ocotillo, de dirección Norte - Sur.

En el extremo noreste, se aprecian estructuras morfoestructónicas paralelas, de montañas de bloques irregulares, representadas por el Cerro del Tepehuaje y el ejido El Tepehuaje, al Norte de la Falla de La Venta, y las del Cerro El Mirador - El Ocotillo, en el límite nororiental del área de estudio seleccionada.

La zona más importante desde el punto de vista morfoestructónico, a los efectos ejecutivos del proyecto La Parota, es el denominado horst triangular del Cerro Los Mayos, que de acuerdo con las evidencias relacionadas anteriormente, muestra indicios comprobados de intensa actividad en las últimas etapas del desarrollo geológico - tectónico del territorio del futuro embalse. De

acuerdo al proyecto, el anclaje izquierdo (según el sentido de la corriente fluvial) de la cortina descansará sobre esta morfoestructura activa.

A nivel internacional, las experiencias de construcción de obras hidráulicas o hidroeléctricas presentan la regularidad de cierre de estas obras, fundamentalmente en áreas de tránsito de las montañas a las premontañas y bloqueando las depresiones, en su mayoría de carácter estructural. Estas condiciones ideales para la construcción de embalses en territorios sismoactivos, como el caso que nos ocupa, presentan la disyuntiva del comportamiento de estas unidades corticales durante la ocurrencia de un evento sísmico. Es por ello, que independientemente de las investigaciones sismológicas realizadas hasta el presente, se deba profundizar en el régimen dinámico o no, de ese bloque de horst triangular.

Ante esta situación, además de los estudios sismológicos, sería oportuno el establecimiento de líneas de nivelación, de triangulación y lateración geodésica de alta precisión, cortando las fallas que limitan al referido horst, con vistas a determinar el comportamiento de los desplazamientos verticales y horizontales posibles

Una evidencia geomorfológica clara de la actividad de este horst, además de su morfología premontañosa respecto a los bloques situados al Sur (llanuras onduladas y colinosas) y al Norte (depresión del futuro embalse), es la existencia de un cambio meándrico del río, al parecer, durante el Plioceno - Cuaternario, determinado por un ascenso del horst y de su área adyacente, que marcan el límite del paso de lomeríos a premontañas. Este cambio desplazó el curso del Río Papagayo, que anteriormente se desplazaba hacia San José Cacahuatpec - Arroyo Verde - Pochotlaxco (actualmente al Oeste del curso actual), a su posición presente. La traza de este cambio de curso, controlado por la actividad tectónica, se revela en el proyecto, precisamente en la gran isleta que creará el llenado del embalse, inmediatamente al Oeste del poblado de Pochotlaxco.

### **Aspectos morfoestructurales del área de estudio**

El papel de la morfoestructura o de la expresión de la estructura geológica en el relieve es clave a la hora de comprender sus implicaciones con relación a la sismicidad, pues nos definen el diseño espacial de las estructuras activas y contribuyen a complementar la detección de las zonas de mayor debilidad de la corteza, presentadas, en primer lugar, por los geólogos y geofísicos. En este inciso, se analizarán a grandes rasgos las características morfoestructurales generales de las principales unidades, que constituyen el tercio medio - inferior de las cuencas hidrográficas de los ríos Papagayo y Sabana, y en particular, de las áreas de influencia directa e indirecta del enclave del proyecto hidroeléctrico La Parota.

Este análisis responde a la necesidad del conocimiento regional y local sobre el desarrollo neotectónico del área de estudio y zonas aledañas, para poder comprender más ampliamente la singularidad de su formación estructuro - geomorfológica.

### **Desarrollo del plano morfoestructural actual.**

Para comprender el carácter y el desarrollo de la morfoestructura del territorio es imprescindible el conocimiento y la interpretación sintética sobre la evolución histórico - geológica, donde están implícitas tanto la determinación de los cambios significativos geólogo - geomorfológicos para periodos de tiempo relativamente breves, como de la tendencia de los movimientos tectónicos en amplios periodos.

Según muchos autores, los primeros eventos tectónicos del territorio se registran entre el Precámbrico hasta el Paleozoico medio, cuando las rocas del basamento de los complejos paleozoicos Xolapa y Acatlán fueron emplazadas y posteriormente sometidas a un metamorfismo regional diferenciado.

A partir del Jurásico medio, el territorio sufre una amplia transgresión, creando el escenario de una cuenca nerítica de baja profundidad, donde ocurrió la deposición sedimentaria del Grupo Tecocoyunca, que aunque ausente en el área de estudio, nos refleja cambios en el régimen tectónico regional. Posteriormente, la región experimentó un levantamiento epirogénico, y nuevamente en el Cretácico temprano sufrió una nueva transgresión, que permitió la sedimentación del resto de la columna estratigráfica mesozoica, donde se encuentra la Formación Morelos del Cretácico inferior y medio.

A partir del Cretácico tardío, se desarrollaron los esfuerzos compresivos de la Orogenia Laramide, que plegó, falló y levantó la columna de rocas existentes, mediante esfuerzos dirigidos aparentemente de Norte a Sur. Uno de los vestigios en el área estudiada son los klippen más meridionales de este proceso, asociados al frente de falla La Venta.

El Mioceno superior marcó evidencias de nuevos esfuerzos compresivos y emplazamientos de rocas ígneas, determinando una fuerte fracturación del basamento pre - existente.

De acuerdo con la posición del terciario continental en morfoestructuras montañosas del vecino Estado de Oaxaca (Instituto de Geografía, 2001), durante el Neógeno, son una regularidad las relaciones concordantes, de reactivación de las unidades iniciales, en conformidad con sus límites y estilos tectónicos. Esta etapa puede considerarse como la geomorfológica del desarrollo del relieve actual.

Para esta región, la edificación neotectónica (Mioceno - Cuaternario) es realmente una reconstrucción y un reordenamiento de la paleomorfoestructura. El cuadro se caracteriza por morfoestructuras discordantes (positivas y negativas), no heredadas o cuanto más, parcialmente reactivadas respecto al plano morfoestructural antiguo, lo cual es un reflejo de los cambios significativos en el régimen de los movimientos tectónicos relacionados con la zona de subducción, y su papel en el reajuste de la corteza terrestre.

Para este territorio, los levantamientos estructuro-geomorfológicos realizados (morfoalineamientos, morfotectónica, morfoestructuras y deformaciones tectónicas de los niveles geomorfológicos) complementaron la información mínima referente al plano de la morfoestructura actual. El conjunto de la información referida permitió la sistematización en el estudio de clasificación morfoestructural, bajo un enfoque de su desarrollo histórico.

Por otra parte, el levantamiento de la morfoestructura actual, se basó en el análisis de las superficies relictas de planación marina y denudativa (las más extendidas en el territorio), cuyo espectro alcanza una excelente representatividad y nivel de conservación en los diferentes escalones geomorfológicos. Este análisis sirvió de punto de partida para descifrar las deformaciones tectónicas de algunos niveles geomorfológicos, de manera similar a los resultados obtenidos por Díaz et al. (1991) en las montañas del extremo oriental de Cuba.

Finalmente, se puede resumir, que los acontecimientos geólogo - geomorfológicos, a partir del Mioceno medio - tardío y principalmente durante el Mioceno superior y el Plioceno, muestran las fases de consolidación y el desarrollo primario de la morfoestructura actual.



## SUSCEPTIBILIDAD DE LA ZONA A: SISMICIDAD, DESLIZAMIENTOS, DERRUMBES, INUNDACIONES, OTROS MOVIMIENTOS DE TIERRA O ROCA Y POSIBLE ACTIVIDAD VOLCÁNICA

Evaluación de riesgos de sismicidad, deslizamientos, derrumbes y otros movimientos de tierra o roca, y actividad volcánica en el área del proyecto.

### Riesgo sísmico

El área de la obra se encuentra ubicada frente a la fosa Mesoamericana - la zona sísmica más intensa del país -, por lo que es factible la ocurrencia e influencia de sismos en toda su extensión. Un esquema de la interacción interplacas y los mecanismos geotectónicos que rigen la movilidad y sismicidad pacífica se presenta en las figuras GG 15 y GG 16

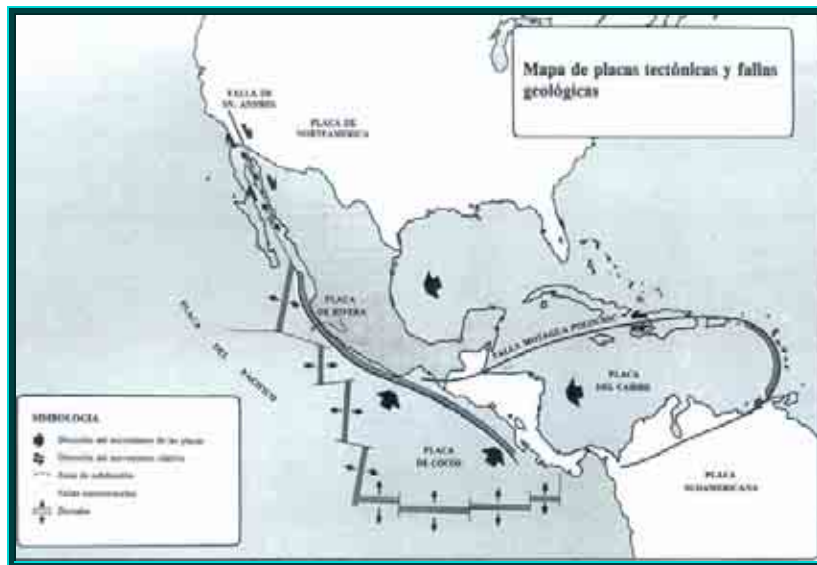


Figura GG15 Interacción de placas tectónicas (Instituto de Geofísica, UNAM)

En la figura GG16 La región A es considerada como región asísmica se debe entender que no acontecen eventos sísmicos); B y C acontecen eventos esporádicamente (son zonas afectadas por altas alteraciones del suelo, no sobrepasan el 70% de la gravedad); D son de alta frecuencia de ocurrencia y grandes sísmicos históricos.

La principal zona generadora de sismos está ubicada a 70 km al Sur de la desembocadura del Río Papagayo, en una franja conocida como Trinchera Mesoamericana o Fosa de Acapulco, que constituye el límite entre la placa oceánica de Cocos y la placa continental Norteamericana. La subducción que se presenta entre estas dos placas tectónicas genera fricciones, que provocan la liberación de energía sísmica en forma de terremotos de moderada y gran magnitud (mayores de 7 y 8 grados en la escala Richter). La zona más comprometida es precisamente la faja pacífica, donde se encuentra el área del proyecto.



Fig. GG16 Regionalización sísmica de México (Instituto de Geofísica, UNAM).

Otra zona sismogeneradora importante, se localiza paralela a la falla de La Venta, la que sigue una dirección NW - SE. De acuerdo con criterios técnicos, la extensión de los sismos abarca un radio de hasta 50 km (Mota, comun. pers.), por lo que el área de influencia del proyecto La Parota queda expuesta a movimientos sísmicos frecuentes e intensos.

Otras características estructurales, como fallas, fracturas y diaclasas, pueden estar asociadas a procesos tectónicos activos y, por consiguiente, a la generación de sismos. Estas características estructurales están distribuidas, de manera dispersa, en toda la zona de estudio. Especial énfasis deseamos recalcar en el bloque triangular del Cerro Los Mayos, pilar tectónico de cierre de la depresión de tipo graben, ubicada al Sur de la falla La Venta, y que corresponde al vaso del embalse del proyecto. Sobre esta estructura se profundiza en el inciso, dedicado a la geomorfología del territorio.

En el caso de la ocurrencia de sismos oceánicos con desplazamientos verticales de la corteza, típicos de la generación de tsunamis, pudieran presentarse la influencia de los mismos en la zona costera de los cordones litorales, que separan la Laguna de los Tres palos del Océano Pacífico.

#### **Riesgos de procesos de remoción en masa**

La remoción en masa incluye todos los desplazamientos de material a lo largo de las laderas, causados por agentes hídricos y gravitacionales, como deslizamientos de tierra, derrumbes, corrimientos de tierra, aludes y avalanchas. Son importantes, más aun en el caso de este territorio por su carácter sismoactivo, el desarrollo de sismodislocaciones como resultado de los estremecimientos sísmicos.



La mayor parte de estos procesos geomorfológicos se originan en terrenos con pendientes superiores a 20°, con substrato rocoso sedimentario o metamórfico, poco consolidado o muy intemperizado, en zonas de grandes precipitaciones y, por ende, de grandes volúmenes de escurrimiento superficial y subterráneo. Los procesos se acentúan cuando se elimina la cubierta vegetal, dejando descubierto al suelo y al substrato rocoso, o bien cuando se realizan modificaciones importantes al relieve.

En el área de influencia natural los procesos de remoción se presentan con frecuencia en las zonas de fuertes pendientes de las barrancas de los ríos Omitlán y Papagayo, y a la presencia de material fragmentado. Estos procesos se han acelerado fuertemente a partir de la construcción de la autopista México - Acapulco, en la porción inmediata a la presa La Venta, que ha originado conos de taludes activos y derrumbes. Estos conos de talud tienden a incrementar su tamaño y velocidad de formación, debido a la carencia total de cobertura vegetal. En este caso concreto, se sugiere la revisión de los documentos y estudios realizados durante la construcción de la Autopista, para conocer los detalles de estructura, composición, estabilidad, etc., de estos taludes.

En otras zonas se presentan, de manera dispersa, algunas geoformas que evidencian movimientos masivos de material rocoso y térreo, lo que a largo plazo podría afectar a algunas localidades, como es el caso del pueblo de Omitlán, donde la escuela primaria se encuentra en la parte baja de un cono activo.

Las zonas de pendientes suaves no presentan procesos de remoción en masa importantes, con excepción de las márgenes del Río Papagayo, en las cercanías del caserío La Parota y de La Venta Vieja, donde se presentan deslizamientos de laderas que no afectan las actividades económicas ni asentamientos humanos.

#### **Porosidad, permeabilidad y resistencia de las capas geológicas.**

En la zona de la boquilla, la roca por sus características litológicas es impermeable y sólo presenta permeabilidad secundaria, a través de las discontinuidades del macizo rocoso, tales como foliación, fracturas y fallas, situación que se corrobora con las pruebas de permeabilidad de los barrenos efectuados por CFE

De acuerdo con la información del estudio geológico realizado por CFE, en la zona de la boquilla se perforaron 9 barrenos. A ocho de los nueve barrenos se les hicieron pruebas de permeabilidad de tipo Lugeon, obteniéndose los siguientes resultados:

- Margen derecha del eje de la cortina: En esta margen se perforaron los barrenos 1, 3 y 5, con los cuales se determinó que la roca en esta zona es poco permeable.
- Cauce del Río Papagayo. Se perforaron 4 barrenos (2, 7, 8 y 9) y sólo a tres se les efectuaron pruebas de permeabilidad. Se observó que las rocas subyacentes al cauce del río, se consideran prácticamente impermeables, y sólo en casos muy localizados, donde el fracturamiento es intenso, no se pudieron hacer pruebas.
- Margen izquierda del eje de la cortina. En esta margen se perforaron los barrenos 4 y 6. Al igual que en la margen derecha, el estudio de CFE concluyó, que esta zona tiene una permeabilidad baja.

Los valores de permeabilidad obtenidos por CFE para la zona de la boquilla y del cauce del río, pueden extrapolarse para la mayor parte de la superficie del futuro embalse, debido a la similitud de las características litológicas y estructurales.

**Resistencia**

En la columna estratigráfica, mostrada en la figura GG17, se ilustran las diferentes capas geológicas y litológicas que conforman la zona de estudio.

Las más antiguas, constituidas por rocas metamórficas (esquistos y gneises) presentan un alto grado de compactación y una alta resistencia, cuando no se encuentran fuertemente fracturadas o intemperizadas.

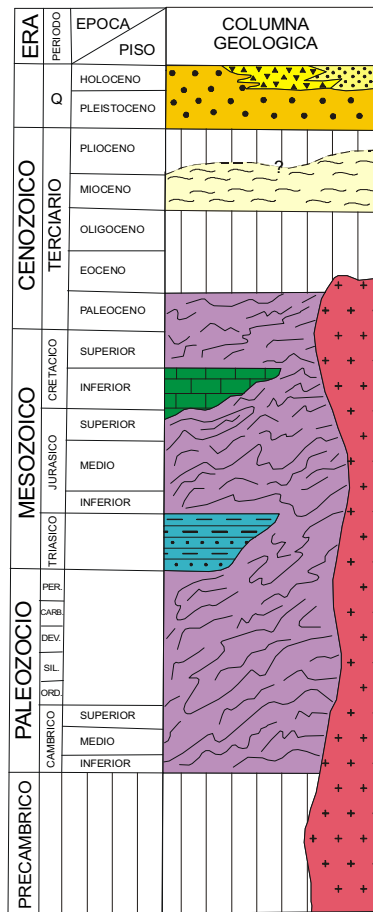


Figura GG17 Columna geológica del área del proyecto

Las capas correspondientes a la Formación Papagayo, compuesta por rocas volcánicas (piroclásticas, riolíticas y andesíticas) también poseen altos grados de resistencia e incluso pueden llegar a ser más estables que las rocas metavolcánicas del complejo Xolapa y Chapolapa.

Las calizas y dolomitas pertenecientes a la Formación Morelos, presentan un menor grado de resistencia que las anteriores formaciones, debido a la composición química y a los patrones de origen de las rocas calizas. Esta roca es altamente susceptible a la disolución química por el ácido carbónico soluble en agua, dando lugar a formaciones de tipo kárstico. Por otra parte, la poca plasticidad de la roca la hace más susceptible a los fenómenos estructurales de ruptura.

Por su parte, los depósitos aluviales del Cuaternario presentan los menores grados de resistencia, debido a que constituyen depósitos muy recientes, muy plásticos y poco consolidados. Sin embargo, se presentan en sitios muy reducidos y localizados en las márgenes del Río Papagayo.

En conclusión, se considera que las rocas que constituyen el substrato del área del proyecto, presentan condiciones adecuadas en cuanto a sus niveles de resistencia para contener el futuro embalse, con mínimos problemas de disolución, erosión e infiltración.

#### **IV. 1.1.5 Descripción del área de estudio.**

El uso del suelo es un factor que puede ser afectado tanto de forma local, directamente por las obras relacionadas con el proyecto hidroeléctrico, como de forma regional, por efectos indirectos derivados de la afectación a la población y a sus actividades económicas.

Por ello el estudio del impacto del proyecto hidroeléctrico sobre el uso del suelo tiene que hacerse a dos escalas distintas: una regional, correspondiente a una escala numérica de 1:250 000; y otra local, correspondiente a una escala numérica de 1:20 000.

#### **Área de estudio regional**

La delimitación del área de estudio regional obedece a la necesidad de identificar los impactos indirectos derivados de las afectaciones a los asentamientos humanos y a sus actividades económicas. Estas afectaciones, aún cuando de carácter local, tienen un efecto que va más allá de la zona cubierta por el embalse y sus obras auxiliares. Los efectos pueden presentarse incluso en zonas muy distantes, pero en cualquier caso su importancia depende en gran parte de la proximidad a la zona de impacto directo. Dependiendo del tamaño del proyecto y del número de pobladores y tipo de actividades afectadas, esta zona, en donde los efectos sobre el uso del suelo son significativos, puede alcanzar unas pocas decenas de kilómetros alrededor del proyecto.

Además, en esta delimitación deben considerarse otros factores. Como el principal efecto sobre el uso del suelo es el cambio en el mismo, debe tomarse en cuenta la posibilidad de cambio en las zonas aledañas: si la posibilidad es baja (sobre todo porque ya existen usos productivos o porque el territorio tiene posibilidades limitadas de aprovechamiento) entonces el área de estudio se reduce a las cercanías de la zona de impacto directo; si las posibilidades de cambio son altas (cuando no existen actividades productivas importantes o cuando existen recursos de agua o vegetación aprovechables) el área de estudio debe extenderse varias decenas de kilómetros.

Por otra parte, también debe considerarse que la obra tiene un impacto que depende de las condiciones de mediano y largo plazo de su operación. Estas condiciones pueden verse seriamente afectadas por el cambio del uso del suelo aguas arriba de la zona del proyecto, principalmente por el incremento significativo de la carga de sedimentos en los escurrimientos que fluyen hacia el embalse del proyecto. Por ello, es conveniente que el área de estudio regional incluya las cuencas hidrográficas que drenan en el embalse.

Por estas razones, el área de estudio regional quedó delimitada a la zona comprendida por tres cuencas hidrográficas adyacentes:

- La cuenca del río La Sabana, localizada al occidente de la zona del proyecto
- La cuenca del río Papagayo, localizada al norte y al sur de la zona del proyecto
- La cuenca del río Omitlán, localizada al oriente de la zona del proyecto

A esta superficie se agregó un polígono de proximidad (buffer) de 10 km para evitar problemas de manejo reinformación en los límites de las cuencas. El área de estudio regional puede verse en la figura CUS1 (Mapa 1 del anexo cartográfico).

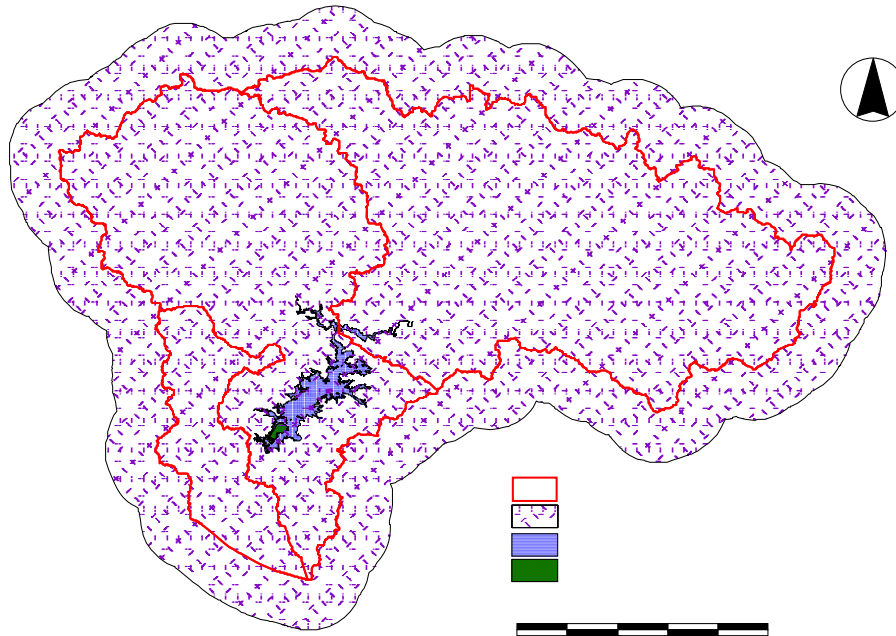


Figura CUS1. Área regional para el estudio del uso del suelo y del cambio del uso del suelo.

### Área de estudio local

Los impactos directos causados por el embalse y sus obras auxiliares se circunscriben a una zona más reducida que la anterior. Puesto que, en comparación, los impactos sobre el uso del suelo causados por las obras auxiliares son poco significativos en relación a los causados por el emplazamiento del embalse, esta zona de estudio queda delimitada por la zona del embalse.

En dicha zona se busca identificar los efectos causados por los impactos directos, más que los indirectos, consistentes en este caso por el cambio producido por la inundación del embalse y los posibles cambios en las cercanías de este como consecuencia de las posibilidades de aprovechamiento del recurso agua.

El área de estudio local queda en este caso delimitado a la zona del embalse y a la de un polígono de proximidad de 2 kilómetros a partir de la cota 180 msnmm, por corresponder esta al nivel máximo de las aguas de la obra. La extensión de esta zona puede verse en la figura CUS2 (Mapa 2 del anexo cartográfico).

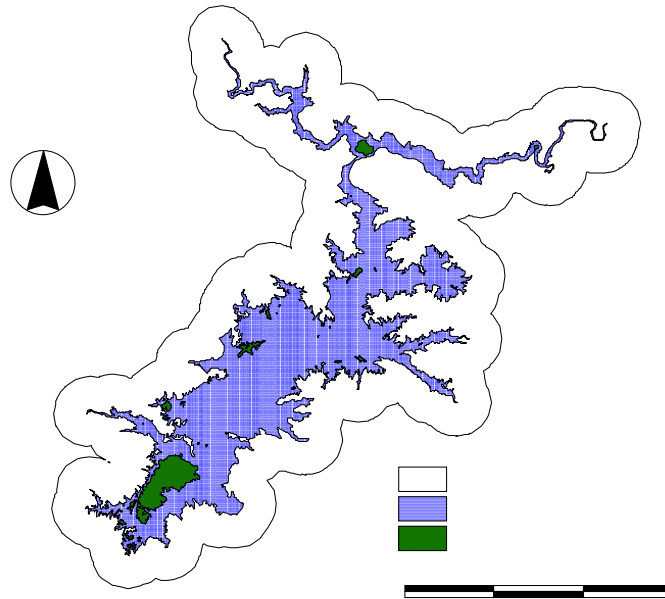


Figura CUS2. Área local para el estudio del uso del suelo y cambio del uso del suelo

#### IV.2.1.5 Caracterización del sistema ambiental regional

El uso del suelo en la región es mayoritariamente de vegetación natural, aunque en gran parte consiste en vegetación en diversos grados de alteración, extendiendo todavía zonas de vegetación natural importantes, aunque la superficie correspondiente a pastizales y cultivos fragmenta notoriamente el mosaico de vegetación natural, como se aprecia en la figura CUS3. El mapa del embalse con estas características está en el anexo cartográfico.

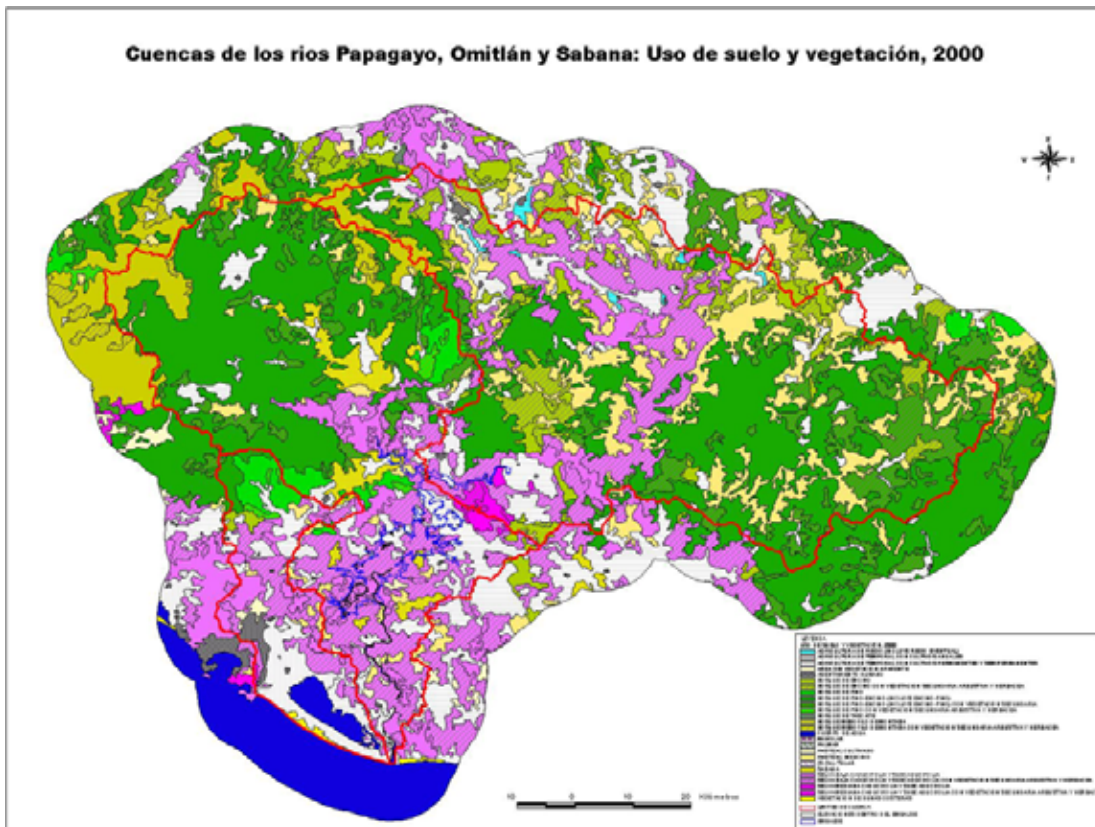


Figura CUS3. Mapa de uso del suelo y vegetación actual del área de estudio regional. En tonos verdes se muestra la vegetación de bosques; en tonos rosa se indica la vegetación correspondiente a selvas; en tonos amarillo y blanco se señala la cobertura de usos agropecuarios; en tono gris se marca la ubicación de los principales centros urbanos, Fuente: Inventario Nacional Forestal 2000

Las superficies correspondientes a cada uno de los principales usos/cubiertas del suelo se listan en la Tabla CUS1, y en la figura CUS4.

Por extensión, el uso del suelo principal es de bosques, correspondiendo un 50% de la superficie total a bosques de pino, encino y bosques mixtos, así como a bosques de estas especies con diversos grados de alteración. Estas zonas se encuentran principalmente en las zonas montañosas.

Los tipos de uso correspondientes a actividades antrópicas, urbano, pastizales y agricultura, ocupan el 25% del área total. Las zonas ocupadas con estos tipos de uso del suelo se encuentran dispersas en toda la región y ocupan las áreas más favorables para estas actividades, principalmente las que corresponden a relieve relativamente plano.

El tercer tipo de cubierta del suelo corresponde a las selvas, baja caducifolia y mediana, con un 20% de la superficie total. En este caso, las selvas con diversos grados de alteración tienen una mayor extensión que las selvas originales.

El resto de la superficie de la región, 5%, se encuentra ocupado con otros usos, principalmente por la Laguna de Tres Palos, en la zona costera.

En general, en las partes altas de la región, el uso del suelo se encuentra dominado por vegetación natural, aunque existe una tendencia creciente a su alteración. En las zonas bajas, dominan las actividades antrópicas por lo que los usos agropecuarios ocupan un área relativamente importante, así como la intensa alteración de las selvas por extracción de individuos maderables para leña, construcción o fabricación de muebles.



Tabla CUS1. Tipos de vegetación y uso del suelo en 2000 (Fuente: Inventario Nacional Forestal 2000).

Tipos de uso de suelo y vegetación 2000	Abreviación	Hectáreas
Agricultura de riego (incluye riego eventual)	R	2,478
Agricultura de temporal con cultivos anuales	TA	170,340
Agricultura de temporal con cultivos permanentes y semipermanentes	TP	24,070
Asentamiento humano	AH	9,426
Bosque de encino	Q	38,921
Bosque de encino con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	Qs	41,859
Bosque de pino	P	22,228
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino)	PQ	356,950
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino) con vegetación secundaria	PQs	117,403
Bosque de pino con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	Ps	5,329
Bosque de tascate	T	427
Bosque mesófilo de montaña	M	59,884
Bosque mesófilo de montaña con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	Ms	8,028
Cuerpo de agua	CA	58,208
Manglar	Ma	585
Palmar	Pa	384
Pastizal cultivado	C	7,980
Pastizal inducido	I	116,127
Sabana	S	18,769
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	Bcs	64,231
Selva baja caducifolia y subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	Bcss	191,324
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia	Mcs	5,109
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	Mcss	3,457
Vegetación de dunas costeras	Vu	1,749
TOTAL		1,325,265

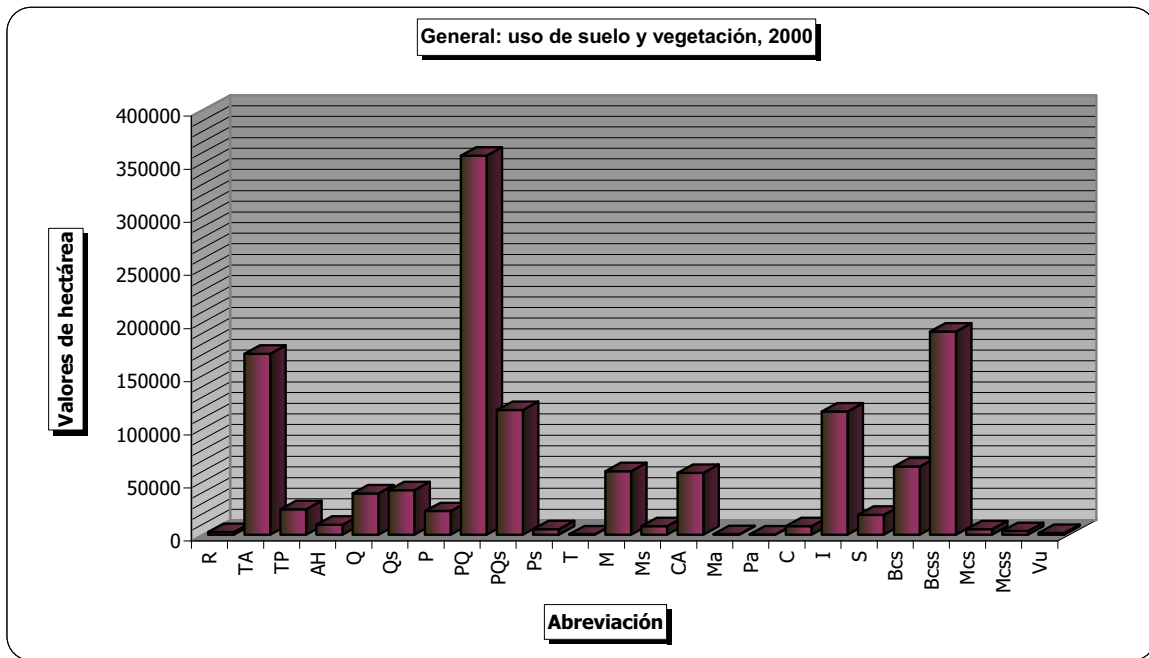


Figura CUS4. Gráfica que ilustra las superficies ocupadas por los principales tipos de uso del suelo actual en la región. El orden y las abreviaturas corresponden a los mostrados en la Tabla CUS1.

La evaluación del posible impacto de la construcción y operación de una planta hidroeléctrica sobre el recurso suelo debe considerar impactos directos e indirectos sobre los potenciales y funciones de los suelos. Bajo impactos directos se entienden aquellos producidos por las acciones relacionadas con la construcción de la planta hidroeléctrica, como lo es la edificación de la cortina y la creación del embalse, la instalación y aprovechamiento de bancos de materiales, la construcción de caminos, la instalación de un campamento durante la construcción, etc. Los impactos indirectos se producen por los posibles cambios hidrológicos (cuenca arriba y cuenca abajo), microclimáticos (asociados con la instalación del embalse), de cambio de uso del suelo (reubicación de asentamientos humanos, posibilidades de riego agrícola, crecimiento poblacional, entre otros), que son desencadenados por la obra.

Un suelo puede tener varios potenciales, pero sólo desempeña algunas funciones particulares, dependiendo del uso que se le esté dando al momento de la evaluación. Aquí es importante resaltar, que los potenciales tienen una estructura jerárquica, siendo los potenciales bióticos los que se encuentran en un nivel superior a los abióticos, y éstos, a su vez, en un nivel mayor que los de área. Lo anterior implica que al utilizar un potencial de menor jerarquía se limitan e incluso destruyen potenciales de mayor jerarquía (Stahr, 1985; Stahr y Renger, 1986).

En este apartado se caracteriza y analiza el suelo en las principales categorías de relieve del área de estudio, identificadas a partir del mapa de tipos de relieve realizado por el grupo de geomorfología dentro del marco de este estudio. Como resultado se presenta un mapa de unidades morfopedológicas de la zona donde se ubicará el embalse, así como del área que se ubica río debajo de la cortina. El mapa está acompañado por un texto explicativo y una descripción y caracterización de las unidades de suelo típicas. También se presenta un mapa de calidad edafo-ecológica de sitio, el cual sirve como base para análisis de aptitud del suelo. Adicionalmente se presenta un diagnóstico del estado actual del área de estudio en términos de degradación del suelo por erosión. La información presentada en este capítulo conforma la base para el diagnóstico edafológico del entorno donde se pretende ubicar la hidroeléctrica y sus tendencias de cambio, además de brindar la plataforma para poder evaluar y caracterizar los posibles impactos sobre el recurso suelo que se deriven de esta actividad.

#### **IV.1.1.4 Delimitación del área de estudio e influencia del proyecto**

El área de estudio considerada en el subproyecto Suelo comprende las cuencas de los ríos Omitlán y Papagayo. Los límites del área están dados por el parte aguas de dichas cuencas. Se definió un área de afectación y un área de influencia según los siguientes criterios:

**Área de Afectación.**- de emplazamiento directo de la obra (cortina), su infraestructura asociada (caminos, bancos de material, campamentos, cuartos de máquinas, obras de toma y desvío) y el área que será inundada por el embalse. Estos estudios se realizaron a escala semi-detallada.

**Área de influencia.**- aquella que será afectada por la realización de la obra y operación de la hidroeléctrica (aguas debajo de la cortina), o bien aquella área que podrá afectar la adecuada operación de la presa (aguas arriba del embalse).

**A.I. aguas arriba.**- el área de influencia indirecta aguas arriba del embalse estará dada por las **subcuencas del río Papagayo y del río Omitlán**, ya que éstas son fuentes de aporte de sedimentos producto de la erosión del suelo en lugares sin vegetación o con una cubierta de selva baja caducifolia poco densa y fuertes pendientes.

Los sedimentos y material vegetal son transportados actualmente por el río hacia el mar; de realizarse el proyecto quedarán atrapados en el embalse contribuyendo a su azolve. Estos estudios se realizaron a un nivel menos detallado (escala regional 1:500,000).

**A.I. aguas abajo.**- corresponde al área que cubre el efecto derivado de la reducción del caudal del río Papagayo a partir del sitio de ubicación de la cortina y hacia su desembocadura en el mar. Se incluyen ambos lados de la planicie de inundación del río, el delta del mismo y las áreas agrícolas que se irrigan por esta corriente. Estos estudios se realizaron también a escala semi-detallada (1:100,000).

La ubicación espacial de estas áreas se aprecia en los mapas S1a y S1b (Anexo S1).

#### **IV.2.1.4 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional**

A continuación se describe y analiza el recurso suelo en el área de estudio del proyecto hidroeléctrico. Cabe mencionar que los incisos en la guía para la elaboración de este apartado han sido ampliados a fin de dar cabida a una mejor caracterización y análisis de este factor ambiental. Ello permitirá contar con mayores elementos para identificar adecuadamente a los impactos ambientales.

##### **IV.2.1.4.1.- Propiedades y atributos del suelo**

###### **a) Tipos de suelo en el área de estudio. (se incluye un mapa morfopedológico del área de afectación en el anexo S1, mapa S2)**

Se identificaron suelos pertenecientes a 10 unidades y a 24 subunidades de suelos, según el sistema de clasificación WRB (1999). Su distribución en el área de estudio está dada principalmente por los distintos materiales parentales (o litología superficial) que conforma las grandes unidades de relieve de la región y a las geoformas específicas de cada unidad de relieve. Para hacer el mapa morfopedológico la base fue la cartografía de tipos de relieve realizada en el estudio geomorfológico. Este mapa muestra las grandes unidades de relieve y distingue 8 pisos altitudinales y 5 categorías petromórficas. Dado que no se identificaron diferencias en el patrón de distribución de los suelos en función de los pisos altitudinales, se simplificó el mapa de relieve, considerando únicamente una clase de lomeríos (en lugar de lomeríos bajos y altos) y una clase de montaña (en vez de una clase de premontaña y otra de montaña), además de las diferentes clases de llanuras.

Se consideró importante incluir la zona de afloramiento de rocas metavolcánicas en las inmediaciones de La Venta. A pesar de abarcar un área restringida, estos materiales y los suelos que se desarrollan a partir de los mismos presentan características que los hacen vulnerables a ser erosionados. Es por ello que decidimos mapearlos como una clase de lomeríos sobre rocas metavolcánicas.

En las principales unidades de relieve y sobre todo en aquellas ubicadas dentro del área de afectación directa de la obra, se realizaron descripciones de suelo a lo largo de transectos (catenas) a través de las geoformas de cada unidad de relieve (cresta o cima, ladera alta, ladera media o baja, pie de ladera y valle), con el fin de reconocer el patrón de distribución de suelos en la región. La descripción detallada de cada perfil, así como su fotografía se presentan en el anexo S2. Una vez levantadas las catenas de suelo se analizaron en función de su pertenencia a las distintas unidades de relieve y se reconoció que el patrón de distribución de suelos está dado a escala media de

observación por la litología superficial, y a escala grande por la geoforma y su inclinación. El mapa morfopedológico se realizó entonces considerando las unidades de relieve y cruzando a éstas con un mapa de pendientes.

En total se describieron 41 perfiles de suelo, los cuales fueron muestreados por horizonte genético, dando un total de 218 muestras a las que se les hicieron análisis físicos y químicos en laboratorio.

Adicionalmente se hicieron múltiples observaciones en campo en cortes de camino y con barrenas de 1 m de profundidad para verificar los límites entre unidades.

En la tabla S1 se presentan los diferentes tipos de suelos encontrados en el área de estudio. En el mapa S2 del Anexo S1 se presenta la distribución de dichos suelos por unidad de relieve y geoforma; conformando un mapa morfopedológico. Este mapa abarca el área considerada por el grupo de geomorfología, es decir la parte baja de las cuencas Papagayo-Omitlán, en las cuales pudiera haber impactos por la realización de la obra. Las partes medias y altas de la cuenca, es decir, aquellas de las que proviene predominantemente la carga de sedimentos del río Papagayo, se cartografiaron a una escala más chica y bajo criterios litológicos y morfodinámicos (inciso IV.2.1.4.2.) 1c)) con el fin de generar un mapa de afectación actual por procesos de erosión hídrica.

Tabla S1.- Tipos de suelo por unidad geomorfológica en el área de estudio. Clasificación según WRB (1999).

<b>Tipo de Relieve (material parental)</b>	<b>Geoforma</b>	<b>Perfil</b>	<b>Tipo de suelo (WRB 1999)</b>
Llanura de barra costera	Cordones costeros Depresiones entre cordones	Barreno Barreno	Arenosoles calcáricos Gleysoles tíonicos
Llanura palustre costera	Planicie	Barreno	Gleysoles tíonicos
Llanuras fluviales (Salsipuedes)	Alta Media Baja	I-7 I-6 I-5	Feozem páquico Fluvisol eútrico Fluvisol eútrico
Llanuras Fluviales (Tlalchocohuite)	Alta Talud Baja	II-3 II-2 II-1	Feozem háplico Leptosol mólico Fluvisol arénico
Llanura fluvial (Alto del camarón)	Terraza alta	II-16	Fluvisol eútrico
Valle colgado (aluvial) (Xaltianguis)	Valle	II-22	Feozem gléyico
Llanuras Marinas (gneis) (La Estación)	Cima Ladera convexa Ladera cóncava Interlomas Valle tectónico (abra)	I-1 I-2 I-3 I-4 I-12	Cambisol esquelético Regosol esquelético Regosol esquelético Feozem abruptico Vertisol pélico
Llanuras Marinas	Cresta	I-10	Cambisol esquelético

(gneiss) (Parotillas)	Ladera convexa Ladera cóncava Valle interlomerío	I-8 I-9 I-11	Regosol esquelético Regosol esquelético Fluvisol eútrico
Lomeríos altos Sobre gneis (La Venta)	Cima alta Cima baja Ladera convexa Ladera cóncava Interlomas	I-21 I-20 I-19 I-18 I-17	Cambisol esquelético Cambisol endoesquelético Regosol esquelético Cambisol esquelético Lixisol crómico
Lomeríos medios Sobre roca metavolcánica (influencia paleo- fluvial) (La Venta)	Cima Ladera convexa	I-16 <sup>a</sup> I-16 <sup>b</sup>	Cambisol esquelético Lixisol estágnico
<b>Tipo de Relieve (material parental)</b>	<b>Geoforma</b>	<b>Perfil</b>	<b>Tipo de suelo (WRB 1999)</b>
Lomeríos bajos Sobre roca Metavolcánica (influencia paleo- fluvial) (La Venta)	Cima Ladera convexa Ladera concave	I-13 I-14 I-15	Cambisol esquelético Regosol esquelético Regosol léptico
Lomerío (Gneiss) (Alto del camarón)	Cima convexa Ladera recta Piedemonte	II-15 II-14 ---	Cambisol esquelético Regosol esquelético Regosol endoesquelético
Montaña (gneis) (Xolapa)	Ladera recta alta Ladera recta baja Piedemonte	II-17 II-18 II-19	Regosol esquelético Regosol endoesquelético Cambisol eútrico
Lomeríos (granito) (Tlalchichuite- Las Piñas)	Ladera convexa Ladera cóncava Valle	II-5 II-7 II-4	Lixisol crómico Lixisol crómico Feozem háplico
Montaña (granito) (El Puente)	Cima Ladera convexa Ladera cóncava Piedemonte	II-8 II-9 II-10 II-11	Leptosol lítico Cambisol crómico Lixisol crómico Cambisol crómico
Montaña (granito) (Tierra Colorada)	Ladera convexa	II-12	Regosol dístrico y Leptosol lítico
Montaña (calizas) (Omitlán)	Cimas y laderas Pie de ladera	Barreno II-13	Leptosoles líticos y réndzicos Lixisol crómico
Montañas (terrígenos) (Omitlán)	Cimas y laderas	Barreno	Regosol étrico Cambisol étrico

Montaña (esquistos) (El Aguacate)	Ladera recta alta	II-20	Acrisol véptico
Lomerío extendido (areniscas) (El Aguacate)	Cima	II-21	Acrisol véptico

Las catenas con los perfiles de suelo correspondientes se presentan en las figuras S1(a–h). A continuación describimos brevemente las catenas o asociaciones de suelo identificadas.

Catena Arenosoles calcáricos y Gleysoles tínicos en la Llanura de barra costera:

La llanura de barra costera está conformada por una secuencia de cordones costeros de material arenoso. Los cordones más cercanos a la línea de costa son los más jóvenes, mientras que aquellos inmediatos a la orilla de la Laguna Tres Palos son más antiguos. Sobre los cordones se han desarrollado suelos de tipo Arenosol calcárico que tienden a evolucionar a Regosoles arénicos y Cambisoles éutricos con el tiempo y en función de que se establezcan por una cubierta vegetal y dejen de recibir aportes de sedimentos arenosos. Son suelos de texturas gruesas y muy gruesas (arenas a arenas francas), bien drenados, con bajos contenidos de materia orgánica y nutrientes, con carbonatos de calcio en las áreas cercanas a la línea de costa (zonas de formación reciente) y valores pH ligeramente alcalinos.

Reciben aportes de sales por deposición atmosférica marina, las cuales son lavadas del perfil del suelo por la lluvia, por lo que los contenidos de sal se mantienen bajos.

Entre cordones se forman pequeñas hondonadas, las cuales particularmente tierra adentro y en las inmediaciones de la Laguna Tres Palos se encuentran saturadas de agua o con el manto freático cercano a la superficie. Aquí se presentan suelos de tipo Gleysol tónico, es decir suelos de texturas medias, con el manto freático en los primeros 50 cm desde la superficie, y con un alto contenido de sulfuros precipitados en estos sedimentos bajo ambientes anaerobios y a partir de aguas marinas.

En esta unidad únicamente se hicieron barrenaciones.

Catena de Gleysoles tínicoscosos en la Llanura palustre costera

Esta unidad se encuentra saturada con agua la mayor parte del año. Está cubierta por tular y manglar y sus suelos son de tipo Gleysol tónico. Se caracterizan por estar, ya sea inundados o con el manto freático a menos de 50 cm de profundidad. Los sedimentos que los conforman contienen compuestos sulfídicos debido a la influencia de aguas marinas. También esta unidad se caracterizó únicamente a través de barrenaciones, aunque se colectaron muestras de las barrenas para análisis de conductividad eléctrica con el fin de caracterizar el grado de salinización de estos sitios.

Catena de Fluvisoles arénicos y éutricos y Feozems háplicos o páquicos en las Llanuras Fluviales

En las Llanuras fluviales del río Papagayo se han desarrollado varios niveles de terrazas fluviales (Figura S1a). Como catena tipo presentamos la secuencia de tres niveles de terraza formados frente a la localidad de Salsipuedes. En la terraza más baja se encuentra un suelo de tipo Fluvisol éutrico conformado por varios paquetes de sedimentos aluviales gruesos y de gran espesor. Es un suelo sometido a aportes continuos de sedimentos, lo que no permite el desarrollo de horizontes edáficos ni la

acumulación de materia orgánica (menos de 2%), de texturas gruesas y bien drenado. En el segundo nivel de terrazas se encuentra también un Fluvisol, pero de texturas franco-arenosas, con una mayor acumulación de materia orgánica (hasta 4%) y menos pedregoso. En estos suelos se cultivan diversos cultivos anuales y también frutales. En la terraza alta se encuentran suelos de tipo Feozem háplico o páquico, dandole una mayor estabilidad en términos morfológicos y un desarrollo de suelo más avanzado. Aquí las texturas ya son medias (franco limosas a franco-arcillo-limosas) y se presenta ya una acumulación de materia orgánica importante (hasta 7% en el horizonte superficial). Los valores pH se encuentran en intervalos ligeramente alcalinos, predominantemente.

También se describieron suelos en la Llanura Fluvial a la altura del poblado Tlalchocohuite, donde se observaron dos niveles de terraza correspondientes a Fluvisoles arénicos y Feozems háplicos. Igualmente en el ejido Alto del Camarón se observan dos niveles de terraza, con Fluvisoles arénicos en el primero y Fluvisoles éutricos en el segundo (sólo se hizo perfil en este último).

#### Feozems háplicos en valles colgados

Se describió un perfil dentro de un valle colgado, el cual correspondió a un Feozem gléyico. Esta unidad de relieve abarca superficies relativamente pequeñas dentro de la zona de estudio. El suelo en Xaltianguis se caracteriza por ser de textura franca, ligeramente ácido y con un contenido medio de materia orgánica en su capa superficial.

#### Catena de Cambisoles esqueléticos-Regosoles esqueléticos, Feozems abruptos y Vertisoles pélicos en Llanuras Marinas sobre gneis

Las Llanuras Marinas sobre gneis están conformadas por lomeríos muy suaves separados entre sí por amplias zonas planas. En la figura S1b) se esquematiza la catena de suelos que se describió cerca de la localidad La Estación, y en la figura S1c) aquella descrita cerca del poblado Parotillas. Ambas catenas muestran suelos de tipo Cambisol esquelético en las cimas de la respectiva loma, mientras que en posición de ladera hay suelos de tipo Regosol esquelético, En los valles intralomeríos se desarrollan predominantemente suelos de tipo Feozem (hápicos o abruptos), pero en la cercanía de arroyos perennes también se observan Fluvisoles éutricos. También hay dentro de las planicies estructurales una zona de drenaje deficiente y plana, que parece corresponder a un valle tectónico, en la cual describimos un suelo de tipo Vertisol.

La principal característica de los suelos en las lomas, es que son suelos muy pedregosos, de desarrollo incipiente en las laderas, debido a los procesos de erosión, mientras que en posiciones de cresta o cima, el desarrollo de suelo es un poco mayor, dando origen a suelos de tipo Cambisol. En las partes planas los suelos se forman a partir de materiales coluviales o aluviales.

#### Catenas en la zona de lomeríos

En la unidad de relieve de Lomeríos se distinguen aquellos conformados a partir de rocas graníticas (predominantemente granodiorita) de aquellos formados sobre gneis y rocas metavolcánicas. Se describieron catenas de suelo en las tres unidades:

#### Lixisoles crómicos y Feozems háplicos en lomeríos sobre granito

En la zona ubicada entre el poblado de Tlalchocohuite y Las Piñas se describieron tres suelos a lo largo de una catena que abarcó la ladera alta, la ladera media y un pie de



ladera – valle intralomerío. Los suelos correspondieron a Lixisoles crómicos en ambas laderas y un Feozem háplico en la zona de menor pendiente. (Figura S1d).

Cambisoles esqueléticos-Regosoles esqueléticos en lomeríos sobre gneis.

En el ejido Alto del Camarón se describieron suelos a lo largo de una catena que va de la cima por ladera y hasta el piedemonte del lomerío. Se encontraron suelos de tipo Cambisol esquelético en la cima, Regosoles esqueléticos en la ladera y Regosoles endoesqueléticos en el piedemonte (Figura S1e).

Catena de Cambisoles esqueléticos-Regosoles esqueléticos y Lixisoles crómicos y estágnicos en lomeríos sobre gneis y roca metavolcánica.

En la zona de La Venta los lomeríos están conformados por gneis en sus pisos altitudinales más altos, mientras que en pisos altitudinales medios y bajos hay una franja en la que afloran rocas metavolcánicas (milonitas) (Figura S1f). La franja sólo abarca una franja relativamente pequeña, sin embargo estos materiales son muy frágiles y vulnerables a ser erosionados por lo que decidimos muestrearlos y mapearlos. Para la delimitación del área nos basamos en el trabajo publicado por Riller et al. (Riller, 1992). En los lomeríos sobre gneis se desarrollan suelos de tipo Cambisol esquelético en las cimas de lomerío, mientras que en las laderas hay Regosoles esqueléticos. En las zonas intralomerío encontramos Lixisoles crómicos. Para la zona en la que afloran las rocas metavolcánicas la clasificación de los suelos es la misma, pero los suelos difieren en sus propiedades, como se describe en el siguiente apartado.

Catenas sobre unidades de Premontaña y Montaña

En las zonas de premontaña y montaña los suelos se distribuyen en relación al tipo de roca que las constituye. Distinguimos suelos formados a partir de rocas calizas y sedimentarias terrigenas, rocas graníticas y gneis dentro del área de las cuencas medias de los ríos Papagayo y Omitlán. Además se muestreó una zona en la cuenca alta/media del Omitlán (río Azul) en una zona donde afloran esquistos y areniscas, dado que se estima que de estas zonas viene una proporción importante de sedimentos transportados por el río Omitlán.

Catena Regosol esquelético-Cambisol éutrico sobre Montañas de gneis

En la zona de Xolapa se hizo una catena de la ladera alta, ladera media y el piedemonte (Figura S1g). Se encontraron Regosoles esqueléticos en la ladera y un Cambisol éutrico en el piedemonte.

Catena Leptosol lítico-Cambisol crómico-Lixisol crómico-Cambisol crómico en montañas sobre rocas graníticas

En la zona de la localidad de El Puente (Estación de microondas) se describieron perfiles en posición de cresta, ladera alta convexa, ladera media y piedemonte (Figura S1h). En la cresta aflora la roca madre en la superficie y el suelo corresponde a un Leptosol lítico. En la ladera alta convexa el desarrollo del suelo es intermedio, resultando un suelo de tipo Cambisol crómico. La ladera media muestra el suelo más desarrollado, que es un Lixisol crómico, mientras que el piedemonte nuevamente muestra un Cambisol crómico.

También se muestreó otro perfil en una zona que corresponde a esta unidad de relieve cerca de Tierra Colorada. Se trata de una ladera cubierta por grandes bloques graníticos o granodioríticos. Aquí se encontró una asociación de suelos de tipo Regosol dístico entre bloques mientras que los bloques conforman una unidad de Leptosoles líticos.

Catena de Leptosoles réndzicos y Lixisoles crómicos en Montañas sobre roca caliza

En la zona de roca caliza al sur y suroeste de Omitlán los suelos son de tipo Leptosol lítico y réndzico y Lixisol crómico. Los Leptosoles se encuentran en las cimas y laderas, mientras que en depresiones y pie de ladera se llegan a desarrollar suelos de tipo Lixisol.

**b) Características fisicoquímicas y edafoecológicas del suelo.**

Los perfiles de suelo se describieron en campo, se tomaron muestras de cada horizonte identificado, que se analizaron en laboratorio para determinar sus características físico-químicas. A partir de las determinaciones de campo y laboratorio se obtuvieron las características edafo-ecológicas del suelo en cada sitio bajo estudio. Éstas se presentan de manera sintética en la tabla S2, mientras que la descripción de los rasgos pedogenéticos y las características edafo-ecológicas de cada perfil de suelo se presenta en el anexo S2g Asimismo los datos de laboratorio completos (detallados por horizonte de suelo) se incluyen en el anexo S2f





Para elaborar el mapa de calidad edafo-ecológica de sitio (mapa 3 del anexo S1) se analizaron las características edafo-ecológicas de cada perfil de suelo (Tabla S2). Para asignar la clase de calidad se consideró a la unidad de suelo dominante en cada unidad de relieve. Sin embargo, cada unidad de relieve representa a una asociación de diferentes unidades de suelo. Por ello, en la tabla S3 se presentan las respectivas superficies de cada unidad de suelo por unidad de relieve determinadas a partir del cruce del mapa de tipos de relieve con el mapa de pendientes.

Tabla S3.- Porcentaje de la superficie de cada unidad de relieve que corresponde a las unidades de suelo dominantes (1ª), secundarias (2ª) y terciarias (3ª), así como clase edafo-ecológica de sitio correspondiente (valor entre paréntesis).

unidad morfopedológica	unidad de suelo (% de la superficie total)		
	1ª	2a	3a
Lgr - RGd + LPq	67 (3/4)	33 (6)	
LFal - FLar + FLe	50 (2)	50 (1)	
LFal - PH	100 (1/2)		
LFal - PH + FLe	25 (1)	75 (2)	
LFal - PH + RG	59 (2)	41 (3/4)	
Lgn - RGeq + CMeq	83 (5)	17 (3/4)	
Lgn - RGeq + CGeq + LXeq	70 (5)	15 (3/4)	15 (3)
Lgr - PHh + RGd	55 (2)	45 (4)	
Lgn - PH + RGeq	60 (2/3)	40 (5)	
Lgn - PH + CMx + RGeq	60 (2)	30 (4)	10 (5)
Lgr - RGeq + CM	80 (5)	20 (4)	
Lmv - RGq + Cmeq	80 (4/5)	20 (3/4)	
Mgn - RGeq	100 (5)		
Mcx - LPq + LPk + LXx	45 (6)	40 (6-5)	5 (4)
Mgn - RGeq + CMeq	80 (5)	20 (4)	
Mgn - RG + CMx + LXx	70 (5)	15 (4)	15 (4)
Mgr - RGd	100 (4)		
Mgr - RGd + LPq	70 (4)	30 (6)	
Mgr - RGd + CM	80 (4)	20 (3)	
Mgr - LPq + RGd	55 (6)	45 (4)	
Mgr - PH + RGd	70 (2/3)	30 (4)	
Mgr - RGd + CMx	80 (4)	20 (3)	
Mig - RGq	100 (5)		
Pegn - RGeq + CMeq	70 (5)	30 (4)	
LPal -GL+Fla	80 (6)	20 (3)	
LBar - ARc + GL	90 (4)	10 (6)	
LFal - FLar + FLe	50 (2)	50 (1)	
LFal - PH	100 (1)		
Lgn - RGeq + CMeq + LX	75 (5)	15 (4)	10 (3)
Mgr - RGd + LPq	80 (4)	20 (6)	
Mgn - RGeq + CMeq	75 (5)	25 (4)	
PEgn - VR + PH + FL	50 (2)	40 (1/2)	10 (2/3)
PEgn - RGeq + CMeq + LXx	70 (5)	20 (4)	10 (3/4)
PEgn - RGeq + LXx	90 (5)	10 (3/4)	
PEgn - RGeq + CMeq	70 (5)	30 (4)	
PEgn - PH	100 (2)		

Lo anterior se hizo con base en que las catenas de suelo mostraron una clara relación entre la pendiente y posición en el relieve y la distribución de las unidades de suelo dentro de cada unidad de relieve. Además se indica entre paréntesis la clase de calidad de sitio correspondiente a cada unidad de suelo.

La calidad edafo-ecológica de sitio se refiere a la capacidad de un sitio determinado de ofrecer soporte, agua, oxígeno, calor y nutrimentos a los organismos, particularmente a las plantas, que se establezcan en él. Su caracterización incluye principalmente propiedades del suelo, pero también considera atributos del relieve que influyen en el balance hídrico, de aireación, de calor y de nutrimentos del sitio. Para determinar la clase de calidad de sitio se consideró en primer lugar a la capacidad de retención de agua aprovechable del suelo así como la capacidad total de retener agua contra la gravedad (capacidad de campo). Lo anterior se hizo considerando que el abastecimiento de agua es el principal factor que limita la productividad vegetal en la zona. Como siguientes criterios se consideraron parámetros que restringen fuertemente el desempeño de un gran número de especies, como lo son la falta de espacio radicular (alta pedregosidad o presencia de roca consolidada en superficie, o anegamiento durante la mayor parte del año) así como la presencia de sustancias tóxicas como aluminio intercambiable o sales. Finalmente se consideraron bajos contenidos de nutrimentos en el suelo. Se establecieron 6 clases de calidad en función del número de restricciones presentes en los diferentes tipos de suelo, siendo la clase 1 aquella que no presenta restricciones y la clase 6 aquella en la que únicamente especies altamente adaptadas pueden desarrollarse.

En la tabla S4 se muestran las superficies en hectáreas correspondientes a cada clase dominante de calidad ecológica de sitio por ejido en la zona de afectación así como el porcentaje del área total del ejido. (*Clasificación de la World Referente Base Foz Solí Rezurces*).

Los terrenos de clase 1 y 2 son los más aptos para cultivos agrícolas anuales, como lo son el maíz, frijol y hortalizas. Los suelos de tipo Fluvisol arénico son particularmente aptos para la sandía y las palmeras cocoteras, sobre todo en los sitios cercanos a la costa, que pueden presentar concentraciones de sales solubles. Los terrenos de clase 3 son moderadamente aptos para cultivos anuales; su principal restricción es la baja capacidad de retención de agua disponible. Mientras que los terrenos de clases 4 y 5 son más aptos para cultivos perennes (frutales) o para usos forestales, dada la alta pendiente y pedregosidad del terreno.

Para definir la aptitud particular de cada unidad de terreno para usos específicos es necesario realizar un análisis más detallado comparando la calidad de sitio (es decir la oferta ambiental del medio físico) con las demandas particulares de cada uso o sistema de utilización de la tierra. Las diferentes especies de plantas y cultivos tienen requerimientos muy variables y particulares a la calidad del sitio, por lo que los análisis de aptitud deben hacerse específicamente para cada especie. Dada la baja disponibilidad de agua en la zona, los cultivos más aptos resultan ser aquellos que tienen un ciclo vegetativo corto y no demandan mucha agua. Cultivos que resultan particularmente atractivos en esta zona son la jamaica, la semilla de calabaza, la sandía y algunos frutales, como el ciruelo, los cítricos, el mango y la papaya.

Tabla S4. Superficie total de cada ejido del área de afectación y superficie por clase de calidad de suelo en hectáreas y en porcentaje de la superficie total del ejido.

Ejido	Calidad del suelo	Superficie [ha]	[%]
Bienes Comunes Agua Zarca de I	Clase 1	168.50	3.71
Bienes Comunes Agua Zarca de I	Clase 2	38.75	0.85
Bienes Comunes Agua Zarca de I	Clase 3	637.50	14.02
Bienes Comunes Agua Zarca de I	Clase 4	2806.00	61.72
Bienes Comunes Agua Zarca de I	Clase 5	895.25	19.69
		<b>4546.00</b>	<b>100.00</b>
Bienes Comunes Cacahuatpec Su	Clase 1	1157.50	3.78
Bienes Comunes Cacahuatpec Su	Clase 2	5105.25	16.67
Bienes Comunes Cacahuatpec Su	Clase 4	16034.25	52.36
Bienes Comunes Cacahuatpec Su	Clase 5	8314.00	27.15
Bienes Comunes Cacahuatpec Su	Laguna	10.75	0.04
		<b>30621.75</b>	<b>100.00</b>
Bienes Comunes de Chautipa	Clase 2	42.00	1.60
Bienes Comunes de Chautipa	Clase 4	423.00	16.13
Bienes Comunes de Chautipa	Clase 5	2157.25	82.27
		<b>2622.25</b>	<b>100.00</b>
Bienes Comunes Dos Caminos y A	Clase 2	157.50	3.80
Bienes Comunes Dos Caminos y A	Clase 3	1062.50	25.64
Bienes Comunes Dos Caminos y A	Clase 4	634.50	15.31
Bienes Comunes Dos Caminos y A	Clase 5	2136.25	51.56
Bienes Comunes Dos Caminos y A	Clase 6	152.75	3.69
		<b>4143.50</b>	<b>100</b>
Ejido Agua de Perro	Clase 2	73.00	4.41
Ejido Agua de Perro	Clase 4	406.75	24.57
Ejido Agua de Perro	Clase 5	1176.00	71.03
		<b>1655.75</b>	<b>100.00</b>
Ejido Alto del Camaron	Clase 1	29.75	0.83
Ejido Alto del Camaron	Clase 2	289.50	8.04
Ejido Alto del Camaron	Clase 3	628.75	17.47
Ejido Alto del Camaron	Clase 4	1951.25	54.21
Ejido Alto del Camaron	Clase 5	700.50	19.46
		<b>3599.75</b>	<b>100.00</b>
Ejido Amatepec	Clase 1	17.00	1.49
Ejido Amatepec	Clase 2	364.75	31.93
Ejido Amatepec	Clase 3	8.25	0.72



Ejido Amatepec	Clase 4	24.75	2.17
Ejido Amatepec	Clase 5	717.75	62.84
Ejido Amatepec	Clase 6	9.75	0.85
		<b>1142.25</b>	<b>100.00</b>
Ejido Chacalapa	Clase 1	105.25	7.19
Ejido Chacalapa	Clase 2	75.75	5.17
Ejido Chacalapa	Clase 3	694.75	47.43
Ejido Chacalapa	Clase 5	589.00	40.21
		<b>1464.75</b>	<b>100.00</b>
Ejido Dos Arroyos	Clase 2	347.00	4.84
Ejido Dos Arroyos	Clase 4	5852.00	81.59
Ejido Dos Arroyos	Clase 5	637.00	8.88
Ejido Dos Arroyos	Clase 6	336.75	4.69
		<b>7172.75</b>	<b>100.00</b>
Ejido El Reparó	Clase 1	144.25	4.44
Ejido El Reparó	Clase 2	76.00	2.34
Ejido El Reparó	Clase 3	1096.50	33.78
Ejido El Reparó	Clase 4	1220.25	37.60
Ejido El Reparó	Clase 5	392.00	12.08
Ejido El Reparó	Clase 6	316.75	9.76
		<b>3245.75</b>	<b>100.00</b>
Ejido El Tepehuaje	Clase 2	0.25	0.01
Ejido El Tepehuaje	Clase 5	1757.00	98.89
Ejido El Tepehuaje	Clase 6	19.50	1.10
		<b>1776.75</b>	<b>100.00</b>
<b>Ejido</b>	<b>Calidad del suelo</b>	<b>Superficie [ha]</b>	<b>[%]</b>
Ejido El Zapote	Clase 1	56.00	4.64
Ejido El Zapote	Clase 2	512.75	42.52
Ejido El Zapote	Clase 3	309.25	25.64
Ejido El Zapote	Clase 5	328.00	27.20
		<b>1206.00</b>	<b>100.00</b>
Ejido La Palma	Clase 1	420.00	6.93
Ejido La Palma	Clase 2	1011.00	16.69
Ejido La Palma	Clase 3	3271.25	53.99
Ejido La Palma	Clase 4	0.75	0.01
Ejido La Palma	Clase 5	1231.75	20.33
Ejido La Palma	Clase 6	124.50	2.05
		<b>6059.25</b>	<b>100.00</b>
Ejido Las Mesas	Clase 1	82.50	2.08
Ejido Las Mesas	Clase 2	25.75	0.65
Ejido Las Mesas	Clase 3	3185.00	80.22
Ejido Las Mesas	Clase 5	677.00	17.05
		<b>3970.25</b>	<b>100.00</b>

Ejido Los Huajes	Clase 2	20.75	0.57
Ejido Los Huajes	Clase 3	610.25	16.78
Ejido Los Huajes	Clase 4	1999.25	54.97
Ejido Los Huajes	Clase 5	1006.75	27.68
		<b>3637.00</b>	<b>100.00</b>
Ejido Michapa	Clase 2	42.50	6.69
Ejido Michapa	Clase 4	592.50	93.31
		<b>635.00</b>	<b>100.00</b>
Ejido Omitlan	Clase 2	318.50	24.00
Ejido Omitlan	Clase 4	207.50	15.63
Ejido Omitlan	Clase 5	561.00	42.27
Ejido Omitlan	Clase 6	240.25	18.10
		<b>1327.25</b>	<b>100.00</b>
Ejido Sabanillas	Clase 2	176.75	4.95
Ejido Sabanillas	Clase 3	680.50	19.05
Ejido Sabanillas	Clase 4	2416.00	67.65
Ejido Sabanillas	Clase 5	260.00	7.28
Ejido Sabanillas	Clase 6	38.25	1.07
		<b>3571.5</b>	<b>100.00</b>
Ejido Tierra	Clase 1	798.50	16.13
Ejido Tierra	Clase 2	388.50	7.85
Ejido Tierra	Clase 4	194.25	3.92
Ejido Tierra	Clase 5	2326.25	46.99
Ejido Tierra	Clase 6	1242.50	25.10
		<b>4950</b>	<b>100.00</b>
Ejido Tierra Colorada	Clase 2	159.75	30.04
Ejido Tierra Colorada	Clase 3	0.25	0.05
Ejido Tierra Colorada	Clase 5	371.75	69.91
		<b>531.75</b>	<b>100.00</b>
Ejido Xolapa	Clase 2	340.75	10.20
Ejido Xolapa	Clase 3	1719.50	51.45
Ejido Xolapa	Clase 4	58.50	1.75
Ejido Xolapa	Clase 5	1223.50	36.61
		<b>3342.25</b>	<b>100.00</b>
P. P. Manuel Andosol	Clase 2	23.00	4.29
P. P. Manuel Andosol	Clase 4	23.25	4.33
P. P. Manuel Andosol	Clase 5	490.25	91.38
		<b>536.5</b>	<b>100.00</b>

### Procesos de degradación del suelo (estabilidad edafológica).

#### a) Grado de erosión del suelo.

El análisis del grado actual de erosión del suelo en el área de estudio se realizó a dos escalas de resolución debido a las dimensiones de la cuenca hidrológica en cuestión. En primera instancia se analiza el grado de erosión a nivel de subcuencas (Omitlán y Papagayo) a escala regional y posteriormente se analiza con mayor detalle la zona inmediata al embalse, correspondiente a la parte media y baja de la subcuenca del río Papagayo.

### **a.1) Determinación a escala regional de unidades de erosión de suelos en la cuenca del Papagayo (subcuencas Omitlán y Papagayo).**

Con el fin de ubicar y explicar los procesos y dinámica erosiva de la cuenca se han definido unidades de erosión (UEs) como unidades espaciales que presentan características regularmente homogéneas en lo referente al patrón de drenaje, (implícitamente en la unidad litológica); a que agrupan rasgos distintivos de erosión a mayor escala y finalmente se agrupan por su relación morfológica y posición al interior de la subcuenca.

Para este objetivo se han tomado las siguientes consideraciones:

0- Se consideran aquí por separado las dos subcuencas: Omitlán y Papagayo.

1-Al nivel de subcuenca y microcuenca en muchos casos la información geológica no es adecuada. Esto resulta de revisar y confirmar que los terrenos subyacentes a la plataforma sedimentaria son de alta complejidad y la variación no está plasmada en los mapas existentes.

2- Se necesita contar con unidades que expliquen y conjunten las propiedades y la dinámica del sistema hidro-edafológico.

3- Se requiere que dichas unidades sean suficientemente homogéneas a lo amplio de ambas subcuencas.

4- Se está dando por descontado que la zona de plataforma calcárea superior está funcionando como material de cubierta, en una porción significativa de las subcuencas y que, siendo ésta un sistema cárstico bien desarrollado, permite el libre flujo del agua y atenúa la erosión en esa zona; por tanto se ha obviado la definición de unidades a detalle en la misma.

Para la delimitación se ha requerido del acopio de información geológica, hidrológica a mediana escala (1: 250 000 y hasta 1: 600 000), además se han fotointerpretado rasgos en fotografías aéreas de escalas mayores (1: 75 000 y otras cuando han estado disponibles), por último se han hecho inferencias y correlaciones con zonas ya conocidas y detectadas personalmente en campo como críticas, en los aspectos de dinámica erosiva y propiedades de los materiales rocosos o de suelos. La interpretación y mapeo de unidades se elaboró para ser representable a una escala idealizada de 1: 100 000.

En ciertos casos se han exagerado las dimensiones de alguna *Geoforma* de dimensiones menores, para fines de visualización de algunos procesos importantes que pueden perderse al reducir la escala. Ejemplo: valles suspendidos estrechos, los cuales funcionan actualmente como trampas de sedimentos de las zonas aledañas o intermedias.

Por último se han tomado algunas decisiones con base en observaciones de campo para las partes alta y media, donde no hay información publicada suficiente.

#### **a.1.1.- Subcuenca Omitlán (mapa 4 del anexo S1).**

En esta subcuenca se presenta la mayor porción de la zona cárstica (Desde Omiltemi- hasta Colotlipa, en el sistema Huacapa-Río Azul.) Se alcanza un grado mayor de desarrollo en la zona de manantiales y cavernas en las proximidades de los llanos de Quechultenango.

Al pie de estos sectores cársticos se observan los cambios bruscos de morfología y el incremento de los rasgos de erosión superficial, como puede observarse en sitios como El Naranjo y El Aguacate.

***Categorías del mapa de unidades de erosión.***

Para la delimitación de las UERs en el mapa 4 (anexo S1) se han tomado algunas convenciones, ésto con el fin de poder reflejar la dinámica erosiva y tener capacidad de evaluar sucintamente las subcuencas.

La leyenda toma algunos elementos de los mapas previos geomorfológicos, diseñados para la parte baja y zona de influencia del proyecto hidroeléctrico La Parota. Sin embargo no se ha podido retomar las unidades al detalle de dichos mapas.

La escala de interpretación permite delinear algunos rasgos prominentes e inferir la dinámica erosiva. Por tal motivo la leyenda que se presenta en el siguiente cuadro conjunta tres aspectos esenciales, que son: Grado de remoción, Geoforma generalizada, Textura de los materiales removidos. La denominación se conforma con base en números y literales y combinaciones. Más adelante se da un detalle de éstas nominaciones.

Grado de remoción.- Este aspecto incluye los rasgos más visibles a nivel de microcuenca o de ladera, se consideran desde zonas “estabilizadas” hasta zonas de gran concentración de rasgos y total inestabilidad.

Geoforma.- Como ya se mencionó se incluyen geoformas generalizadas, que agrupan a rasgos de remoción, incluyendo formas del relieve de montaña, suspendidas, en depresión o de movimientos de masa y cársticos.

Textura de los materiales. – Se dan tres clases de textura: gruesa (gravas, arenas) media (limos), fina (arcillas).

Tabla S5.- Descripción de la Leyenda de las clases de UERs presentadas en el mapa 4 del anexo S1

<b>Aspecto</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
<b>Grado de remoción</b>	0	No muestra erosión aparente, estabilizado
	1	Rasgos dispersos localizados o en vías de estabilización
	2	Agrupamiento de rasgos con evidencias de reactivación
	3	Concentración o abundancia a nivel de microcuenca, Inestable
<b>Geoforma</b>	p	Positiva, Montaña, ladera montañosa o significativamente accidentada.
	n	Zona nivelada o de plataforma generalmente elevada.
	d	Depresión comprendida como zona intermedia de acumulación.
	co	Zonas de actividad gravitacional, coluvial
	b	Barrancas o cañadas bien desarrolladas.
	k	Zonas cársticas
<b>Textura</b>	x	Textura de los materiales gruesa en remoción (grava, arena)
	y	Materiales de textura media
	z	Textura fina.

A partir de esta leyenda se formaron 22 combinaciones que se muestran en el mapa de erosión (mapa 4 del anexo S1) obtenido por fotointerpretación y agrupamiento de rasgos para microcuencas. Más adelante se detallan las descripciones de cada una de las categorías presentes.

Tabla S6.- Superficies de las unidades de erosión obtenidas del mapa de erosión reconocida en la Subcuenca de Omitlán.

<b>Código por intensidad</b>	<b>Categoría</b>	<b>Área en m<sup>2</sup></b>	<b>Área en ha</b>
0dx	Depresión o zonas de valle en aparente estabilidad.	48110000	4811
0kd	Plataforma cárstica teóricamente sin erosión significativa	1044860000	104486
0px	Terrenos estables	22720000	2272
1cox	Ligera remoción en zonas de acumulación coluvial.	5110000	511
1dny	Ligera actividad en depresiones y plataformas	111350000	11135
1dy	Valles con ligera remoción	18550000	1855
1kdy	Laderas activas en depresiones cársticas	43980000	4398
1ky	Zonas cársticas con ligera remoción	107340000	10734
1nx	Casquetes o plataformas elevadas con ligera acción erosiva	126030000	12603
1pbx	Laderas d montaña con ligera acción erosiva.	111510000	11151
1px	Remoción ligera de materiales en zona de montaña	61440000	6144
2coy	Zonas coluviales y cabeceras de microcuenca con remoción evidente	30230000	3023
2coz	Coluvial de material fino y remoción evidente.	14480000	1448
2dx	Depresión con ambos procesos erosión-sedimentación.	3070000	307
2ny	Zonas niveladas elevadas con remoción evidente	123700000	12370
2pby	Laderas de montaña y barrancas con acción erosiva notable	392310000	39231
2px	Aparente erosión en laderas de montaña	398890000	39889
3cox	Laderas y zonas de coluvión con intensa actividad erosiva y materiales gruesos.	14530000	1453
3coy	Laderas y zonas de coluvión con intensa actividad erosiva en terrenos de textura media.	14890000	1489
3pby	Laderas de montaña y barrancas con acción erosiva intensa	438460000	43846
3pbz	Laderas de montaña y barrancas con acción erosiva intensa y materiales finos.	1019820000	101982
3px	Intensa erosión en montaña	77920000	7792

**Definición del Código por intensidad:**

0dx.- Depresión con bajo grado de remoción.- Esta unidad esta presente en diversos sectores de la subcuenca, en forma de polígonos alargados, correspondientes a valles intermontanos, donde se considera la captación de materiales de textura gruesa.

0kd.- En este caso se trata de la gran plataforma cárstica de la parte alta de la subcuenca Huacapa-Río Azul. Que comprende desde Omiltemi, en el extremo noroeste, hasta Colotlipa en el extremo sureste. Aquí aunque el relieve se nota evidentemente positivo (montañoso), se decide definirlo como en depresión por la generalidad de formar cuencas o terrenos cóncavos con gran capacidad de captación.

0px.- Algunos terrenos aislados con relieve positivo sin aparente manifestación de remociones.

1cox.- Pequeñas porciones de material removido por gravedad con pocos rasgos de remoción actual.

1dy.- En la porción sur de la subcuenca se ubican algunas de estas depresiones que aparentemente no manifiestan mayor actividad, esto puede ser por consistencia en el material o bien por la misma condición de depresión o poco elevada.

1dny.- Son zonas de valles encajados o colgantes, testigos de antiguos niveles de base, que actualmente funcionan como zonas de acumulación pero donde también se pueden apreciar rasgos erosión sensibles. Ejemplos de éstos se encuentran en la porción sur del río Omilán y al oriente de Colotlipa.

1kdy.- Son porciones depresivas o niveladas de un sistema cárstico ubicados al pie o alrededor de montañas. Se consideran con un grado bajo en cuanto a la remoción de materiales y principalmente de textura media.

1ky.- Esta unidad agrupa todas aquellas elevaciones aisladas de origen calcáreo y que han desarrollado el sistema cárstico de drenaje. Estos son bloques que han sido removidos masivamente de los bloques montañosos y actualmente son zonas de captación de sedimentos y de caudales hídricos.

1nx.- Esta unidad se refiere a porciones elevadas y niveladas de materiales con poca erosividad, esto como producto de la gran compacidad de la roca.

1pbx.- Aquí se consideran zonas de montaña, que por condiciones del material rocoso resistente no permiten la aceleración de procesos erosivos, sin embargo se observan la formación de barrancas profundas, producto de zonas de fractura que en el pasado han sido esculpidas. Se ubica una zona importante al noreste de Tlacoapa, desarrollada sobre rocas metavolcánicas, este tipo de rasgos permite deducir una erosión, más bien geológica y que se puede considerar estable en condiciones naturales.

2coy.- Son zonas coluviales con apreciables rasgos de remoción, se ubican a lo largo y en las cabeceras del río principal de Acatepec, éstos son importantes remarcar por la potencial amenaza de ser removidos masivamente y obstruir drenes mayores.

2coz.- También se ubican en la porción media de la subcuenca, en algunos de estos casos están mas bien asociados a materiales finos, provenientes de filitas o esquistos.

2dx.-Son pequeños valles intermontanos que se aprecian con mayores rasgos de remoción por corrientes.

2ny.- Aquí se trata de otro grupo de geoformas que han sido niveladas o con rasgos de pendiente media, pero que presentan gran cantidad o agrupamientos de rasgos erosivos, la textura es media producto de remoción de limos o arenas, pizarras incluso.

2pby.- Son laderas de montaña con rasgos erosivos notables, Se ubican a lo largo del curso bajo del río Azul y al sur de la subcuenca.

2px.- También son localizados en esas mismas porciones en fragmentos menores.

3cox.- Zonas coluviales sumamente inestables y dimensiones notables, localizados en la porción suroriente y oriente de la subcuenca.

3coy.- Todos estos rasgos coluviales se ubican en el extremo nororiente de la subcuenca, son producto de remoción por gravedad de materiales medios, productos de filitas y esquistos.

3pby.- Zonas sumamente inestables sobre rocas metasedimentarias, con abundantes rasgos de erosión y actualmente siendo afectadas por núcleos importantes de población en el oriente de la subcuenca Malinaltepec, Paraje Montero, Colombia de Guadalupe, entre otros.

3pbz.-También se ubican en el sur oriente y oriente de la misma, con materiales muy finos desintegrados de filitas y esquistos, son fácilmente deslizables.

3px.- Esta unidad se distingue de la anterior en que tan solo no hay formación de barrancas, notables pero si de rasgos lineales individuales arroyos muy activos y que éstos no permiten la estabilidad de laderas en ningún caso.

De lo anterior se puede concluir que las zonas de mayor actividad erosiva se concentran en la cabecera de la subcuenca al oriente y sur oriente (Malinaltepec) de la misma. Además de la cabecera del río Acatepec, el cual se nota con reactivaciones de erosión remontante severa.

La parte media de la subcuenca (Entre Río Azul y Acatepec) presenta condiciones críticas de erosión. Sin embargo, al haber menor cantidad de comunidades no se dan rasgos tan notables de reactivación de la erosión, no por ello imperceptibles.

Se deben atender aquellas zonas donde se presentan rasgos concentrados de coluviones pues son por demás rasgos claros de peligros potenciales.

Los peligros involucran desde deslizamientos menores en las cabeceras, hasta colapsos de bloques en las riveras de los ríos; lo cual puede implicar obstrucciones serias hacia los drenes principales.

El río Chapolaza atraviesa una gran parte de terrenos cársticos, con características mixtas, de drenes superficiales y subsuperficiales, por tanto son de rápida reacción y la erosión no es perceptible en el plazo inmediato, sin embargo por provenir de terrenos volcánicos de gran



pendiente y colinas metamórficas pueden desencadenarse dinámicas imprevistas de erosión a nivel de microcuencas, sobretodo a la salida de los terrenos cársticos.

Se requiere estudiar más a fondo la dinámica erosiva de los Ríos Azul y Acatepec, puesto que tienen incidencia más directa en la dinámica de los proyectos a desarrollar río abajo. Además de que las condiciones que se dan en estos ríos pueden mencionarse que son típicas para una gran porción de toda la subcuenca.

#### **a.1.2.- Subcuenca Papagayo (parte alta) (mapa 5 del anexo S1).**

Esta unidad hidrológica comprende las porciones superiores de la Sierra, Omiltemi, Con tres corrientes principales: una que desciende de norte-noroeste hacia el sureste comprendiendo poblados como Jaleaca, Ixcuinatoyac, Tlahuizapa. Otra corriente importante es la del sistema Azinyahualco-Zoyatepec que desciende directamente del norte, y un tercer río de importancia es el de río Verde que recorre de oeste a oriente y capta agua desde las porciones forestales de Santa Rosa, San Cristóbal.

Esta subcuenca recibe mayores precipitaciones, se observa con mayores pendientes, pero también con una mayor cobertura forestal en proporción a la del río Omilán.

Las redes hídricas se han desarrollado en sustratos de cubierta calcárea, formando una gran meseta cárstica; también se observan coronas de paquetes volcánicos. Al fondo de las microcuencas afloran rocas sedimentarias jurásicas y paquetes metamórficos, éstos últimos son los principales sustratos que han desarrollado densas y complejas redes hídricas, donde por ende se observan las mayores concentraciones de rasgos de erosión.

Por la cantidad de humedad y precipitación que recibe esta subcuenca no es tan evidente la erosión, como en el caso de Omilán; sin embargo los procesos erosivos por gravedad se han desencadenado a lo largo de extensas zonas de falla, como la de Río Verde.

También aquí la forma de la cuenca y su capacidad de concentración hace gran diferencia con la antedicha subcuenca oriental de Omilán. La conexión directa con la zona cárstica amortigua los cursos rápidos, al igual que lo hacen las zonas volcánicas como por ejemplo de Azinyahualco con gran abundancia de manantiales.

Por otra parte los cursos muy superficiales de rocas metamórficas y graníticas del occidente (río Verde) muestran mayores evidencias de arrastre de sustratos. Por último resalta que aquí no están pobladas las cabeceras de microcuencas, como es el caso del oriente de Omilán, sino más bien los pequeños llanos y valles aluviales de los tres sistemas antes mencionados, lo cual impacta en menor medida las laderas de fuerte pendiente.

#### **Categorías del mapa de unidades de erosión.**

Para la delimitación de las Uers se han tomado algunas convenciones, esto con el fin de poder reflejar la dinámica erosiva y tener capacidad de evaluar sucintamente las subcuencas.

Esta leyenda toma algunos elementos de los mapas previos geomorfológicos, diseñados para la parte baja y zona de influencia del proyecto hidroeléctrico La Parota. Sin embargo no se ha podido retomar las unidades al detalle de dichos mapas.

La escala de interpretación permite delinear algunos rasgos prominentes e inferir la dinámica erosiva. Por tal motivo la leyenda conjunta tres aspectos esenciales, que son: Grado de remoción, Geoforma generalizada, Textura de los materiales removidos. La denominación se conforma en base a números y literales y combinaciones, de manera similar a lo presentado para la subcuenca del Omitlán.

Tabla S7.- Descripción de la Leyenda de las clases de UERs presentadas en el mapa 5 del S1

Aspecto	Código	Descripción
<b>Grado de remoción</b>		
	0	No hay erosión aparente, estabilizado
	1	Rasgos dispersos localizados o en vías de estabilización
	2	Agrupamiento de rasgos con evidencias de reactivación
	3	Concentración o abundancia a nivel de microcuenca, Inestable
<b>Geoforma</b>		
	p	Positiva, Montaña, ladera montañosa o significativamente accidentada.
	n	Zona nivelada o de plataforma generalmente elevada.
	d	Depresión comprendida como zona intermedia de acumulación.
	co	Zonas de actividad gravitacional, coluvial
	b	Barrancas o cañadas bien desarrolladas.
	k	Zonas cársticas
<b>Textura</b>		
	x	Textura de los materiales gruesa en remoción (grava, arena)
	y	Materiales de textura media
	z	Textura fina.

A partir de esta leyenda se formaron 22 combinaciones que se muestran en el mapa de erosión obtenido por fotointerpretación y agrupamiento de rasgos para microcuencas. Más adelante se detallan las descripciones de cada una de las categorías presente

Tabla S8.- Superficies de las unidades de erosión obtenidas del mapa de erosión reconocida en la Subcuenca de Papagayo.

<b>Categorías *</b>	<b>Area en ha.</b>	<b>Area en m<sup>2</sup></b>
0kd	12878	128780000
1cox	795	7950000
1dny	861	8610000
1dy	524	5240000
1ky	2422	24220000
1nx	14145	141450000
1pbx	4977	49770000
1px	10961	109610000
2coy	7236	72360000
2coz	567	5670000
2dx	4445	44450000
2ny	5092	50920000
2pbx	356	3560000
2pby	28900	289000000
2px	34700	347000000
3pby	28984	289840000
3pbz	56418	564180000
3px	12475	124750000
zona baja	87393	873930000

\*Ver nota explicativa y código en Subcuenca Omitlán

De lo anterior se puede concluir que las zonas de mayor actividad erosiva se concentran en las partes media y baja de los tres principales ríos, antes mencionados. Jaleaca y Río Verde muestran más evidentes zonas de erosión hídrica, en cambio los fenómenos de remoción por gravedad están repartidos muy uniformemente en toda la cuenca.

Las cabeceras de cuenca muestran procesos naturales de erosión, que no llegan a ser de gran dimensión, por lo mismo que el sustrato tiene un índice natural de resistencia, además de los densos bosques que aún se mantienen en esas partes. Las partes bajas de lomeríos y laderas medias en rocas metamórficas, esquistos especialmente muestran gran extensión de afectabilidad. En todos los casos parece presentar menores dimensiones los efectos de la erosión en comparación con las zonas delineadas en la subcuenca de Omitlán.

#### **a.2) Estimación a escala detallada de sitios con diferente grado de erosión de suelo en el área inmediata al embalse (parte baja de la cuenca del río Papagayo).**

En el área de estudio se han identificado diferentes sitios con evidencias de procesos de erosión del suelo. Predominan los indicios de pie de vaca en gran cantidad de laderas, bajo uso ganadero de pastoreo de cabras y bovinos (Foto 1 en anexo S2). Asimismo se observan evidencias de erosión en surco, terracetas y pedestal en parcelas bajo uso agrícola.

En diferentes puntos del área de estudio se analizó en un tramo de 5 metros el grado de erosión laminar del suelo. Esto se hizo en distintas posiciones de ladera (laderas altas convexas, laderas medias, laderas cóncavas), en suelos desarrollados sobre distinto material parental (p.e. gneis, granito, metavolcánica) y tipos de uso del suelo (maíz, pastizal, vegetación secundaria). Los resultados se muestran en el cuadro S1.

Cuadro S1.- Evidencias observadas de erosión hídrica bajo distintos usos de suelo

DATOS GENERALES DE LOS SITIOS MUESTREADOS							EROSION	
sitio	UTMx	UTMy	Descripción terreno	Material parental	Tipo Uso del suelo	Cobertura general por veget.	Superf. total afectada	Tipo de erosión Estimada a partir de un transecto de 5 metros
1a	440714	1891001	ladera alta	gneiss	maiz (germinando) terreno sin labrar	13.5%	56% 10% 20% 14%	laminar con terracetas de 1cm laminar con terracetas de 2 cm laminar sin terracetas cobertura por maizal
1b	440732	1891060	ladera baja	gneiss	maiz (germinando) terreno sin labrar	11.9%	50% 22% 27%	laminar con terracetas <1cm laminar sin terracetas cobertura por maizal
2a	441164	1890460	ladera alta	gneiss	pastizal natural	93.1%	3% 10% 87%	descubierto, paso de vaca 5 cm x 0.5 cm alto descubierto, paso de vaca 5 cm x 1 cm alto cobertura por pasto
2b	441187	1890490	ladera baja	gneiss	pastizal natural	95.2%	5% 8% 87%	descubierto, paso de vaca <1 cm alto descubierto, paso de vaca 1 cm alto cobertura por pasto
3a	441201	1890462	ladera alta	gneiss	milpa (germinación) terreno sin labrar	4.0%	14% 80% 6%	laminar sin terracetas laminar sin terracetas con residuos de desmonte cobertura por pasto
3b	441206	1890475	ladera baja	gneiss	maiz (germinación) terreno sin labrar	2.9%	80% 20%	laminar sin terracetas con residuos de desmonte laminar terracetas 1 cm con residuos de desmonte
4a	440841	1890528	ladera alta	gneiss	selva baja caducifolia con docel cerrado y sotobosque altura 6-8 m	100.0%	20% 80%	descubierto, con hojarasca, no erosión, protegido por docel sotobosque
4b	440818	1890533	ladera baja	gneiss	selva baja caducifolia con docel cerrado y sotobosque altura 6-8 m	100.0%	8% 92%	descubierto, con hojarasca, poca erosión laminar, docel sotobosque
xxa			ladera alta	gneiss	pasto llanero altura 50-70 cm (ver muestreo silke)	79.8%	28% 6% 12% 18% 36%	laminar, piedevaca, pedestal y alta pedregosidad piedevaca y en pedestal poca vegetación, laminar moderada bajo vegetación erosión por piedevaca, laminar y pedestal vegetación
xxb			ladera baja	gneiss	pasto llanero altura 50-70 cm (ver muestreo silke)	98.3%	54% 10% 36%	vegetación vegetación con erosión por piedevaca vegetación con erosión por piedevaca y laminar
5a	441138	1890703	ladera alta	gneiss	selva baja caducifolia con docel casi cerrado y sotobosque altura 8-10 m	91.0% claros en docel: 49% 9.0%	2% 1% 49% 49%	descubierto, con hojarasca sin erosión descubierto, con hojarasca, poca erosión laminar y pedestal descubierto, depósito de hojarasca, erosión laminar incipiente sotobosque
5b	441138	1890699	ladera baja	gneiss	selva baja caducifolia con docel casi cerrado y sotobosque altura 8-10 m	74% claros en docel: 26%	9% 26% 2% 6% 28% 2% 27%	descubierto, arrastre de hojarasca, erosión laminar descubierto, arrastre de hojarasca, laminar mod., pedestales 1.5 cm descubierto, depósito de hojarasca sin erosión descubierto, roca poca vegetación, laminar mod. bajo vegetación poca vegetación, laminar mod. bajo vegetación y acumul. hojarasca poca vegetación, laminar y arrastre hojarasca
6a	440877	1890806	ladera alta	gneiss	selva baja caducifolia con docel cerrado y sotobosque abierto moderado altura 8-15 m	84% claros en docel: 9% 18% 16% 1%	15% 21% 25% 9% 18% 11% 1%	desc. depósito de hojarasca erosión en surco de 5 cm y laminar descubierto, depósito de hojarasca erosión laminar incipiente descubierto, laminar moderado y pedestal < 1cm poca vegetación, acumulación hojarasca sin erosión poca vegetación, acumulación hojarasca, laminar incipiente poca vegetación, laminar moderado sotobosque
6b	440889	1890832	ladera baja	gneiss	selva baja caducifolia con docel cerrado y sotobosque abierto moderado altura 8-15 m	84% claros en docel: 16%	7% 40% 6% 6% 41%	descubierto, arrastre de hojarasca, erosión laminar incipiente descubierto, depósito de hojarasca, laminar incipiente y pedestal <0.5 cm poco sotobosque, acumulación hojarasca, laminar incipiente sotobosque sotobosque acumulación hojarasca, laminar incipiente
7a			ladera alta	granito	maiz mediano 50-60 cm alto terreno recién labrado	20.4%	---	suelo suelto por labranza, surcos a 90 cm y 50 cm entre plantas. distribución de material fino al fondo del surco (arcilla) erosión por flujo de agua en surco y splash sobre suelo labrado.
7b	444716	1896471	ladera alta	granito	maiz mediano 60-70 cm alto terreno recién labrado	35%	---	suelo suelto por labranza, surcos a 90 cm y 50 cm entre plantas. distribución de material fino al fondo del surco (arcilla) erosión por flujo de agua en surco y splash sobre suelo labrado.
8a	444904	1896786	ladera alta	granito	pastizal natural pasto de poca altura 10-15 cm	91%	4% 1% 5% 2% 8%	descubierto, erosión laminar y en terracetas descubierto, erosión laminar en terracetas, acumulación mat. suelto descubierto, erosión laminar, pequeñas terracetas, acumul. hojarasca descubierto, hojarasca, no erosión poca vegetación, laminar

Cuadro S1.- Evidencias observadas de erosión hídrica bajo distintos usos de suelo (Cont....)

DATOS GENERALES DE LOS SITIOS MUESTREADOS							EROSION		
sitio	UTMx	UTMy	Descripción terreno	Material parental	Tipo Uso del suelo	Cobertura general por veget.	Superf. total afectada	Tipo de erosión Estimada a partir de un transecto de 5 metros	
9a	445113	1896508	ladera alta	granito	pastizal natural pasto de poca altura 10-15 cm y poca cobertura	6%	4%	descubierto, erosión en terracetas de <1 cm alto y laminar	
							18%	descubierto, erosión en terracetas de 2 cm alto y laminar	
							10%	descubierto, terracetas de 3 cm, laminar y pedestales (0.5 a 1 cm)	
							13%	descubierto, laminar fuerte sin terracetas	
							12%	descubierto, laminar fuerte y terracetas de 3 cm alto	
							8%	descubierto, terraza larga de 2.5 cm de alto y laminar fuerte	
							33%	muy poca vegetación, erosión laminar y en terracetas de <1cm	
							2%	vegetación	
9b	445069	1896493	ladera baja	granito	pastizal natural pasto en macollo para ganado	39%	16%	descubierto, laminar moderado	
							58%	descubierto, poco rastrojo, laminar fuerte	
							36%	poca vegetación, laminar moderada, con rastrojo	
							6%	vegetación	
10a	445165	1896719	ladera alta	granito	pastizal natural pasto en macollo para ganado	81%	6%	descubierto, laminar fuerte, acumulación de hojarasca	
							19%	poca vegetación, laminar fuerte	
							30%	poca vegetación, laminar moderada	
							45%	vegetación	
10b	445040	1896643	ladera baja	granito	pastizal natural y gran cantidad de herbáceas	97%	3%	descubierto, laminar ligera	
							2%	poca vegetación, laminar ligera	
							94%	vegetación	
11a	444621	1896464	ladera alta	granito	milpa alta plantas de 80-100 cm arado no reciente	28%	---	Terreno labrado, se observa erosión laminar y acarreo de hojarasca. Pequeñas terracetas (1-2 cm), erosión en pedestal en algunos puntos (1.5 a 2 cm de alto) y erosión laminar en general sobre surcos de arado erosión tipo splash alrededor de boulders de granito.	
11b	444597	1896451	ladera baja	granito	milpa alta plantas de 80-110 cm arado no reciente	38%	---	Terreno labrado, predomina erosión laminar Pequeñas terracetas (2-3 cm), erosión en pedestal erosión tipo splash alrededor de boulders de granito.	
12a	444641	1896459	ladera alta	granito	maiz (germinando) plantas de 30 cm terreno recién labrado	7%	---	suelo suelto por labranza, surcos a 90 cm y 50 cm entre plantas. distribución de material fino al fondo del surco (arcilla) splash sobre suelo labrado y alrededor de boulders	
12b			ladera baja	granito	maiz alto plantas de 80-100 cm arado no reciente	45%	---	surcos de escurrimiento erosivo perpendiculares a los de arado. profundos surcos erosivos, casi cárcavas de 70 cm de largo por 15 cm de altura. Arrastre de sedimentos y hojarasca, pedestales de 3 a 5 cm de alto en algunos sitios y splash en suelo y alrededor de boulders.	

Al respecto se puede señalar que los sitios con poca densidad de cobertura (uso del suelo agrícola o pastizales sobrepastoreados) muestran una mayor cantidad y diversidad de evidencias de erosión. En estos sitios es frecuente observar erosión laminar de ligera a fuerte con la formación de terracetas pequeñas, particularmente en los pastizales poco densos. Asimismo, en las laderas altas de estos pastizales, utilizadas como potreros, la erosión de tipo pie de vaca es la más abundante, con la formación de pequeñas terrazas.

En terrenos agrícolas que no han sido arados, predomina la erosión de tipo laminar, siendo ésta más reducida en sitios donde se conserva el rastrojo o residuos del desmonte que en sitios totalmente clareados. Los sitios con pastizales y maizales con mayor densidad de cobertura mostraron menores evidencias de erosión y predominantemente una erosión laminar débil a moderada. Se denota el efecto de protección al suelo que brinda la cubierta vegetal. Los datos muestran que la densidad de la cubierta vegetal es el factor que determina predominantemente la susceptibilidad a la erosión en la zona de estudio.

En los sitios con selva baja caducifolia, dado que este muestreo se realizó al inicio de la temporada de lluvias, el dosel y sotobosque se encontraban cubriendo prácticamente el 100% del área, por lo que la erosión del suelo es baja, aún en las pendientes más fuertes (laderas altas). Se encontraron evidencias de erosión laminar ligera y acarreo y depositación de hojarasca en diversos puntos.

Solamente se realizó el muestreo en selva baja sobre laderas de gneis ya que en las unidades de lomeríos y montañas de granito, la selva baja queda reducida a áreas de gran abundancia de bloques de rocas de granito (foto 9 en anexo S2), siendo prácticamente nulas las superficies de suelo descubierto, por lo que se estima que la erosión del suelo en estos sitios es prácticamente nula.

### **a.3) Mapeo estimado del estado de erosión del suelo en el área del embalse**

#### ***a.3.1.- Aproximación radiométrica.***

La identificación precisa de sitios con diferentes rasgos de erosión superficial en áreas extensas como la que se considera en este trabajo resulta difícil, ya que requeriría de un muestreo intensivo en toda el área bajo estudio. La densidad de la cubierta vegetal es el factor determinante de los procesos de erosión laminar y de la presencia de pie de vaca en la zona de estudio, decidimos estimar el grado de erosión por medio del uso de técnicas de percepción remota en combinación con mediciones en campo. La respuesta espectral de la superficie, determinada con un radiómetro de campo, nos permite diferenciar entre superficies de suelo desnudo y diferentes densidades de la cubierta vegetal. Se calculó el Índice Normalizado de Diferenciación Vegetal (NDVI) (anexo S2j) con los datos de reflectancia de campo, y se obtuvo una muy correlación significativa ( $p < 0.001$ ) entre esta variable y la cobertura vegetal (figura S2).

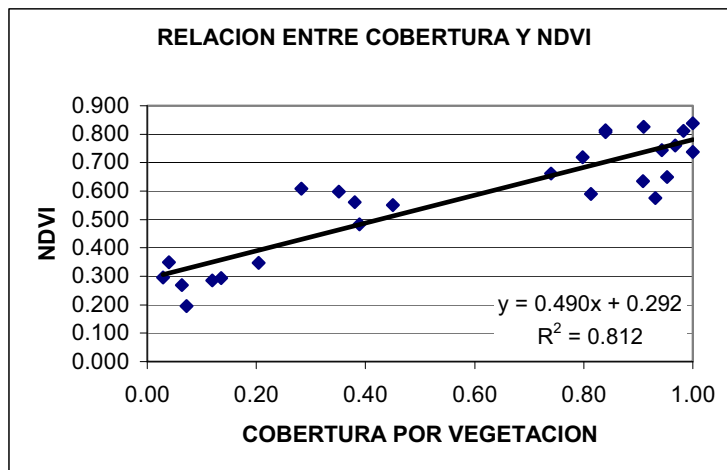


Figura S2.- Correlación entre Índice Normalizado de Diferenciación Vegetal y la cobertura por vegetación.

A partir de dicha correlación se establecieron intervalos de respuesta espectral “tipo”, representativa de coberturas específicas. Se identificaron los valores de NDVI más representativos para las diferentes coberturas y los tipos de erosión asociados a éstas (Tabla S9).

Tabla S9.- Intervalos de cobertura vegetal y su NDVI en los clusters identificados a partir de los datos de campo y la ecuación de la figura anterior.

COBERTURA APROXIMADA	TIPO DE EROSIÓN ASOCIADO (según datos de campo)	INTERVALO DEL VALOR DEL NDVI
5-25%	21-69% Laminar fuerte con terracetas, 7-73% Laminar moderada sin terracetas	0,200 – 0,350
25-50%	52-67% laminar fuerte y moderado, 65% suelo suelto por labranza, 13% pie de vaca en pastizales	0,350 – 0,500
50-75%	10-54% laminar ligera y en terracetas, 52% piedevaca y pedestales pequeños	0,500 – 0,700
75-100%	25 a 60% Acumulación de hojarasca, erosión laminar ligera	0,700 – 1,00

Los anteriores datos se tomaron como base para la clasificación de cuatro mosaicos de fotografías aéreas (integrados por aproximadamente 6000 fotografías), escala 1:15 000 con una resolución de píxel de aproximadamente 3x3 m. El resultado de lo anterior se presenta en el mapa 6 (anexo S1) que corresponde a los diferentes tipos y grados de erosión estimados a partir de la cobertura vegetal.

Es importante señalar que la interpretación de este mapa debe ser cautelosa, ya que su elaboración conlleva una serie de consideraciones:

**Consideraciones:**

- 1) La principal consideración es que debido a los tiempos de ejecución asignados a este estudio, la imagen aérea fue tomada en el período de estiaje, en un sitio donde la vegetación natural predominante es la selva baja CADUCIFOLIA y las zonas de cultivo aún no han sido barbechadas ni sembradas. Por ello la mayor parte de la superficie aparece como suelos con poca cobertura vegetal. No obstante, en dicha época no llueve, así que no se presenta erosión hídrica de relevancia. Los tipos de erosión que se señalan en los mapas corresponden a aquellos que se observarían al inicio de la temporada de lluvias (antes de que la vegetación recupere su follaje y los cultivos crezcan); erosión que se espera vaya disminuyendo conforme aumenta la cobertura vegetal en la temporada de lluvia.
- 2) Diferencias en la exposición de las fotografías originales repercuten en una mayor cantidad de zonas con una respuesta espectral cuya correspondencia con algún tipo de cobertura fue desconocida al momento de la realización de este trabajo. Este efecto se elimina al utilizar imágenes completas del área; sin embargo, ello repercute severamente en la escala de resolución.
- 3) Existe cierta distorsión de las imágenes al momento de realizar las tomas y los mosaicos, por lo que las geo-referencias de algunos puntos no corresponden exactamente con aquellas tomadas a partir de cartas topográficas. Por ello se observan pequeñas variaciones en el curso del cauce del río y las carreteras.
- 4) Las mediciones de campo solamente se enfocaron a sitios con ciertos tipos de cobertura y grados de erosión, por lo que existen clases de respuestas espectrales cuya correspondencia es desconocida.
- 5) Los afloramientos de rocas, infraestructura antrópica y superficies muy blancas tienen una reflectancia similar (valores de NDVI negativos entre  $-0,3$  y  $-0,1$ ). Para fines prácticos se agruparon como afloramientos de rocas.
- 6) El agua tiene valores espectrales de  $-1,0$  a  $-0,80$  aproximadamente, entran también en dicha categoría las superficies humedecidas. Aquellas partes del río con altos contenidos de sedimentos dan valores espectrales mayores ( $-0,4$  a  $-0,7$ ), que se confunden con otras categorías, por lo que fueron excluidos e incluidos en la categoría de “desconocido”.

**a.3.2.- Aproximación por tipos de uso del suelo**

Bajo el conocimiento de campo de los tipos y severidad de la erosión que ocurren bajo diferentes usos del suelo (inciso anterior), también es factible elaborar un mapa de la distribución del grado de erosión asociado a diferentes usos. De acuerdo con los resultados de este mapa (mapa 6 bis en anexo) en la construcción del embalse quedarán inundados suelos con diferentes grados de erosión (Tabla S9b), predominando superficies de vegetación con dosel cerrado (p.ej. selva baja caducifolia) y zonas de pastizales, particularmente en las inmediaciones de la actual presa La Venta.

Una vez construido el embalse, éste quedará rodeado (en un perímetro aproximado de 2 km) por suelos en donde predominan la vegetación con dosel abierto y cerrado (p.ej. vegetación secundaria y selva baja caducifolia).



Tabla S9b.- Superficie de suelo con diferente grado de erosión que será cubierta por el embalse y el remanente en su periferia (aprox. 2 km).

<b>1) Zona inundada por el embalse</b>	
<b>Tipo de erosión estimada a partir del uso del suelo</b>	<b>Superficie (has)</b>
Suelo Desnudo, erosión laminar fuerte con formación de terracetos medianas (>2cm) y erosión en surco.	4
Cultivos, erosión laminar fuerte a moderada con formación de pequeñas terracetos (<2cm) y suelo suelto por labranza.	888,5
Pastizales, erosión laminar moderada a ligera, algunas terracetos pequeñas, fuerte erosión por pie de vaca.	1 375,5
Vegetación con dosel abierto, erosión laminar ligera a moderada, con arrastre de hojarasca.	2 676
Vegetación con dosel cerrado, erosión laminar ligera a muy baja, con arrastre y acumulación de hojarasca.	7 922,75
<b>2) Zona periférica al embalse (1 km)</b>	
<b>Tipo de erosión estimada a partir del uso del suelo</b>	<b>Superficie (has)</b>
Suelo Desnudo, erosión laminar fuerte con formación de terracetos medianas (>2cm) y erosión en surco.	153,75
Cultivos, erosión laminar fuerte a moderada con formación de pequeñas terracetos (<2cm) y suelo suelto por labranza.	3 075
Pastizales, erosión laminar moderada a ligera, algunas terracetos pequeñas, fuerte erosión por pie de vaca.	3 107
Vegetación con dosel abierto, erosión laminar ligera a moderada, con arrastre de hojarasca.	4 905,25
Vegetación con dosel cerrado, erosión laminar ligera a muy baja, con arrastre y acumulación de hojarasca.	19 437,5

#### **a.4) Susceptibilidad a la erosión hídrica de las superficies.**

Una manera de cuantificar la susceptibilidad del suelo a ser erosionado es a partir del coeficiente “K”. Este coeficiente corresponde al factor de erosionabilidad del suelo por erosión hídrica de la “Ecuación Universal de la Pérdida del Suelo” (Wischmeier *et al.*, 1971), y se estima para cada perfil de suelo considerando la textura, el contenido de materia orgánica, la estabilidad de los agregados y la permeabilidad (Siebe *et al.*, 1996). En la tabla S10 se presentan los valores de *K* obtenidos para el horizonte superficial del suelo en cada posición de la catena dentro de las geofomas estudiadas y su evaluación.

Tabla S10.- Valores del Factor de erosionabilidad del suelo (K) en el horizonte superficial y su evaluación.

<b>Geoforma</b>	<b>Posición en la catena</b>	<b>Factor K</b>	<b>Evaluación</b>
Llanuras Fluviales (Salsipuedes)	Terraza alta	0,27	Medio
	Terraza media	0,33	Medio
	Terraza baja	0,34	Medio
Llanuras Fluviales (Tlalchichuite)	Terraza alta	0,10	Baja
	Talud de terraza	0,04	Muy baja
	Terraza baja	0,30	Medio
Llanuras Fluviales (El Alto del Camarón)	Terraza alta	0,18	Bajo
Valle colgado (aluvial) (Xaltianguis)	Valle	0,24	Baja
Planicies estructurales (gneiss) (La Estación)	cima	0,22	Bajo
	Ladera convexa	0,20	Bajo
	Ladera cóncava	0,10	Muy bajo a bajo
	Interlomas	0,16	Bajo
	Valle tectónico (abra)	0,13	Bajo
Planicies estructurales (gneiss) (Parotillas)	Cresta	0,15	Bajo
	Ladera convexa	0,06	Muy bajo
	Ladera cóncava	0,15	Bajo
	Valle intralomerío	0,15	bajo
Lomeríos altos (gneis) (La Venta)	Cima alta	0,10	Muy bajo a bajo
	Cima baja	0,22	Bajo
	Ladera convexa	0,11	Bajo
	Ladera cóncava	0,10	Muy bajo a bajo
	Interlomas	0,10	Muy bajo a bajo
Lomeríos bajos (metavolcánica) (influencia paleo fluvial) (La Venta)	Cima	0,20	Bajo
	Ladera convexa	0,20	Bajo
	Ladera cóncava	0,30	Medio
Lomeríos medios (metavolcánica) (influencia paleo fluvial) (La Venta)	Cima	0,32	Medio
	Ladera convexa	0,30	Medio
Lomerío (Gneiss) (Alto del camarón)	Cima convexa	0,13	Baja
	Ladera recta	0,14	Baja
	Terraza alta	0,18	Baja
Montaña (Gneiss) (Xolapa)	Ladera recta alta	0,16	Baja
	Ladera recta baja	0,14	Baja
	Piedemonte	0,16	Baja
Lomeríos (granito) (Las piñas)	Ladera convexa	0,12	Baja
	Ladera cóncava	0,28	Media
	Valle	0,19	Baja
Montaña (granito) (El Puente)	Cima	0,04	Muy baja
	Ladera convexa	0,27	Media
	Ladera cóncava	0,16	Baja

	Piedemonte	0,10	Baja
Montaña (granito) (Tierra Colorada)	Ladera convexa	0,20	Baja
Montaña (calizas) (Omitlán)	Pie de ladera	0,32	Media
Montaña (esquistos) (El Aguacate)	Ladera recta alta	0,34	Media
Lomerío extendido (areniscas) (El Aguacate)	Cima	0,20	Baja

Una vez reconocido el valor de K de cada topoforma se estimaron los valores promedio de K. El resultado de ello es el mapa 7 de erosionabilidad del suelo en el área de afectación (anexo S1). Como se aprecia en dicho mapa, en la zona del embalse proyectado y zonas aledañas predomina la susceptibilidad baja. También se generó un mapa del factor K para las cuencas altas del río Omitlán y Papagayo (mapas 8 y 9 respectivamente, anexo S1). Para ello se consideró la litología superficial de cada unidad de mapeo y se le asignó un valor K promedio de suelos desarrollados sobre el mismo tipo de sustrato en la cuenca baja.

Este factor K se le proporcionó a los colegas hidrólogos que considerando adicionalmente la erosionabilidad de la lluvia, la posición en el relieve de los suelos bajo estudio, y la cobertura vegetal analizaron la susceptibilidad a la erosión de los suelos en toda la cuenca utilizando la ecuación universal de pérdida del suelo (ver capítulo correspondiente en este estudio).

#### a.5) Estimación cuantitativa de la pérdida de suelo por actividad antrópica en suelos derivados de diferente tipo de material parental.

La erosión hídrica del área de estudio va a estar dada en función de la cobertura vegetal y el uso del suelo existentes. Se considera que la erosión hídrica de las superficies más vulnerables (terrenos agrícolas, caminos, pastizales, bancos de tiro, etc.) en las partes altas de las cuencas de los ríos Omitlán y Papagayo, y en los alrededores del área de la presa, aportarán sedimentos hacia el embalse, contribuyendo a su asolvamiento en el tiempo. Es por ello que se seleccionaron algunas parcelas en laderas para evaluar la cantidad aproximada de suelo que se pierde a lo largo de una temporada de lluvias bajo diferentes actividades y usos y en función del tipo de material parental del suelo. Los resultados se presentan en las siguientes figuras.

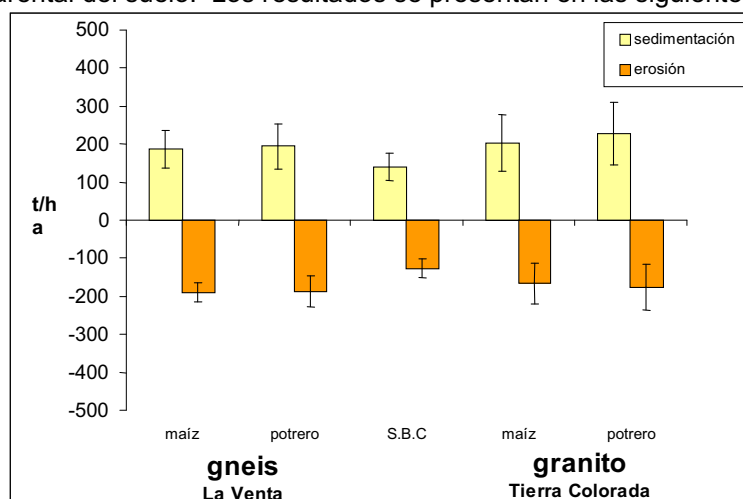


Figura S3.- Variación en los promedios (+/- des.est.) del suelo sedimentado y erosionado en parcelas experimentales de maíz y potrero en suelos cuyo material de origen es gneis y granito.

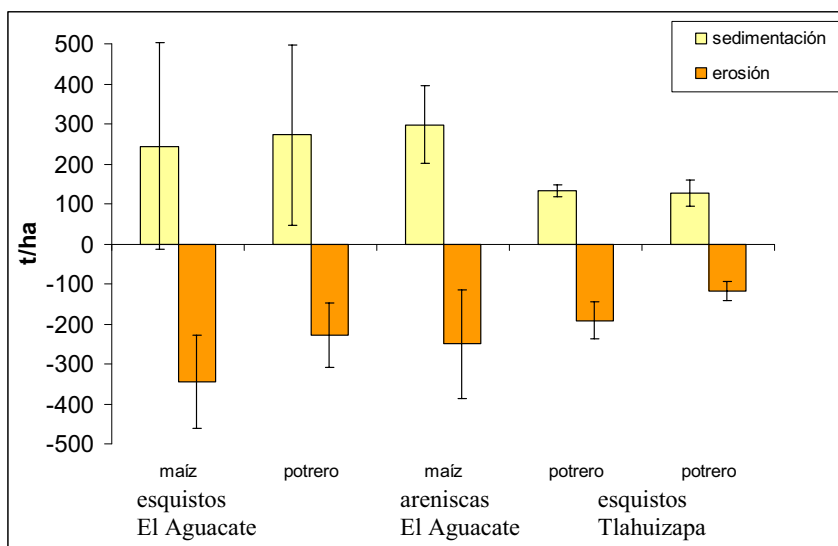


Figura S4.- Variación en los promedios (+/- des.est.) del material sedimentado y erosionado en parcelas experimentales de maíz y potrero en suelos cuyo material de origen es arenisca y esquisto.

Como se observa en ambas gráficas, existe cierto balance entre el material que se erosiona en algunas partes de las parcelas y el material que se acarrea y acumula en otras partes. En la tabla S11 se muestra la erosión neta que resulta de la diferencia entre acumulación y erosión por parcela. Los valores positivos indican ganancia, mientras que los valores negativos indican pérdida de suelo de la parcela.

Tabla S11.- Diferencia entre sedimentación y erosión del suelo (erosión neta) por tipo de material parental en 30 parcelas experimentales durante un ciclo de lluvia (julio-octubre, 2003). Valores en azul indican ganancia neta de suelo en la parcela; valores en verde corresponden a erosión ligera, valores en amarillo a erosión moderada, valores en rojo a erosión severa y valores en café a erosión muy severa)

Localidad	# parcela	Uso de suelo	Posición en la ladera	Erosión neta [t/ha]
	1	maíz	alta	-135.80
	2	maíz	baja	-47.53
	3	maíz	alta	-211.58
	4	maíz	baja	-201.15
	5	maíz	alta	57.52
<b>El Aguacate (esquistos)</b>	6	maíz	baja	-57.50
	7	potrero	alta	29.44
	8	potrero	baja	53.53
	9	potrero	alta	-6.07
	10	potrero	baja	-22.87
	11	potrero	alta	204.17
	12	potrero	baja	-2.82
	13	maíz	alta	60.12
	14	maíz	baja	243.20
	15	maíz	alta	-198.13
	16	maíz	baja	46.74

<b>El Aguacate</b>	17	maíz	alta	<b>-77.52</b>
<b>(areniscas)</b>	18	maíz	baja	<b>214.70</b>
<b>localidad</b>	<b># parcela</b>	<b>Uso de suelo</b>	<b>Posición en la ladera</b>	<b>Erosión neta [t/ha]</b>
	19	potrero	alta	<b>-47.79</b>
	20	potrero	baja	<b>-65.82</b>
	21	potrero	alta	<b>-84.10</b>
	22	potrero	baja	<b>-148.25</b>
	23	potrero	alta	<b>1.01</b>
	24	potrero	baja	<b>-5.62</b>
	25	potrero	alta	<b>-56.50</b>
	26	potrero	baja	<b>34.32</b>
<b>Tlahuizapa</b>	27	potrero	alta	<b>82.84</b>
<b>(esquistos)</b>	28	potrero	baja	<b>-19.68</b>
	29	potrero	alta	<b>1.57</b>
	30	potrero	baja	<b>8.36</b>
	31	maíz	alta	<b>-11.32</b>
	32	maíz	baja	<b>-12.32</b>
	33	maíz	alta	<b>-0.40</b>
	34	maíz	baja	<b>-13.60</b>
	35	maíz	alta	<b>-68.88</b>
	36	maíz	baja	<b>77.55</b>
	37	potrero	alta	<b>1.46</b>
	38	potrero	baja	<b>61.72</b>
<b>La Venta</b>	39	potrero	alta	<b>-11.51</b>
<b>(gneis)</b>	40	potrero	baja	<b>-45.36</b>
	41	potrero	alta	<b>-4.61</b>
	42	potrero	baja	<b>59.18</b>
	43	Sbc	alta	<b>-31.20</b>
	44	Sbc	baja	<b>44.10</b>
	45	Sbc	alta	<b>34.45</b>
	46	Sbc	baja	<b>31.54</b>
	47	Sbc	alta	<b>-36.34</b>
	48	Sbc	baja	<b>12.41</b>
	49	maíz	alta	<b>13.70</b>
	50	maíz	baja	<b>85.22</b>
	51	maíz	alta	<b>9.43</b>
	52	maíz	baja	<b>21.70</b>
	53	maíz	alta	<b>28.27</b>
<b>Tierra</b>	54	maíz	baja	<b>64.30</b>
<b>Colorada</b>	55	potrero	alta	<b>129.47</b>
<b>(granito)</b>	56	potrero	baja	<b>83.72</b>
	57	potrero	alta	<b>9.80</b>
	58	potrero	baja	<b>54.26</b>
	59	potrero	alta	<b>48.73</b>
	60	potrero	baja	<b>-0.51</b>

Las mayores pérdidas de suelo se observan en parcelas de zonas de esquistos, seguidas de aquellas de zonas de areniscas. Ahí hay una parcela con erosión muy severa (>200 t/ha). Las

pareclas en zonas de granito muestran una erosión muy baja. En promedio, la erosión en zonas de esquistos es moderada (16 t/ha), y en zonas de areniscas ligera (5 t/ha).

Pese a que se observan diferencias entre materiales parentales, un análisis de varianza (factorial 4x2 con diseño de bloques al azar) mostró que no hay diferencias significativas ( $P=0,369$ ) entre dichos materiales. Ello se comprende en función de la gran dispersión en los datos (desviación estandar) registrada, como se observa en la tabla S12:

Tabla S12.- Valores promedio de sedimentación y erosión del suelo por tipo de material parental en 30 parcelas experimentales durante un ciclo de lluvia (julio-octubre, 2003).

Material parental	sediment	erosión	d.e. erosión	diferencia (ton/ha)	Balance
gneis	190.04	-188.11	31.92	1.93	ganancia neta
granito	215.17	-171.54	54.51	43.63	ganancia neta
esquisto	214.82	-230.92	122.59	-16.10	pérdida neta
arenisca	215.95	-221.07	101.25	-5.12	pérdida neta

Asimismo, se analizó la variación entre el uso de suelo agrícola y el pastoril (el de selva baja caducifolia no se incluyó en el análisis por contar solamente con un tratamiento) utilizando un ANOVA 4x2 con diseño de bloques al azar. Los resultados arrojaron que sí existen diferencias significativas ( $P=0,014$ ) entre ambos usos, resultando ser el uso agrícola el que más promueve la erosión del suelo, como se aprecia en la tabla S13:

Tabla S13.- Valores promedio de sedimentación y erosión del suelo por tipo de uso en 30 parcelas experimentales durante un ciclo de lluvia (julio-octubre, 2003).

uso	Sediment.	erosión	d.e. erosión	Diferencia (ton/ha)	Balance
maíz	233,08	-237,35	112,47	-4,27	pérdida neta en parcelas de maíz
potrero	190,89	-180,96	61,82	9,93	ganancia neta en potreros
S.B.C.	140,303	-126,773	21,87	13,53	ganancia neta en S.B.C.

Se denota que la agricultura de maíz promueve una mayor pérdida neta de suelo, mientras que en el uso pastoril, los terrenos tienden a acumular sedimentos más que a perderlos. Por su parte, aunque no es factible realizar una comparación estadística, se observa que el uso de suelo de selva baja caducifolia es el que menos erosión genera en promedio y en un balance general, el que mayor ganancia neta presenta.

Finalmente se analizó si la posición en el relieve determinaba una mayor erosión, por lo que para los diferentes usos y materiales se obtuvieron resultados graficados en las Figuras S5 a S8.

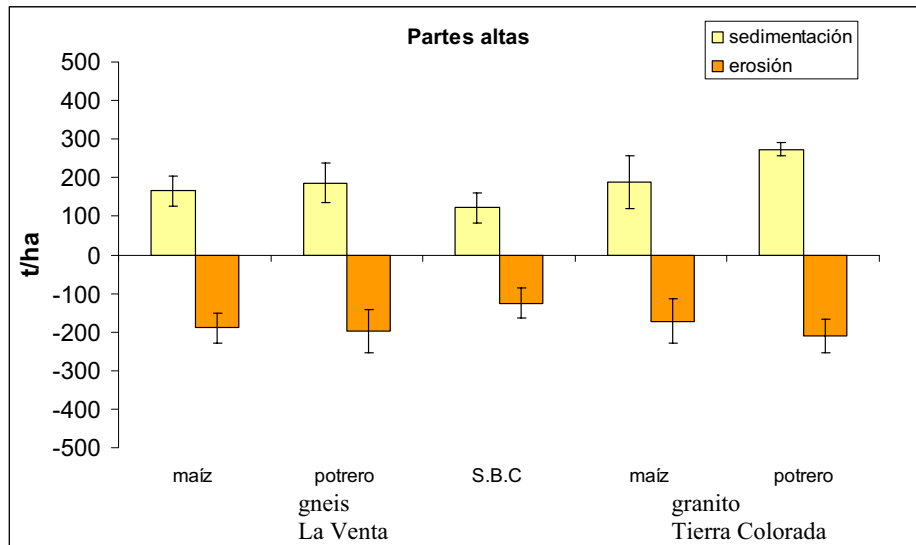


Figura S5.- Variación en los promedios (+/- des.est.) del material sedimentado y erosionado en parcelas experimentales de maíz, potrero y S.B.C. en suelos en las partes altas de lomeríos cuyo material de origen es gneis y granito.

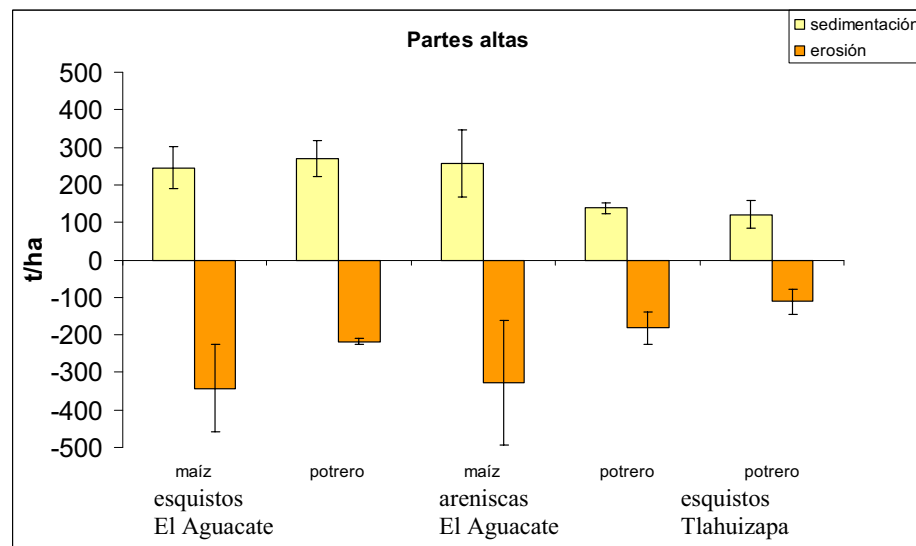


Figura S6.- Variación en los promedios (+/- des.est.) del material sedimentado y erosionado en parcelas experimentales de maíz y potrero en suelos en las partes altas de lomeríos cuyo material de origen es arenisca y esquisto.

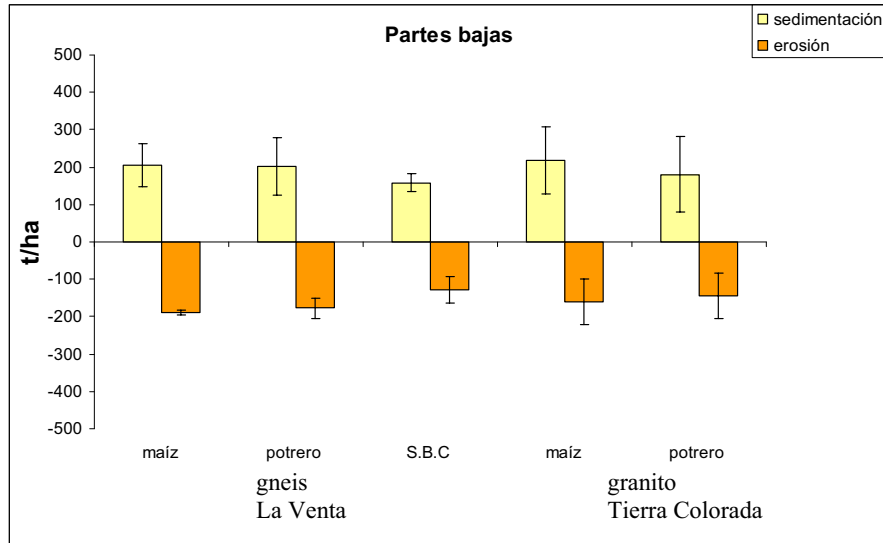


Figura S7.- Variación en los promedios (+/- des.est.) del material sedimentado y erosionado en parcelas experimentales de maíz, potrero y S.B.C. en suelos en las partes bajas de lomeríos cuyo material de origen es gneis y granito.

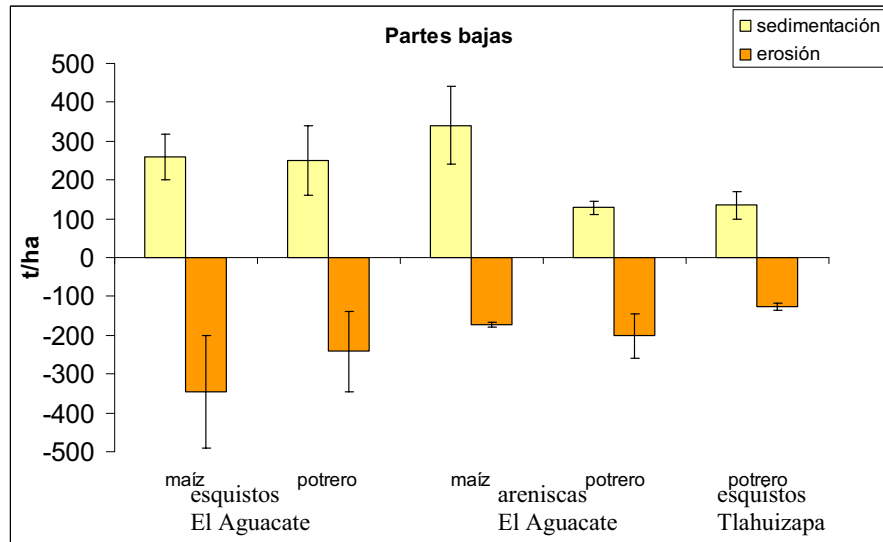


Figura S8.- Variación en los promedios (+/- des.est.) del material sedimentado y erosionado en parcelas experimentales de maíz y potrero en suelos en las partes bajas de lomeríos cuyo material de origen es arenisca y esquisto.

De nueva cuenta, las diferencias no son estadísticamente significativas ( $P=0,385$ ) debido a la gran dispersión que existe de los datos (altas desv. est.), sin embargo, se observa que en un balance general, las partes altas tienden predominantemente a erosionar mientras que las partes bajas tienden predominantemente a sedimentar (Tabla S14).



Tabla S14.- Valores promedio de sedimentación y erosión del suelo por posición en el relieve en 30 parcelas experimentales durante un ciclo de lluvia (julio-octubre, 2003).

posición	Sedimentación	erosión	d.e. erosión	diferencia (ton/ha)	Balance
alta	207,59	-216,68	97,78	-9,09	pérdida neta en parcelas altas
baja	211,70	-195,37	85,36	16,33	ganancia neta en parcelas bajas

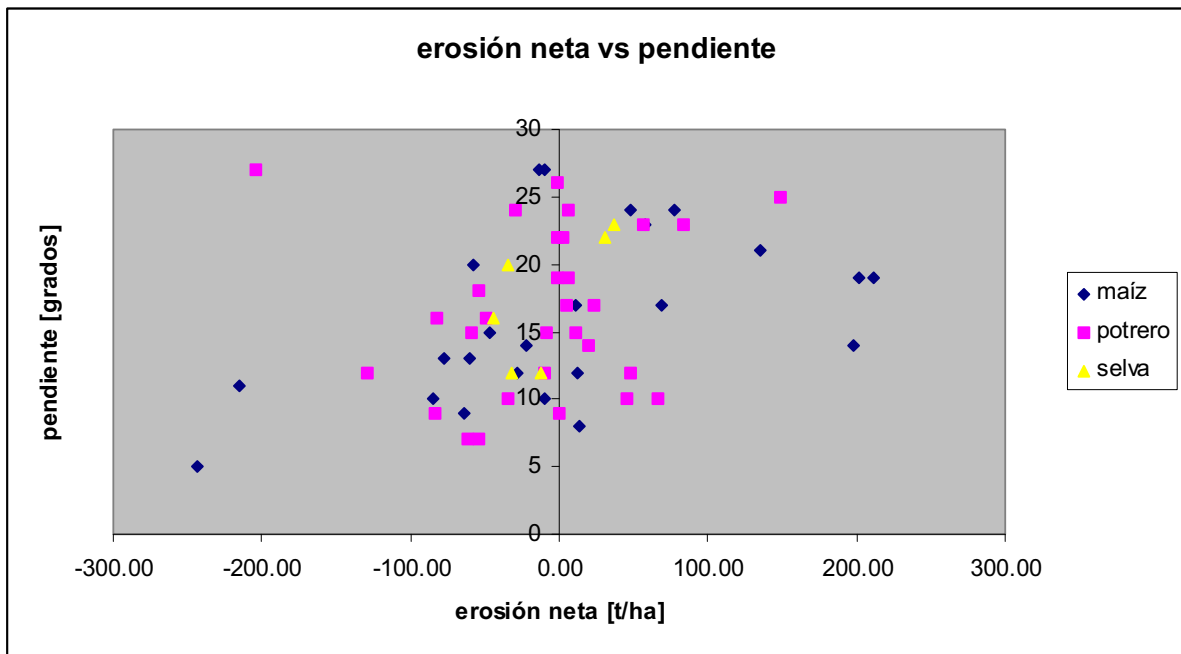


Figura S9: Relación entre erosión/acumulación neta y la pendiente de las parcelas estudiadas bajo distintos usos de suelo.

En la tabla S15 se presentan los datos de precipitación registrada en las diferentes localidades durante el monitoreo de las parcelas de clavos. La mayor precipitación total se registró en La venta, pero las lluvias máximas diarias ocurrieron en Tierra Colorada, que fue el sitio con la menor precipitación total.

Tabla S15.- Precipitación total y mínima, máxima y media diaria registrada en las localidades en las que se realizaron las parcelas de clavos.

Localidad:	La Venta gneis	Tierra Col. granito	El Aguacate areniscas	El Aguacate esquistos	Tlahuizapa esquistos
total:	705,9	506,3	567,9	614,1	626,9
min	3,0	0,4	0,8	0,4	2,4
max	64,4	77,8	45,3	51,7	45,9
promedio	22,1	18,8	13,9	9,4	12,3

**a.6) Conclusión sobre procesos de erosión en la zona de estudio.**

De los anteriores resultados se desprende que resulta importante implementar prácticas de conservación de suelo que promuevan una mayor cobertura y minimicen la pérdida del suelo, particularmente en zonas de las cuencas altas donde los suelos se forman a partir de esquistos y areniscas. Para ello será necesario analizar con mayor detalle los sistemas actuales de utilización de la tierra y los factores y procesos que determinan la erosión en las partes altas de las subcuencas Omitlán y Papagayo. A partir de estos estudios será posible diseñar prácticas eficientes de conservación de suelo que disminuyan el aporte de sedimentos a los ríos y por ende eviten el rápido azolve del futuro embalse. También se desprende que la cobertura es un factor determinante de la pérdida del suelo en la zona de estudio y que la mayor pérdida del suelo se registra en suelos desarrollados a partir de esquistos y areniscas.

**b) Compactación del suelo**

La compactación contribuye a una mayor pérdida del suelo por erosión hídrica, dificultando eventualmente el desarrollo de las raíces de las plantas a profundidad, inhibiendo su desarrollo y reduciendo la productividad del suelo. Por ello resulta difícil la recuperación de sitios altamente compactados.

Entre los principales factores causales de la compactación se encuentran el pisoteo continuo de ganado en sitios utilizados para el pastoreo, el movimiento y arrastre de yuntas o tractores para el arado de campos agrícolas (compactación a profundidad), así como el desmonte y compactación de caminos y superficies para la instalación de infraestructura urbana (de forma temporal o permanente).

En la zona de estudio se observan frecuentemente rasgos de degradación del suelo en potreros (pie de vaca). Estos rasgos son atribuibles a procesos de compactación del suelo por sobrepastoreo. Para determinar el grado de afectación actual en la zona de estudio se analizó la compactación existente en terrenos bajo cuatro diferentes tipos de uso (agrícola, pastoril, selva baja caducifolia y pastizal natural) considerando diferentes tipos de materiales parentales (granito, gneis, areniscas y esquistos) y dos condiciones de inclinación del terreno (laderas altas y laderas bajas). Los resultados de compactación del suelo a diferentes profundidades para distintos materiales parentales se presentan en las figuras S10(a-i).

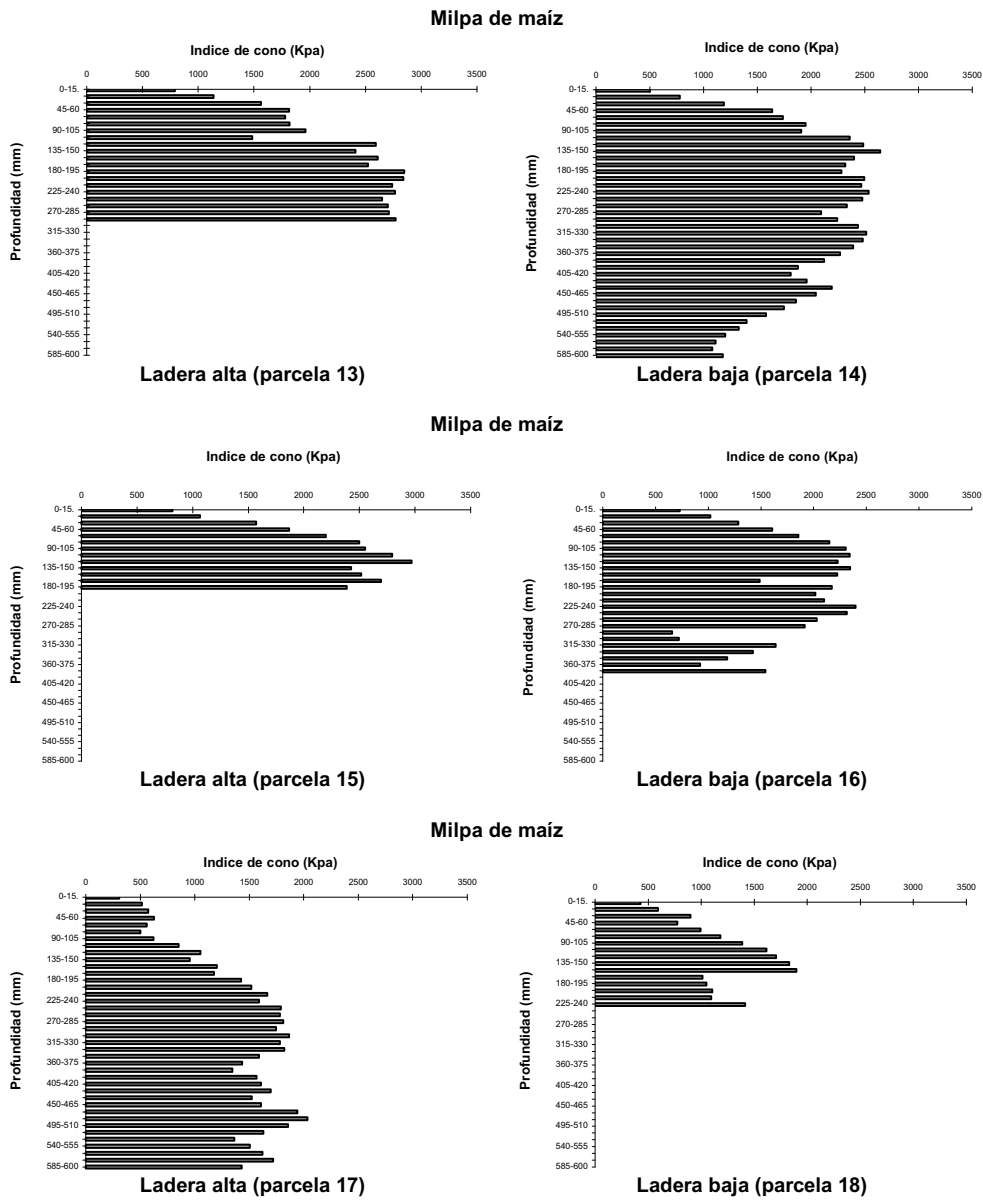


Figura S10(a).- Compactación del suelo a profundidad en terrenos de areniscas con uso de suelo maíz.

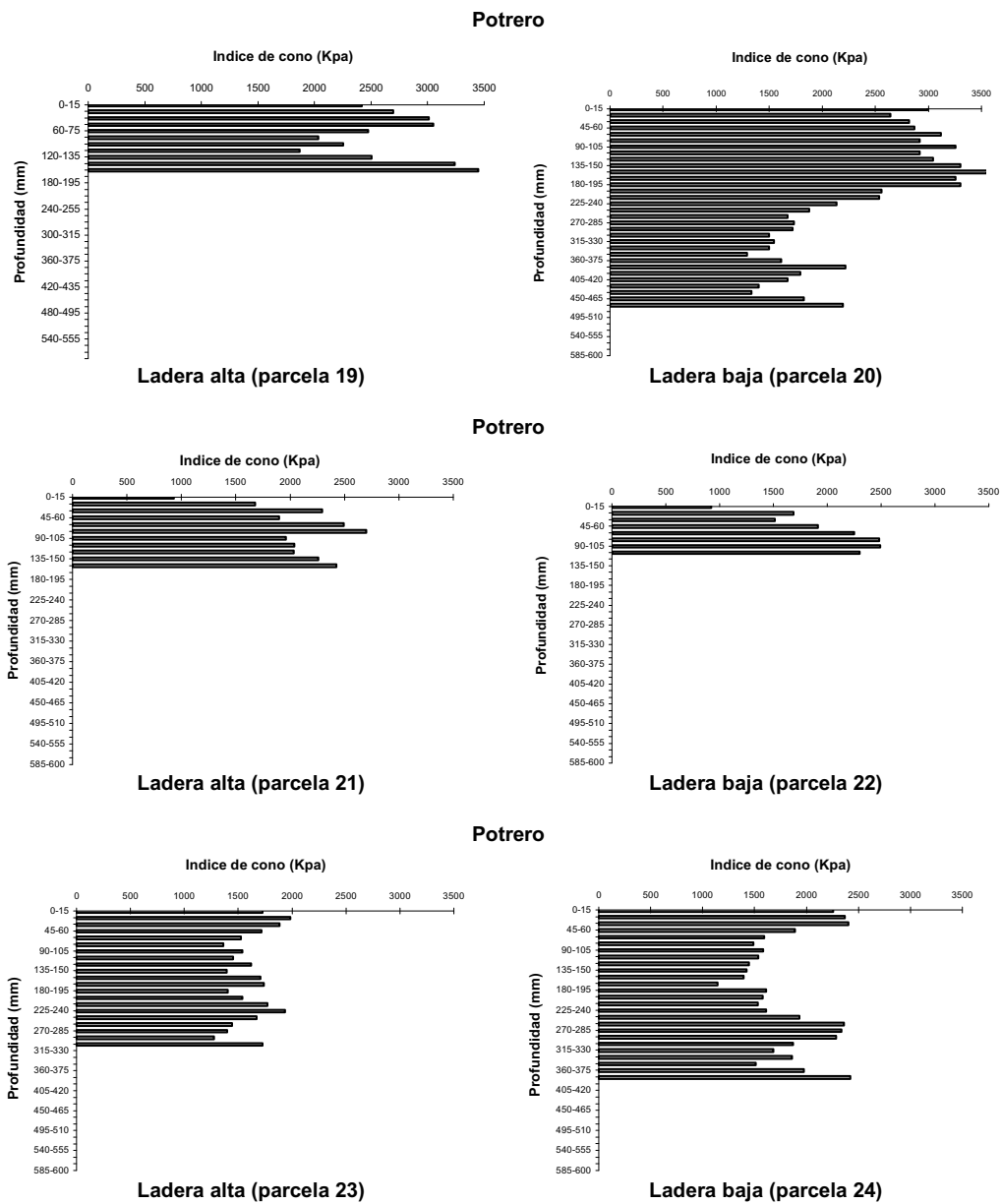


Figura S10(b).- Compactación del suelo a profundidad en terrenos de areniscas con uso de suelo pecuario.

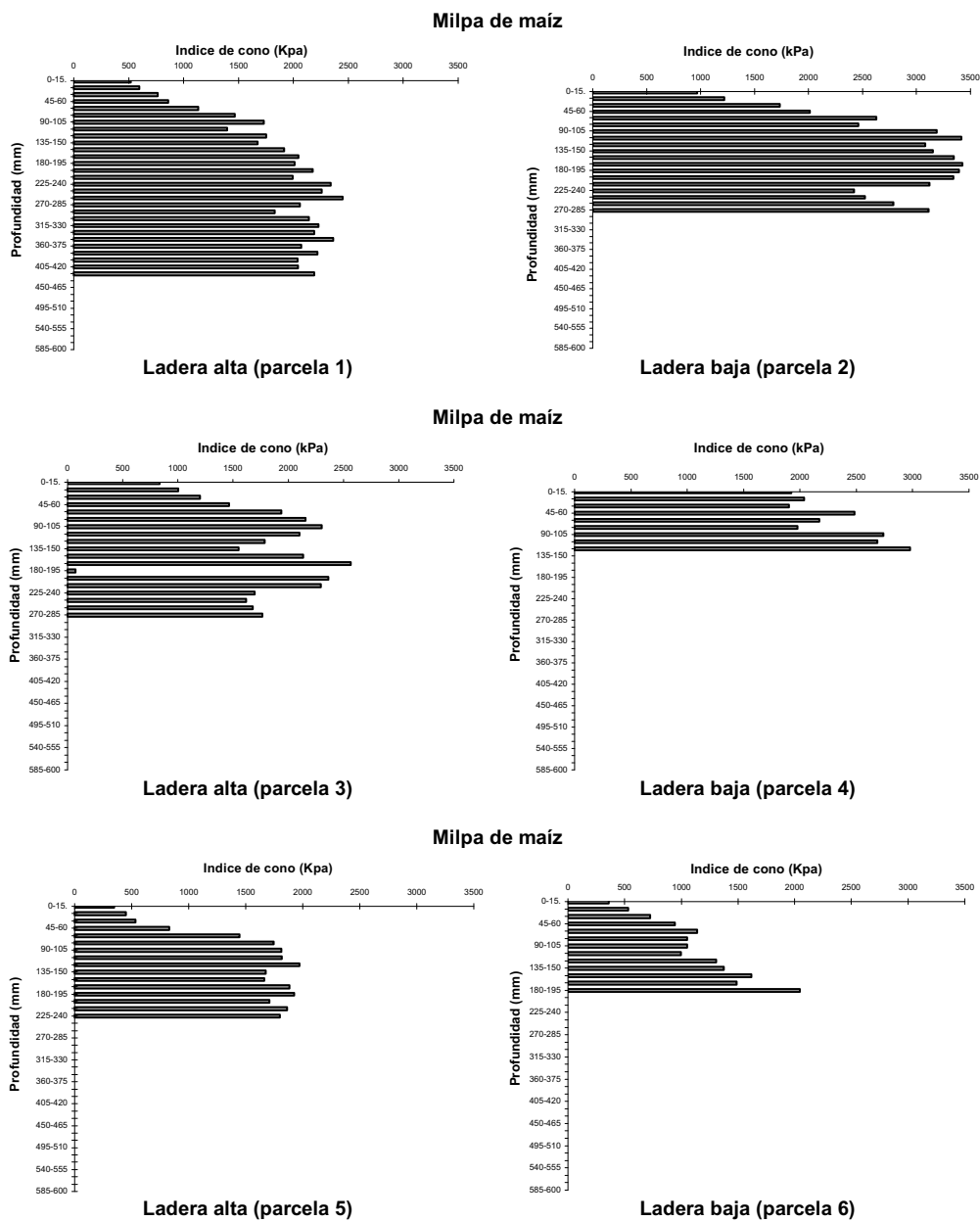


Figura S10(c).- Compactación del suelo a profundidad en terrenos de esquistos con uso de suelo agrícola.

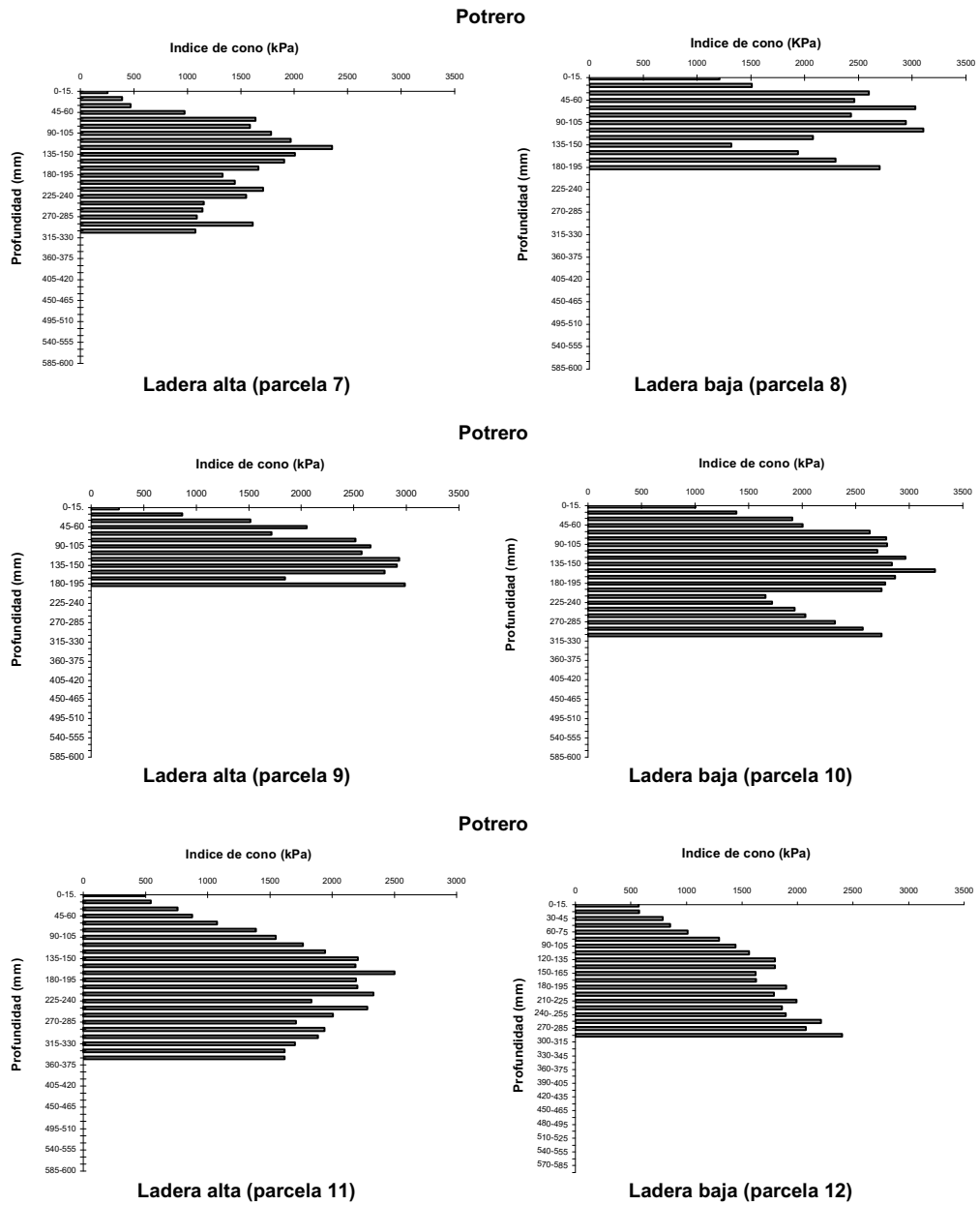
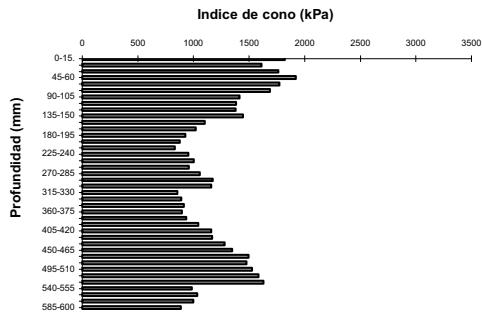
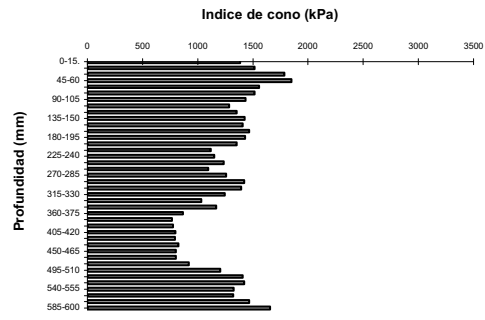


Figura S10(d).- Compactación del suelo a profundidad en terrenos de esquistos con uso de suelo pecuario.

Milpa de maíz

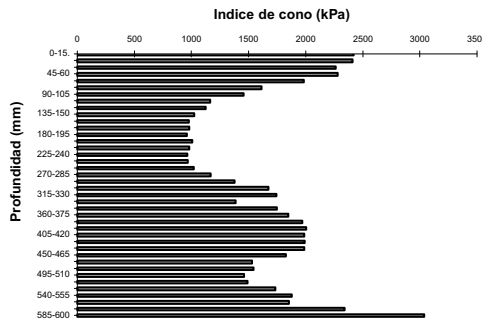


Ladera alta (parcela 31)

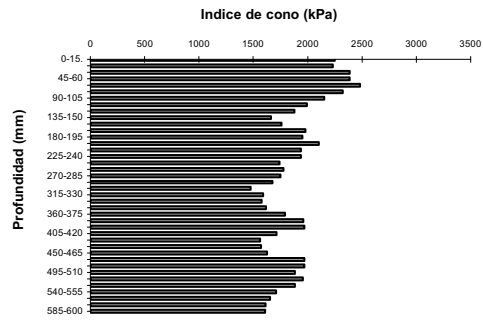


Ladera baja (parcela 32)

Milpa de maíz

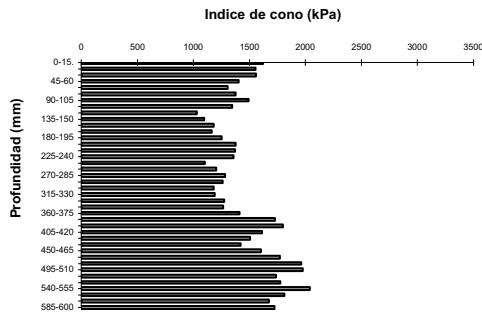


Ladera alta (parcela 33)

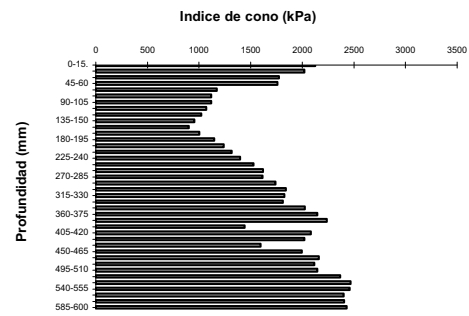


Ladera baja (parcela 34)

Milpa de maíz



Ladera alta (parcela 35)



Ladera alta (parcela 36)

Figura S10(e).- Compactación del suelo a profundidad en terrenos de gneis con uso de suelo agrícola.

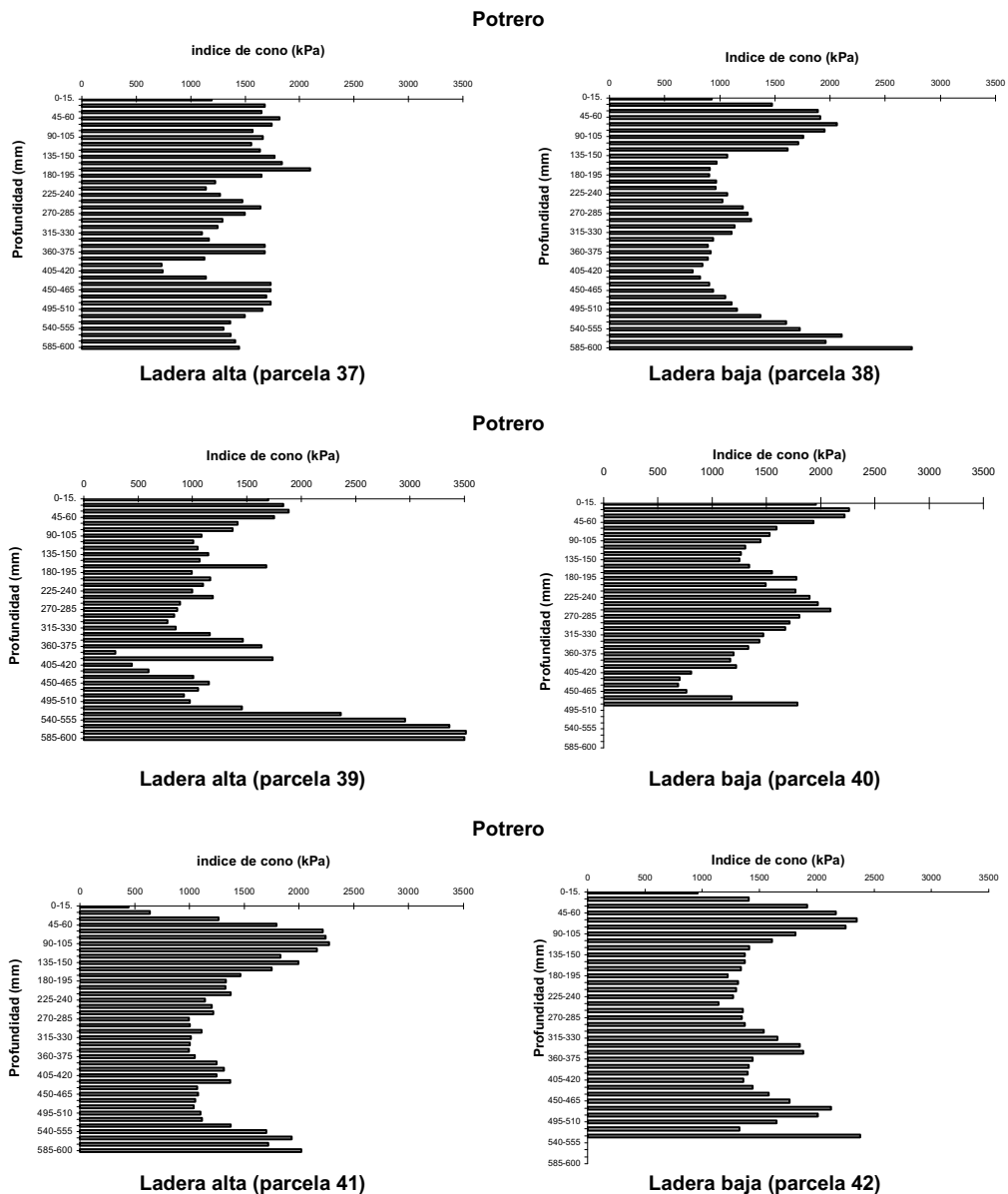


Figura S10(f).- Compactación del suelo a profundidad en terrenos de gneis con uso de suelo pecuario.



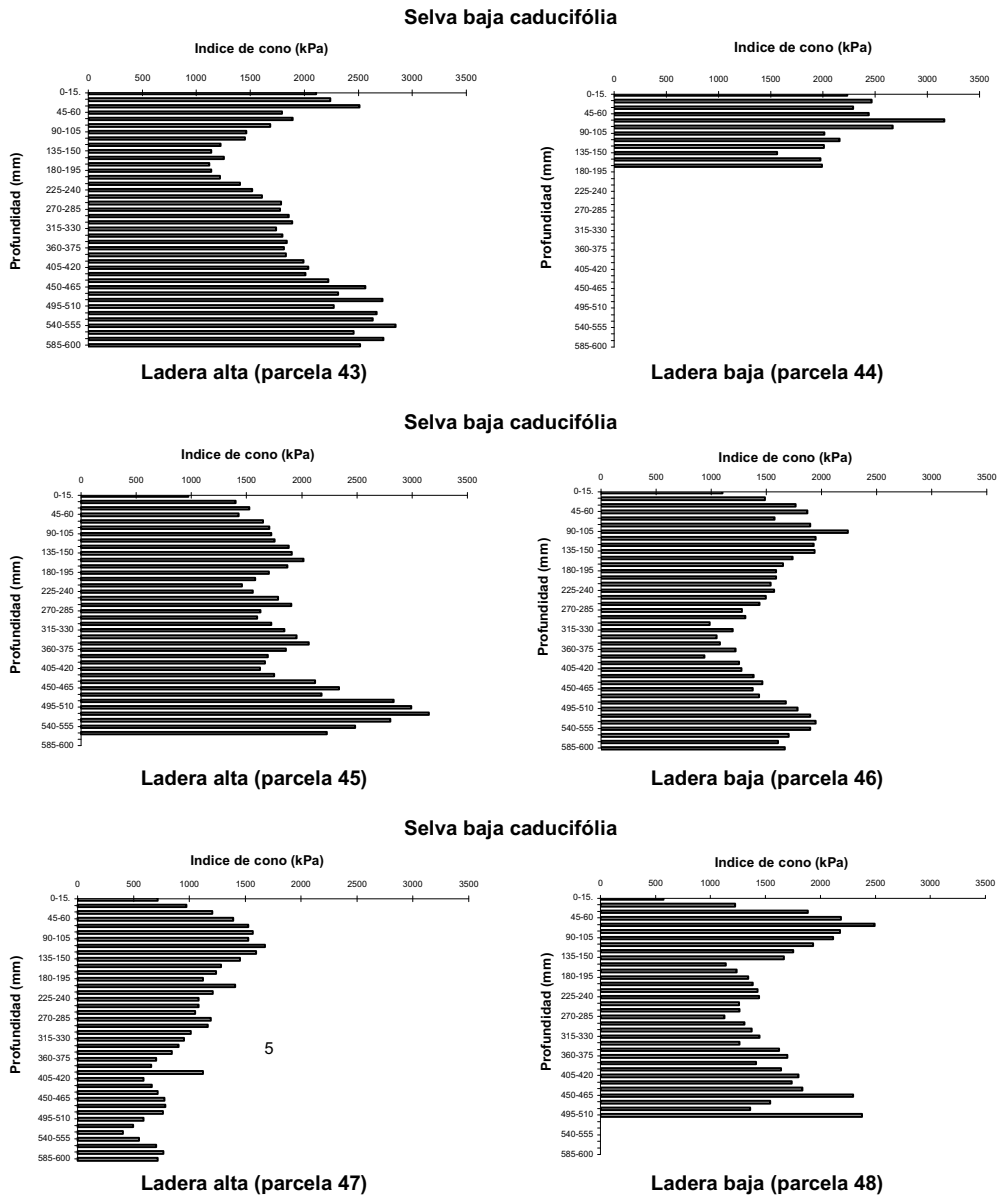


Figura S10(g).- Compactación del suelo a profundidad en terrenos de gneis con uso de suelo forestal natural (selva baja caducifolia perturbada).

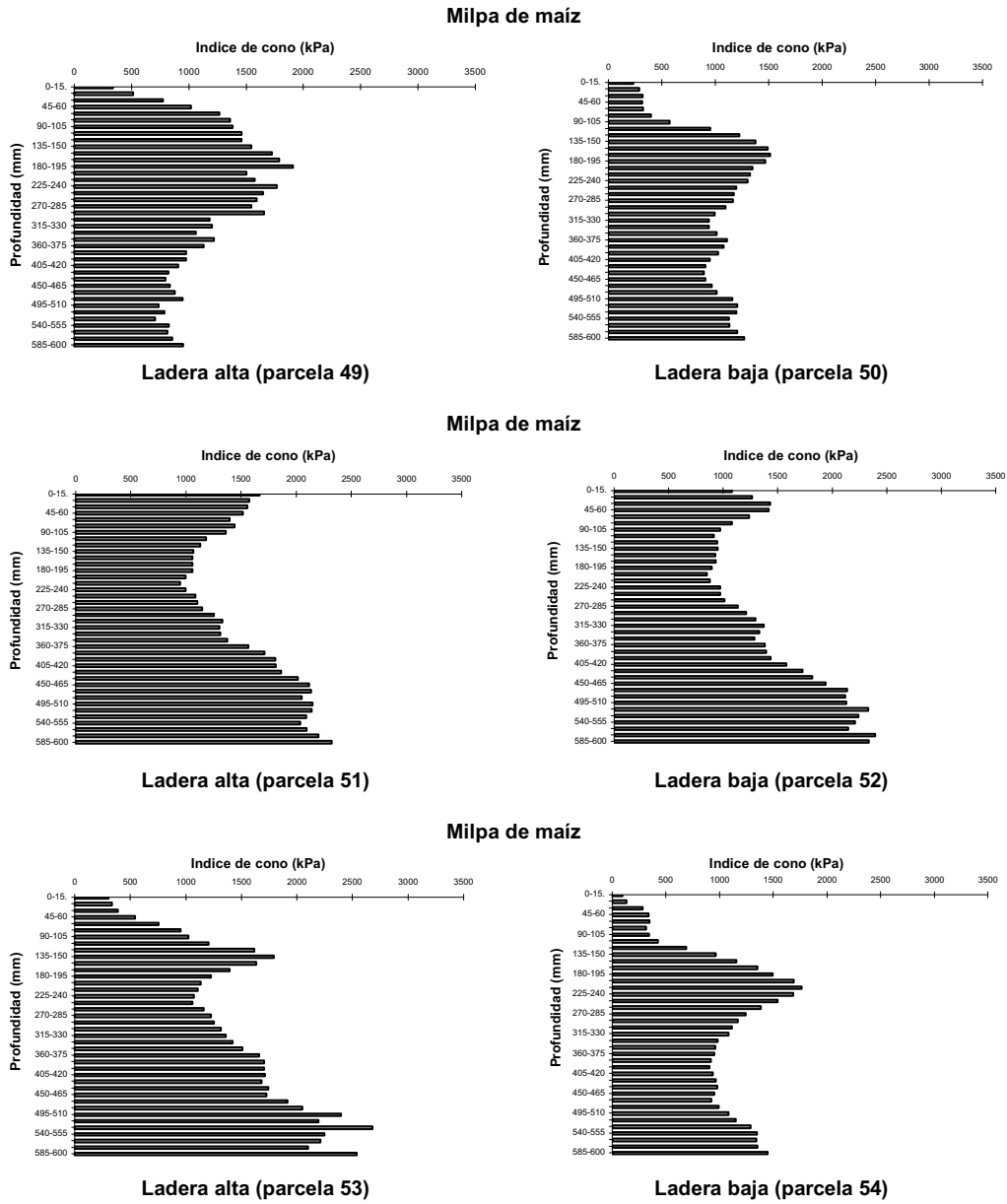


Figura S10(h).- Compactación del suelo a profundidad en terrenos de granito con uso de suelo agrícola.

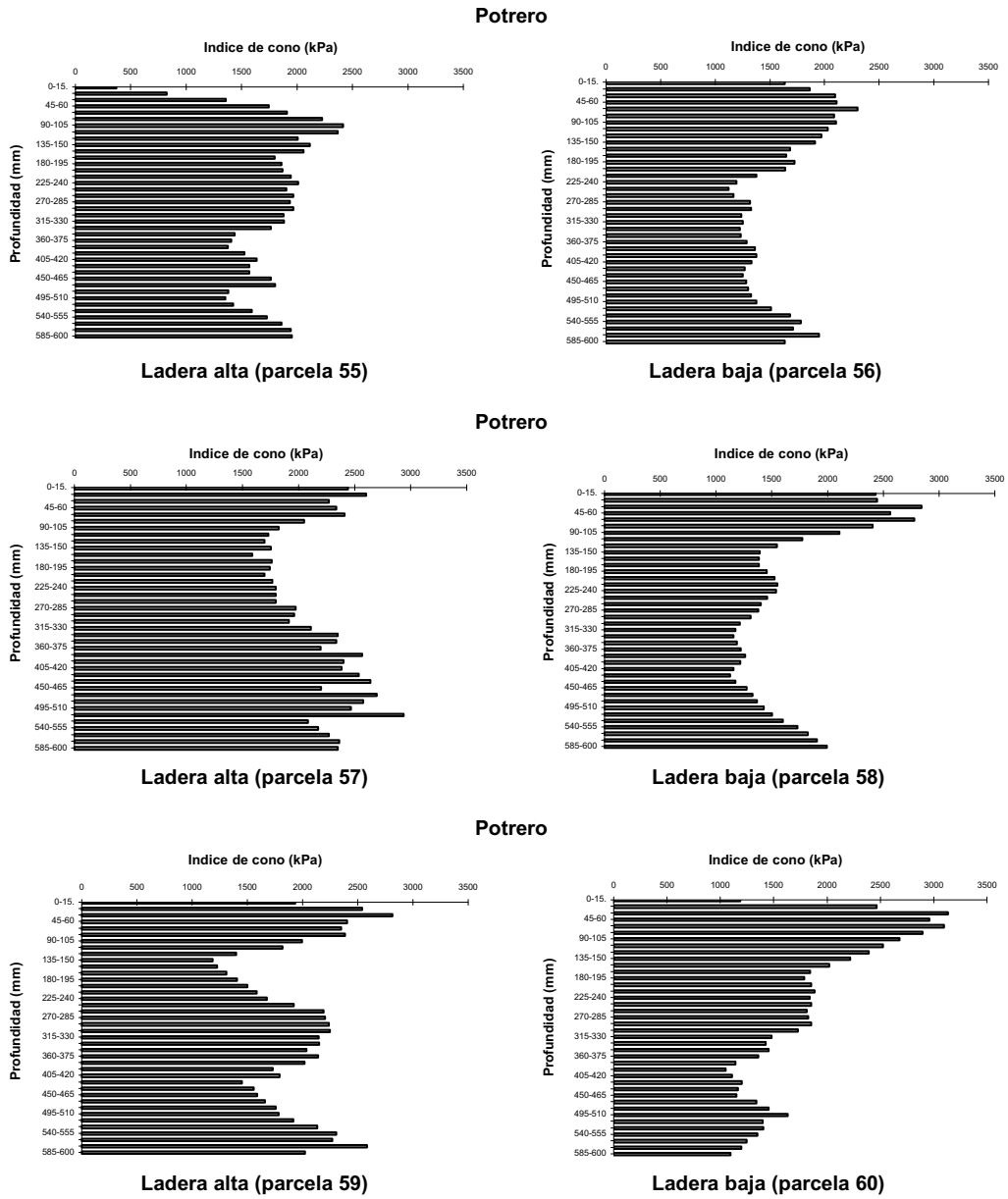


Figura S10(h).- Compactación del suelo a profundidad en terrenos de granito con uso de suelo pecuario.

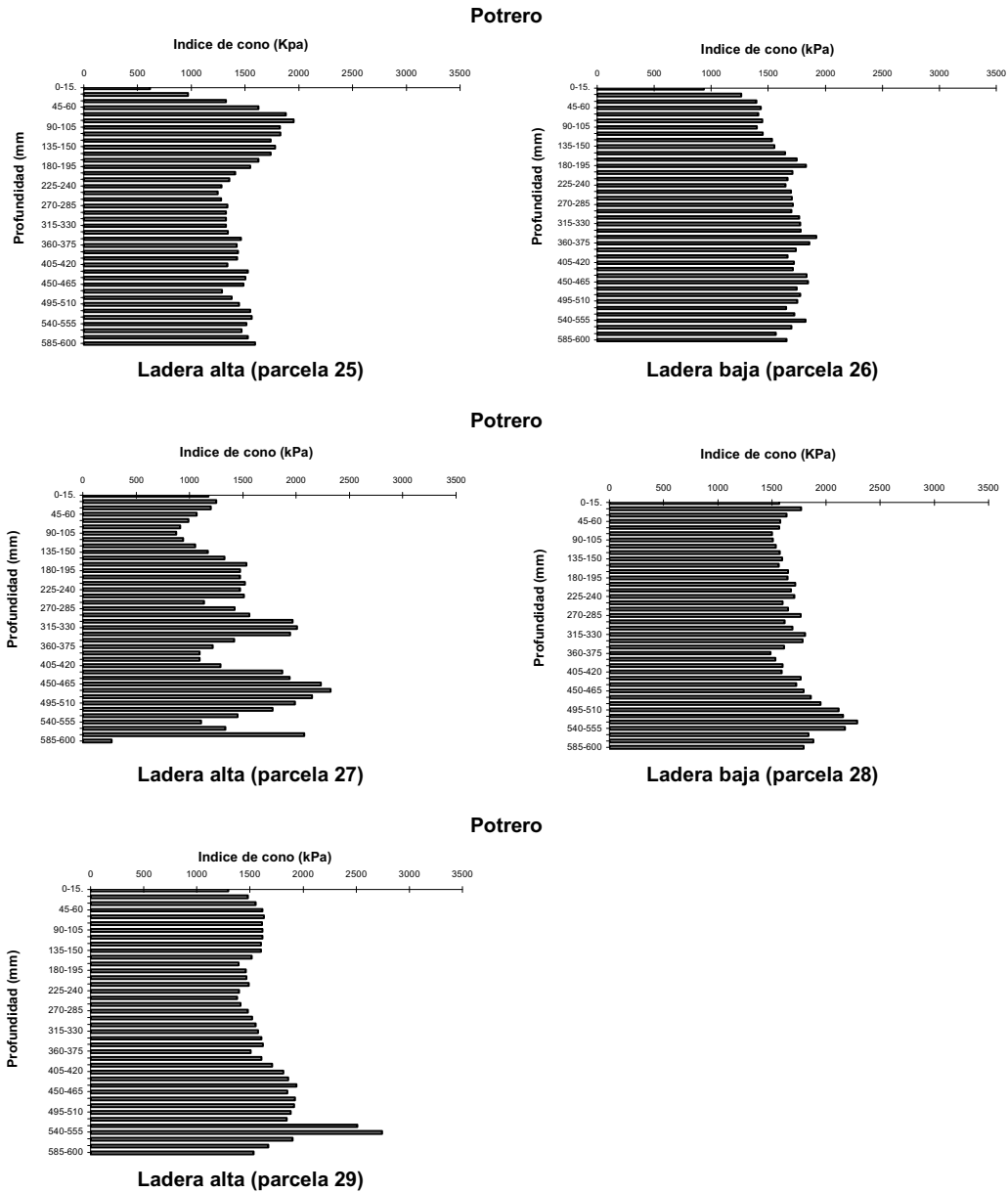


Figura S10(i).- Compactación del suelo a profundidad en terrenos de esquistos con uso de suelo pecuario.

La compactación del suelo varía con la profundidad según se aprecia en las gráficas anteriores. En la tabla S16 se presentan los valores medios de compactación a lo largo de todo el perfil y para diferentes profundidades.

Tabla S16. Valores medios de compactación (kPa) por uso del suelo y tipo de material parental. En rojo se presentan los valores máximos y en azul los mínimos.

Variable: Compactación máxima en todo el perfil			
(SBC)	agrícola	pastoril	forestal
Esquistos	2456	2521	*
Arenisca	2466	2802	*
Gneis	2277	2525	
2595			
Granito	2092	2740	*
Variable: Compactación mínima en todo el perfil			
(SBC)	agrícola	pastoril	forestal
Esquistos	370.3	763.9	*
Arenisca	583.0	1411.8	*
Gneis	1009.0	644.3	
927.7			
Granito	462.5	1072.7	*
Variable: Compactación superficial (0-5 cm)			
(SBC)	agrícola	pastoril	forestal
Esquistos	497	854	*
Arenisca	595	2047	*
Gneis	1937	1363	1283
Granito	620	1666	*
Variable: Compactación sub-superficial (5-15 cm)			
(SBC)	agrícola	pastoril	forestal
Esquistos	2009	1978	*
Arenisca	2101	2365	*
Gneis	1269	1414	1611
Granito	1283	1764	*
Variable: Compactación profundidad media (15-30 cm)			
(SBC)	agrícola	pastoril	forestal
Esquistos	2097	1805	*
Arenisca	1855	1757	*
Gneis	1442	1307	1447
Granito	1273	1777	*
Variable: Compactación suelo medio-profundo (30-45 cm)			
(SBC)	agrícola	pastoril	forestal
Esquistos	*	1788	*
Arenisca	1861	1331	*
Gneis	1448	1014	1671
Granito	1375	1567	*
Variable: Compactación suelo profundo (45-60 cm)			
(SBC)	agrícola	pastoril	forestal

(SBC)			
Esquistos	*	*	*
Arenisca	*	*	*
Gneis	2200	2426	1635
Granito	1811	1843	*

Como denotan los resultados la compactación del terreno es muy variable a lo largo del perfil de suelo. Las actividades agrícolas compactan en menor medida que las pecuarias cuando se considera la totalidad del perfil. No obstante, al analizar el efecto del uso del suelo para diferentes profundidades se observa que el pastoreo compacta más el terreno entre 0 y 15 cm de profundidad, mientras que el cultivo de maíz lo compacta más entre 15 y 45 cm.

Lo anterior refleja que existe una descompactación de los primeros horizontes del suelo al realizar la labranza, mientras que en las actividades pecuarias, la compactación es en general alta.

Se realizó un análisis de varianza factorial (4x2) para identificar si las diferencias observadas son significativas y qué combinación de uso del suelo y material parental resulta en un suelo más compactado. Dado que no fue posible obtener valores de compactación en selva baja caducifolia en todos los sitios de muestreo, el análisis se remitió únicamente a comparar uso de suelo agrícola y pecuario. El resultado se presenta en la tabla S17.

Tabla S17.- Resultados del análisis de varianza factorial (2x4) realizado para determinar diferencias en la compactación del suelo entre uso de suelo agrícola y pastoril.

Variable	Medias por factor			Análisis de Varianza Factorial			
	Esquisto granito	arenisca	gneiss	F. variación v.r.	d.f.(m.v.)	s.s.	m.s.
Compactación máxima	2500.	2634.	2401.	roca	3	410884.	136961.
	2416.			uso	1	1203268.	1203268.
	Agrícola	pastoril		roca.uso	3	596145.	198715.
	2320.	2624.		Residuales	45(1)	9467003.	210378.
				Total	52(1)	11676245.	
Compactación mínima	633.	997.	827.	roca	3	983122.	327707.
	768			uso	1	1770350.	1770350.
	Agrícola	pastoril		roca.uso	3	2426043.	808681.
	582.	951		Residuales	45(1)	5278367.	117297.
				Total	52(1)	10457352.	
Compactación superficial de 0-5 cm	735.	1321.	1650.	roca	3	6446916.	2148972.
	1143			uso	1	3987726.	3987726.

	Agrícola 851.	pastoril 1405.		14.31 <.001*			
				roca.uso	3	7114748.	2371583.
				8.51 <.001*			
				Residuales	45(1)	12539344.	278652.
				Total	52(1)	29993611.	
Compactación de 5-15 cm	Esquisto granito	arenisca	gneiss	F. variación v.r. F pr.	d.f.(m.v.)	s.s.	m.s.
	1988.	2233.	1341.	roca	3	6334186.	2111395.
	1523			6.76 <.001*			
				uso	1	497683.	497683.
	Agrícola	pastoril		1.59 0.213			
	1687.	1883..		roca.uso	3	471967.	157322.
				0.50 0.682			
				Residuales	44(2)	13734954.	312158.
				Total	51(2)	20670233.	
Compactación de 15-30 cm	Esquisto granito	arenisca	gneiss	F. variación v.r. F pr.	d.f.(m.v.)	s.s.	m.s.
	1901.	1806.	1375.	roca	3	2480317.	826772.
	1525.			4.56 0.009*			
				uso	1	9229.	9229.
				0.05 0.823			
	Agrícola	pastoril		roca.uso	3	1170339.	390113.
	1694.	1668..		2.15 0.112			
				Residuales	34(12)	6168170.	181417.
				Total	41(12)	8853253.	
Compactación de 30-45 cm	Esquisto granito	arenisca	gneiss	F. variación v.r. F pr.	d.f.(m.v.)	s.s.	m.s.
	1872.	1599.	1231.	roca	3	3147020.	1049007.
	1471.			5.25 0.006*			
				uso	1	838205.	838205.
				4.19 0.051			
	Agrícola	pastoril		roca.uso	2(1)	910220.	455110.
	1721.	1467..		2.28 0.123			
				Residuales	25(21)	4995800.	199832.
				Total	31(22)	7175590.	
Compactación de 45-60 cm	Esquisto granito	arenisca	gneiss	F. variación v.r. F pr.	d.f.(m.v.)	s.s.	m.s.
	2065.	2065.	2313.	roca	1(2)	1415767.	1415767.
	1827.			3.30 0.088			
				uso	1	215718.	215718.
				0.50 0.489			
	Agrícola	pastoril		roca.uso	1(2)	56648.	56648.
	1995.	2124...		0.13 0.721			
				Residuales	16(30)	6868446.	429278.
				Total	19(34)	8107473.	

Nota: \* implica diferencias significativas a una confiabilidad del 95% (alfa=0.05).

Considerando la totalidad del perfil de suelo compactado, existen diferencias significativas entre el uso del suelo agrícola y pastoril, siendo mayormente compactado en suelo en terrenos utilizados para el pastoreo de ganado; independientemente del tipo de roca a partir de la que se desarrolló el suelo.

Si se analiza la compactación a diferentes profundidades se observa que la capa más superficial de suelo (0-5 cm) presenta una compactación muy heterogénea, dada por el uso y la composición y características propias del suelo (heredadas del material parental). El análisis mostró que hay diferencias significativas en todos los tratamientos, resultando ser más altamente compactado el suelo originado de gneis y el sujeto a actividad pastoril.

A una mayor profundidad, la compactación muestra diferencias significativas entre distintos materiales parentales, independientemente del tipo de uso al que están sujetos. Los suelos formados a partir de granito y gneis se compactan menos que aquellos derivados de areniscas y esquistos.

Aunque el resultado arrojó que no existen diferencias significativas entre el uso a las diferentes profundidades, la actividad pastoril resulta en una mayor compactación del suelo que la agrícola.

#### **c) Pérdida de materia orgánica**

La pérdida de materia orgánica es un proceso de degradación asociado ya sea al cambio de uso de suelo de vegetación natural a uso agrícola, o a un uso agrícola intensivo con labranza frecuente, o bien al drenaje del suelo. En la zona de estudio se observa que la mayor parte de la cobertura vegetal de selva baja caducifolia ha sido removida en las últimas décadas por medio de la roza, tumba y quema para darle un uso agrícola o pecuario a los terrenos. Tanto la pérdida del suelo por erosión como la labranza pueden provocar una pérdida de la materia orgánica del suelo.

Con el fin de evaluar si este cambio de uso de suelo ha llevado a una disminución en la cantidad de materia orgánica del suelo en la capa arable (0 – 20 cm), se tomaron muestras compuestas de 0 a 20 cm de profundidad de parcelas bajo usos del suelo distintos (maíz, potrero, vegetación secundaria de selva baja) en diferentes zonas del área de estudio. Igualmente se seleccionaron terrenos con suelos formados a partir de materiales parentales distintos, dado que la cantidad de materia orgánica acumulada en un suelo no sólo depende de la biomasa producida por la cobertura, sino también de las características del suelo que influyen sobre los procesos de mineralización y humificación de la misma. A partir de las concentraciones de carbono orgánico total en el suelo se calculó la cantidad de materia orgánica en los primeros 20 cm de profundidad tomando en cuenta la densidad aparente del suelo, la cual fue determinada paralelamente en cada parcela. Los datos determinados en laboratorio se presentan completos en el anexo S2.f. En la tabla S18 se muestran los valores promedio obtenidos a partir de las 3 réplicas por condición (uso de suelo y material parental) muestreada.



Tabla S18.- Cantidad promedio de materia orgánica en la capa arable del suelo (0-20 cm) de suelos bajo uso distinto y formados a partir de diferentes materiales parentales. Se presenta además la pendiente, densidad aparente (d.a.) y la concentración de carbono orgánico total.

Localidad	Roca	Uso	No. de réplicas	Pendiente [grados]	d. a. [g/cm3]	Corg [g/kg]	m.o. [kg/m2]
<b>parte alta de la parcela</b>							0-20 cm
Aguacate	Areniscas	maíz	3	24	1,14	19,62	7,71
Aguacate	Esquistos	maíz	3	20	1,45	19,74	9,87
La Venta	Gneis	maíz	3	17	1,23	15,94	6,76
Tierra Colorada	Granito	maíz	1	27	1,07	6,65	2,45
Aguacate	Areniscas	potrero	3	26	1,26	12,41	5,39
Aguacate	Esquistos	potrero	3	27	1,25	13,33	5,75
La Venta	Gneis	potrero	2	15	1,37	16,85	7,96
Tierra Colorada	Granito	potrero	3	16	1,31	9,83	4,44
Tlahuizapa	Esquistos	potrero	3	22	1,31	10,75	4,86
La Venta	Gneis	Selva baja	3	23	1,15	18,67	7,40
<b>parte baja de la parcela</b>							
Aguacate	Areniscas	maíz	3	11	1,26	20,49	8,90
Aguacate	Esquistos	maíz	3	23	1,38	17,23	8,20
La Venta	Gneiss	maíz	3	13	1,31	12,75	5,76
Tierra Colorada	Granito	maíz	1	10	1,34	6,56	3,03
Aguacate	Areniscas	potrero	3	19	1,17	14,89	6,01
Aguacate	Esquistos	potrero	3	22	1,41	12,29	5,98
La Venta	Gneiss	potrero	1	7	1,39	16,85	8,08
Tierra Colorada	Granito	potrero	3	9	1,27	8,2	3,59
Tlahuizapa	Esquistos	potrero	3	15	1,23	19,85	8,42
La Venta	Gneis	Selva baja	3	12	1,07	22,77	8,40

En las figuras S11 y S12 se muestra una comparación entre la cantidad de materia orgánica en suelos bajo uso diferente así como bajo materiales parentales distintos. Se grafica en forma separada a las parcelas en la ladera alta (figura S10) y a las parcelas en la ladera baja (figura S11). Como no se encontró cobertura de selva baja en todos los sitios muestreados se incluyen datos de cantidad de materia orgánica reportada en suelos de la Reserva Ecológica de la estación de Biología de Chamela reportados por Cotler et al. (2002), separando igualmente a los suelos de acuerdo al material parental (Figura S13).

En la zona de estudio sólo se muestreó suelo bajo selva baja en unidades con material parental de gneis. Ahí se observa una mayor cantidad de materia orgánica en la parte baja de la ladera bajo selva baja que bajo maíz y potrero, mientras que en la parte alta hay más materia orgánica bajo maíz que bajo selva baja. Comparando los contenidos de materia orgánica en suelos desarrollados sobre granito, se observa que estos suelos tienen la menor cantidad de materia orgánica de todas las unidades. Además los suelos bajo maíz y potrero tienen claramente menos materia orgánica que los suelos bajo selva baja muestreados en Chamela.

Comparando uso de suelo de maíz contra potrero se nota que en todas las unidades de tipo de roca las parcelas de maíz tienen más materia orgánica que las de potrero. La mayor acumulación de materia orgánica en la zona de estudio se observa en suelos desarrollados a partir de areniscas y esquistos.

Las partes bajas de las laderas (Figura S13) tienen por lo general más materia orgánica que las partes altas (Figura S14). Esto podría estar relacionado a procesos de erosión de la capa arable rica en materia orgánica de la parte alta hacia la parte baja de la ladera.

En conclusión, los datos recabados en este estudio muestran que la cantidad de materia orgánica en los suelos depende del material parental que les dio origen así como del uso del suelo. Los suelos desarrollados a partir de granito tienen la menor cantidad de materia orgánica y el uso de suelo agrícola y de potrero lleva a una pérdida notable de materia orgánica de entre 1 y 2 kg/m<sup>2</sup> en comparación con sitios no perturbados. En los suelos desarrollados a partir de gneis, arenisca y esquistos no es posible determinar si los usos agrícolas llevan a una pérdida de materia orgánica, dado que no se obtuvieron datos comparables bajo selva. Sin embargo, se observa una menor cantidad de materia orgánica bajo potrero que bajo maíz.

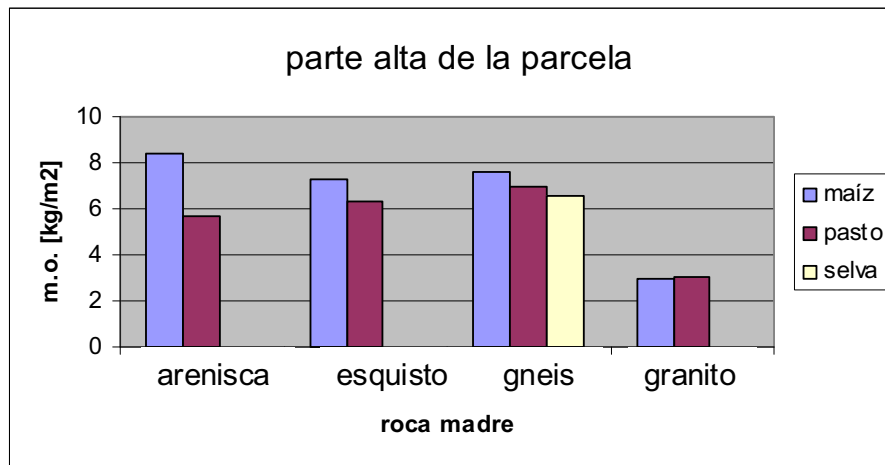


Figura S11: Cantidad promedio de materia orgánica en la capa arable del suelo (0 a 20 cm) de laderas altas en parcelas bajo uso de suelo distinto y en unidades litológicas diferentes.

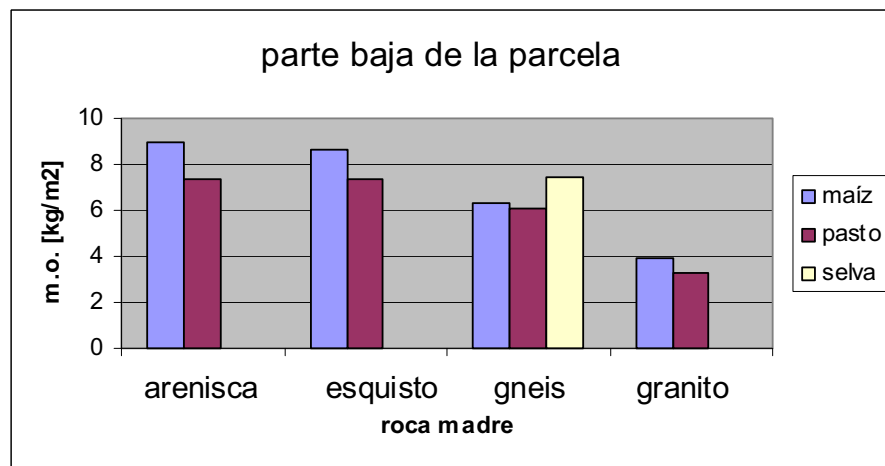


Figura S12: Cantidad promedio de materia orgánica en la capa arable del suelo (0 a 20 cm) de laderas bajas en parcelas bajo uso de suelo distinto y en unidades litológicas diferentes.

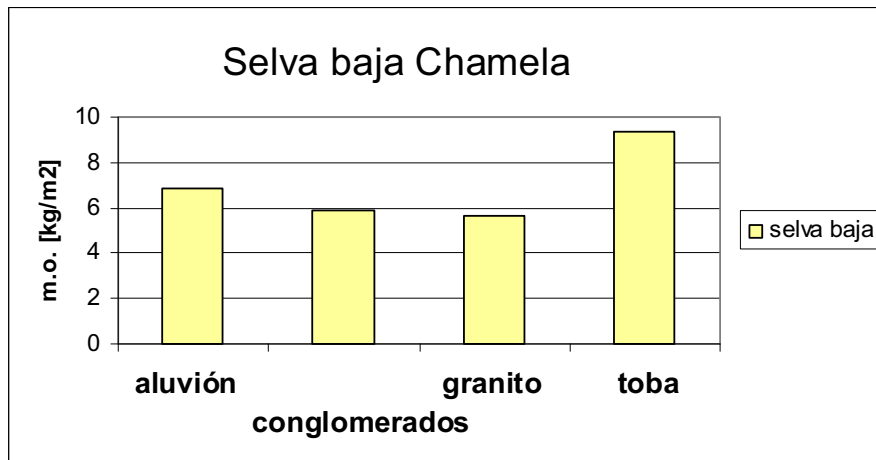


Figura S13: Cantidad de materia orgánica en la capa superficial del suelo (0 a 20 cm) en diferentes unidades litológicas con cobertura vegetal de selva baja en la Reserva Ecológica de Chamela, Jalisco (datos tomados de Cotler et al., 2002).

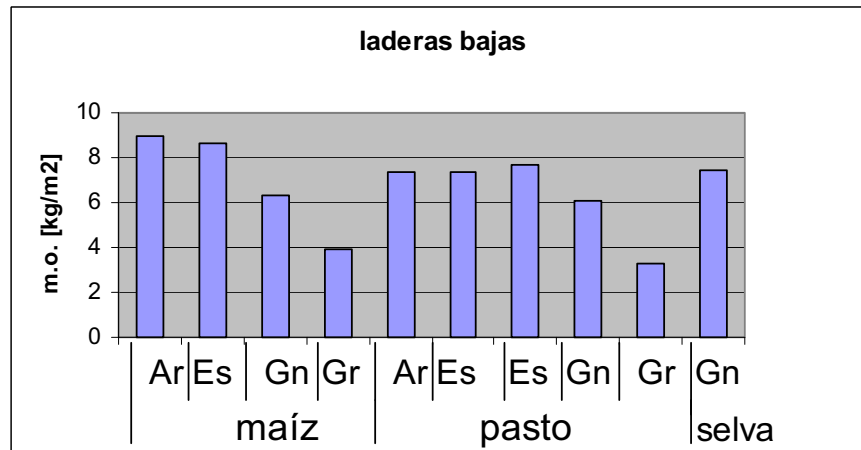


Figura S14: Cantidad de materia orgánica en la capa arable del suelo (0 a 20 cm) de laderas bajas en todas las parcelas estudiadas.

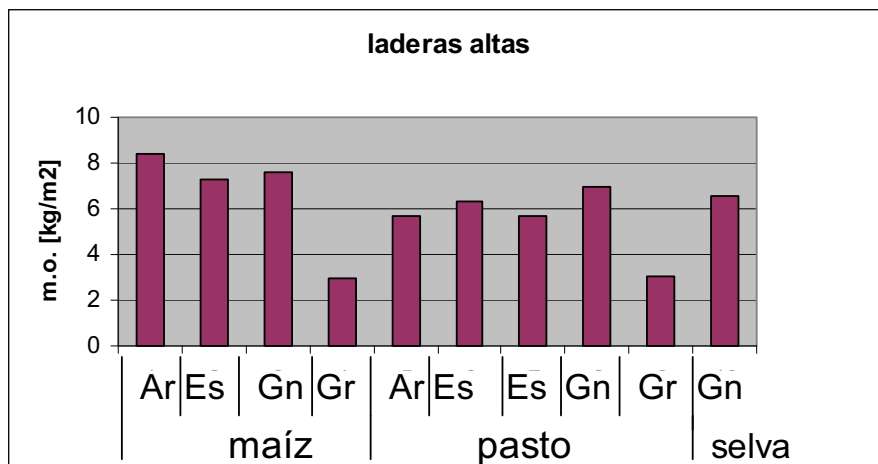


Figura S15: Cantidad de materia orgánica en la capa arable del suelo (0 a 20 cm) de laderas altas en todas las parcelas estudiadas.

Finalmente se generó un mapa de cantidad de materia orgánica acumulada en el suelo (considerando la profundidad total del solum) para la zona de afectación (Anexo S1, mapa 9). Para ello se calcularon valores promedio de la cantidad de materia orgánica en el solum por unidad morfopedológica, a partir de los datos de carbono orgánico determinados en las muestras de perfiles de suelo. Este mapa le fue proporcionado al subproyecto “Gases invernadero”.

#### d) Susceptibilidad a deslizamientos.

En el área de estudio se han identificado dos sitios de especial importancia por su baja estabilidad y susceptibilidad a deslizamientos. Ambos sitios se localizan en las inmediaciones de la localidad de La Venta y corresponden a los siguientes:

- La presencia de rocas metavolcánicas, con alta susceptibilidad a derrumbes o deslizamientos al quedar desprovistas de vegetación o aumentar su porcentaje de saturación de agua.
- El aporte de materiales de tamaño mediano a fino en el área que actualmente conforma un abanico aluvial al pie de la cortina de la presa La Venta (figura S16).

Ambos sitios podrían ser fuente de sedimentos hacia el interior del embalse, sin embargo, por sus dimensiones en comparación con la totalidad del área que ocupará la presa, se estima que pueden ser de bajo impacto. No obstante, son sitios en donde se debe procurar la conservación de la cobertura vegetal.

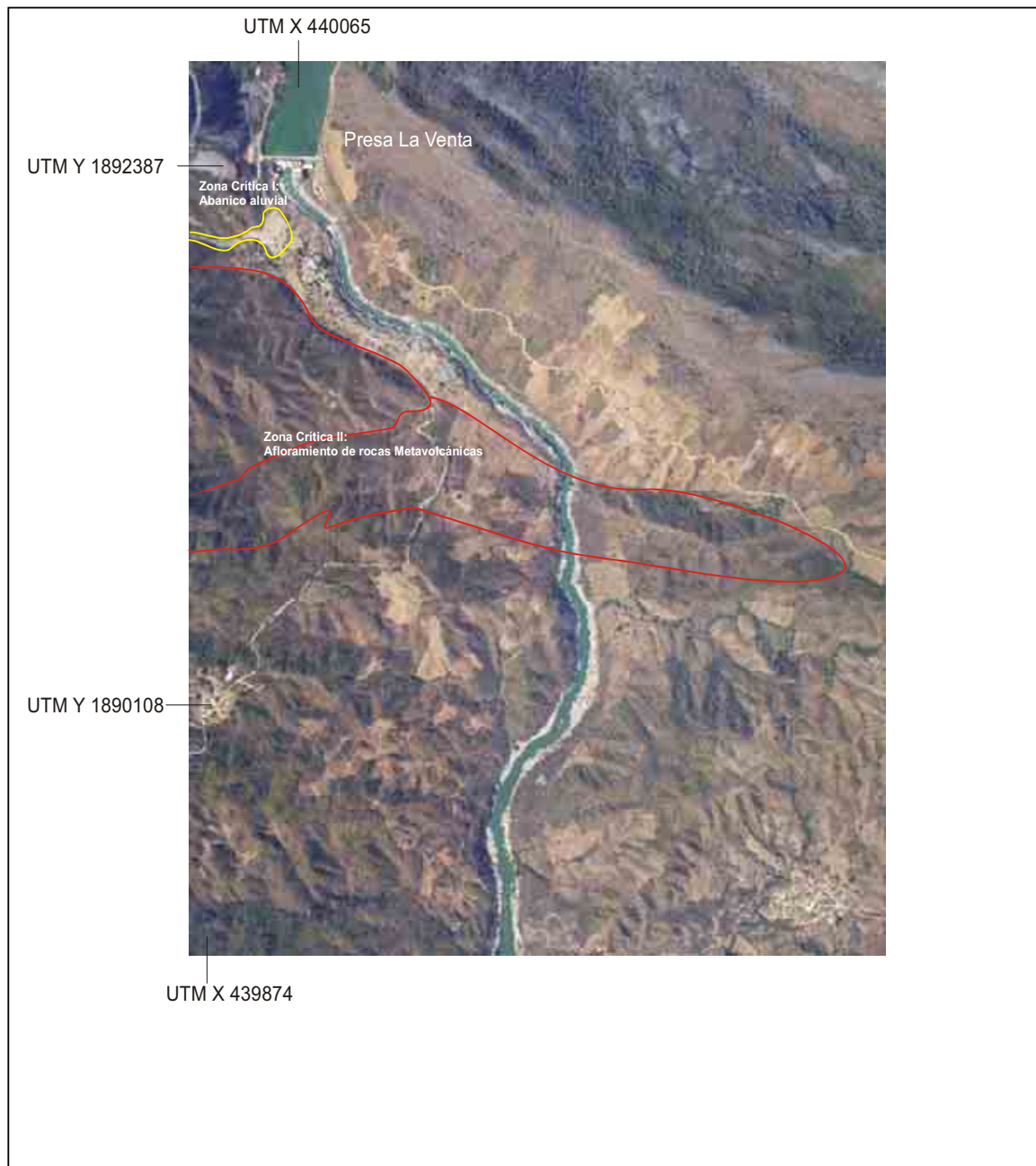


Figura S16. Ubicación de los sitios propensos a deslizamiento en masa en la zona de La Venta.

**Intrusión salina en la desembocadura del río Papagayo**

Las zonas costeras frecuentemente presentan áreas afectadas por salinidad. Con el fin de caracterizar el estado actual de los suelos en la zona de la desembocadura del río Papagayo, se tomaron muestras de suelo con barrenos, separando el contenido del barreno por horizonte genético. Las muestras se secaron y tamizaron (<2 mm) y en extractos con agua relación suelo:agua 1:2,5 (peso : volumen) se determinó la conductividad eléctrica con un conductímetro WTW con corrección por temperatura. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla S16. La ubicación de los sitios de muestro se muestra en la Figura S16.

Como se puede observar, la mayoría de las muestras presentan conductividades eléctricas menores a 4 mS/dm, lo cual significa que en estos sitios no se presenta una acumulación de sales por encima de umbrales que impliquen efectos en el desarrollo de las plantas. Únicamente 3 sitios localizados en las inmediaciones del canal que conecta a la Laguna Tres Palos con el mar se midieron conductividades entre 4 y 8 mS/cm, indicando que estos sitios se encuentran ligeramente afectados por sales, de tal forma que se espera una inhibición del desarrollo de aquellas plantas que son sensibles a la presencia de sales. Las plantas tolerantes a la salinidad (como la palmera cocotera y varios pastos) no se verán afectados por estas concentraciones de sal (Richards, 1973).

Es importante destacar que el muestreo se realizó en la época de lluvias (septiembre), es decir, en un momento en el año en el que se espera que las sales se hayan lavado a profundidades mayores. Desgraciadamente no se obtuvo permiso para acceder a esta zona en el mes de mayo, es decir, al final de la época seca, que es cuando se espera la mayor acumulación de sales en los horizontes superficiales por efecto del movimiento ascendente del agua por evapotranspiración. Es recomendable documentar la salinidad de los suelos en esta zona en la próxima época seca y antes de que se dé inicio a la obra, para así poder evaluar posibles cambios por intrusión salina una vez que se regule el gasto del río Papagayo.

Tabla S19: Conductividades eléctricas en extractos de saturación en diferentes sitios de muestreo a lo largo de la barra costera y la llanura fluvio-palustre en la zona de desembocadura del río Papagayo. (Valores en **negritas** indican sitios con ligera afectación por sales, en los cuales se espera que plantas sensibles a la salinidad muestren una inhibición en su desarrollo (Richards, 1973).

sitio		localización		Profundidad	C.E. Ext. Sat.
		x	y		
		[UTM]	[UTM]	[cm]	[mS/dm]
1	camino hacia El Arenal	423332	1860041	62-100	1,28
2	El Arenal, cerca de la laguna	423923	1857660	0-26	0,99
2				26-40	0,79
2				40-74	1,71
2				74-100	1,26
3	El Arenal, de regreso a la carretera, cocotero	424258	1858044	0-26	0,80
3				26-46	0,58
3				46-67	0,59
3				67-91	1,08
3				91-101	1,11
4	El Arenal, de regreso a la carretera, matorral	424249	1858047	0-32	0,42
4	espinoso			32-48	0,26
4				48-78	0,38
4				78-89	0,17
10	Barra Vieja, 10 metros de la orilla del río	434941	1845206	0-19	1,27
10				19-99	0,50
11	Barra Vieja	434656	1845189	0-23	0,39
11				23-100	0,20
12	Barra Vieja	434354	1845092	0-32	0,12
12				32-100	0,14
13	Barra Vieja (terrazza alta)	434178	1845934	0-43	0,48
13				43-82	0,28
13				82-98	0,48
14	Barra Vieja, camino al canal principal	433644	1845884	0-33	1,36
14				33-100	<b>5,01</b>
15	Barra Vieja, al lado del canal principal	432950	1845800	0-24	3,50
15				24-60	<b>4,32</b>
15				60-98	<b>7,13</b>
20	La Estación, 30 metros de la orilla de la	429945	1857520	0-23	2,46
20	Laguna			23-44	2,57
20				44-63	<b>8,42</b>
20				63-85	<b>6,86</b>
21	La Estación, 250 metros de punto 20			0-20	1,59
21				20-37	1,35
21				37-52	1,21

21				52-80	1,59
21				80-85	2,08
22	La Estación, entrando al pueblo desde la			0-48	1,58
22	laguna			48-82	0,85
22				82-100	0,89



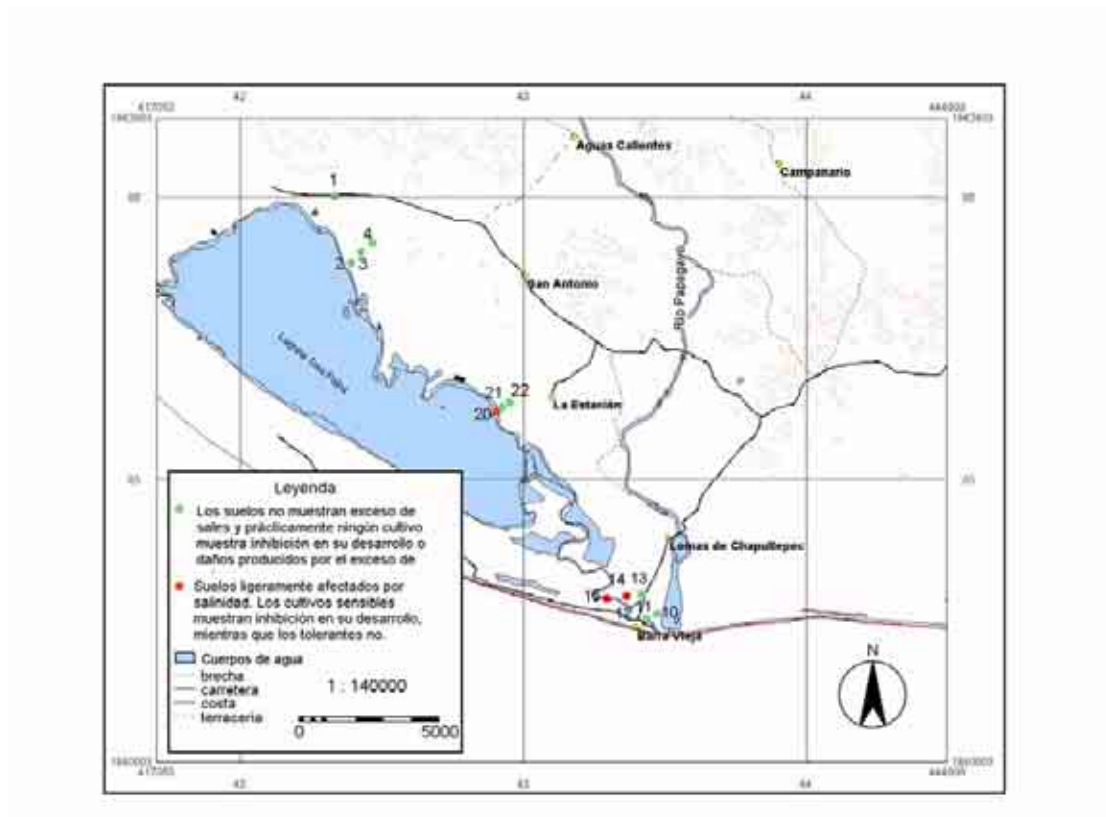


Figura S17: Ubicación de los sitios de muestreo de conductividad eléctrica del suelo en la zona de barra costera y planicie fluvio-palustre.

#### IV.1.1.6 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO - HIDROLOGÍA

El área de estudio se encuentra inmersa en la Región Hidrológica N° 20 denominada Costa Chica-Río Verde, cuya superficie es de 9 372 km<sup>2</sup>, dentro de ésta se encuentra la cuenca **E** la cual está regida por el río Papagayo cuya longitud es de 73 km y tiene una superficie de 7 476 km<sup>2</sup>. Dentro de ésta se incluyen: la subcuenca “**a**” la cual tiene una superficie de 2 587 km<sup>2</sup> la cual se encuentra regida por el río Papagayo, la subcuenca “**b**” con una superficie de 1 045 km<sup>2</sup> y regida por el cauce principal el río Omitlán, la subcuenca “**c**” con una superficie de 1 585 km<sup>2</sup> y como cauce principal el río la Unión, la subcuenca “**d**” que cuenta con una superficie de 1 686 km<sup>2</sup> y se rige por el río Azul y por último la subcuenca “**e**” la cual tiene una superficie de 573 km<sup>2</sup> y está regida por el río San Miguel.

El área total de las cinco subcuencas que conforma la cuenca **E** es de 7 476 km<sup>2</sup>.

Cabe mencionar que la cortina se halla aproximadamente a 27,3 km del Océano Pacífico, tomando la longitud del cauce en línea recta.

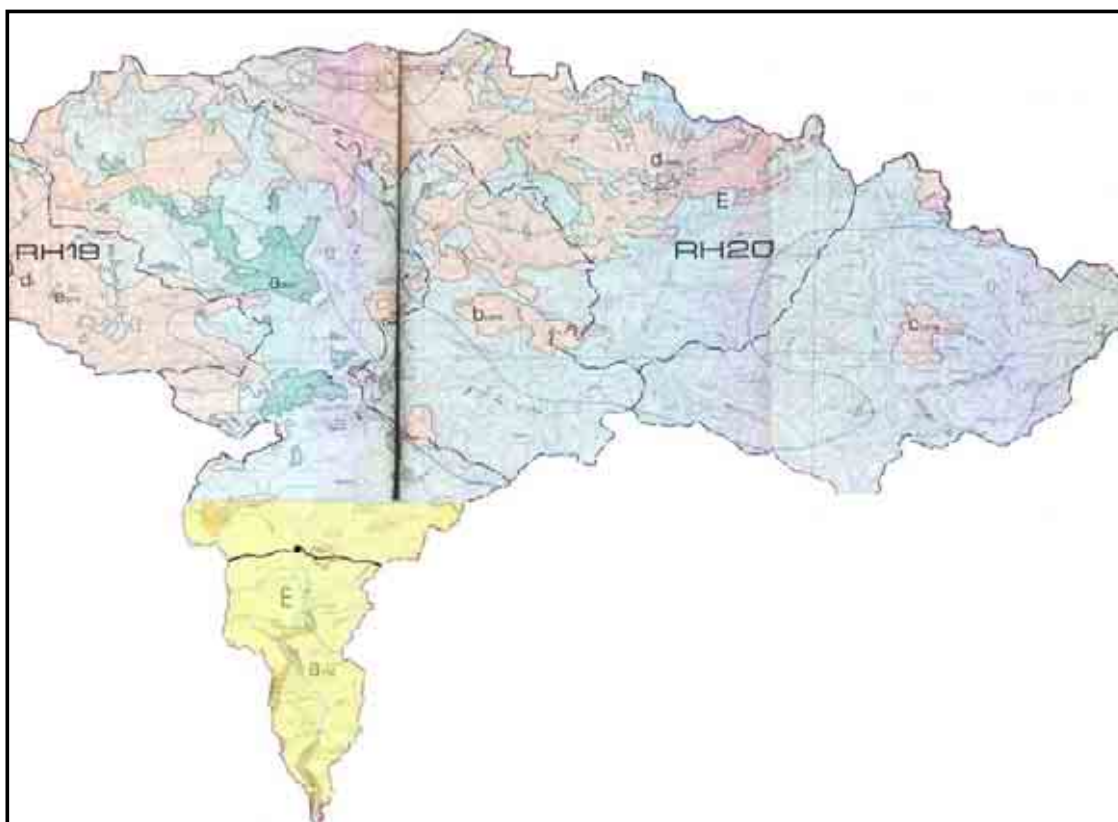


Figura H1. Área de estudio

**Área de afectación directa**

El área de afectación directa se refiere al área que ocupará el embalse del Proyecto Hidroeléctrico La Parota el cual abarcará parte de los municipios de Acapulco, San Marcos y Juan R. Escudero, todos ellos en el estado de Guerrero.

El área del embalse colinda al norte (N) con la región hidrológica N° 18 río Balsas cuya superficie es de 13 861 km<sup>2</sup>.

Al oeste (W) colinda con la región hidrológica N° 19 denominada Costa Grande, Cuenca A cuyo cauce principal es el río Atoyac. Dentro de la cuenca A se encuentra inmersa la subcuenca “b” denominada la Sabana, con una superficie de 468 km<sup>2</sup> y cuyo cauce principal es el Río la Sabana; en la parte este (E) se encuentra la cuenca D (denominada Río Nexpa) cuya superficie es de 493 km<sup>2</sup> y la subcuenca f con el cauce principal el río Cortés y la estancia con una superficie de 11 km<sup>2</sup>.

La Presa Hidroeléctrica la Parota se ubica sobre el cauce principal del río Papagayo; este río tiene varias ramificaciones que propiciarán la inundación del área marcada para el llenado de la misma en un tiempo aproximado de dos a tres años siempre y cuando no se presente un periodo de sequías que pudiese afectar los tiempos estimados para el llenado de la misma.

Es importante mencionar que dentro de la zona de aportación al P. H. “La Parota”, se sitúa la Central Hidroeléctrica “Gral. Ambrosio Figueroa (*La Venta*)”, misma que entró en operación a finales del año 1963.

En el Análisis Regional de Precipitaciones en la República Mexicana realizado por la desaparecida Secretaría de Recursos Hidráulicos (*SRH*), en donde se consideran las características de la precipitación, fisiografía de la cuenca y avenidas que se presentan, la zona de estudio se localiza en la *REGIÓN VIII*.

**Área de influencia**

El área de influencia del P. H. La Parota desde el punto de vista hidrológico comprende: el Río Papagayo aguas abajo de la cortina (la cortina se localiza en las coordenadas UTM 422353, 1844757 y 458910, 1906014 abarcando una superficie de 96 678 ha) y la línea de costa. Cada uno de estos elementos es descrito a continuación.

*Río Papagayo*

El Río Papagayo nace en Chilpancingo y desemboca en el Océano Pacífico, se localiza entre las coordenadas 16° 40'-17° 30' N y 98° 40'-100° 05' W y se divide en cinco subcuencas: el propio Río Papagayo (2 587 km<sup>2</sup>), Río Omitlán (1 045 km<sup>2</sup>), Río Unión (1 585 km<sup>2</sup>), Río Azul (1 686 km<sup>2</sup>) y Río San Miguel (573 km<sup>2</sup>). Su cuenca de captación es de 8 200 km<sup>2</sup> con una descarga variable estacional e interanual con un volumen aproximado de 5 634 Mm<sup>3</sup> al año. Sus aguas se utilizan para abastecimiento del Puerto de Acapulco y riego.

*Laguna de Tres Palos*

La laguna de Tres Palos se localiza entre los 16° 47' y 16° 49' de latitud norte y los 99° 39' y 99° 47' de longitud oeste, cuenta con una extensión aproximadamente entre 56,5 y 61 km<sup>2</sup> (Sevilla, *et al.*, 1980; Banderas y González-Villela, 2002), con un volumen de 0,150 a 0,190 km<sup>3</sup>. Situada entre el Río la Sabana y el Río Papagayo, su principal aporte de agua es el Río La Sabana (Mañon-Ontiveros, 1985). Esta Laguna está incluida por ser un cuerpo de agua importante y por estar dentro del área de estudio; sin embargo, cabe aclarar que no forma parte de la cuenca del río Papagayo.

La figura H2 muestra los puntos de muestreo que se utilizaron para el estudio de fisicoquímica y calidad del agua en el área de influencia.

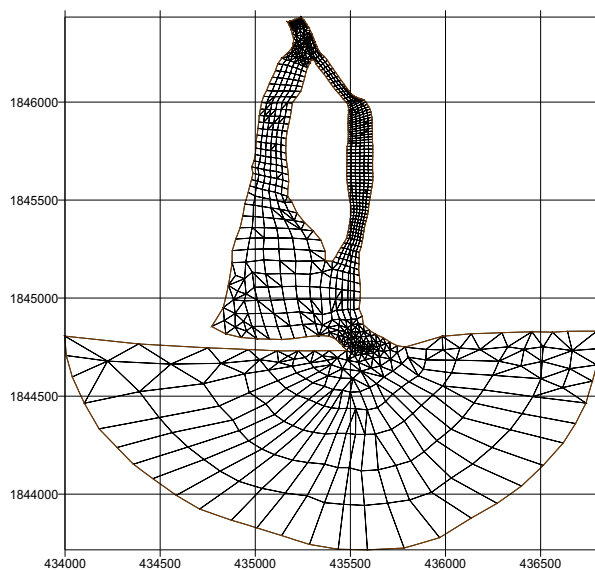
Figura H2. Ubicación de estaciones de estudio en el Río Papagayo y la Laguna Tres Palos, Gro.  
(Fisicoquímica y calidad del agua)



#### *Línea de Costa*

La malla final del modelo utilizado para la caracterización de procesos costeros se muestra en la Figura H3, la cual consiste en 1 216 elementos y 3 368 nodos, cubriendo un área total de 2,91km<sup>2</sup> de agua con un volumen promedio de 37 512 m<sup>3</sup>., ubicando el área de estudio en las coordenadas 18°40'N, 99°37'W y 18°41'N, 99°35'W.

Figura H3. Malla del modelo hidrodinámico desembocadura del Río Papagayo.



**IV.2.1.6 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA HIDROLÓGICO REGIONAL**

**Localización**

El proyecto Hidroeléctrico La Parota, recibe el agua del cauce principal del río Papagayo, con un área de cuenca de 7 476 km<sup>2</sup>, la cuenca de dicho río pertenece al sistema hidrológico Costa de Guerrero, colindando al norte con el sistema Balsas, al este con pequeñas cuencas del sistema hidrológico Costa de Guerrero que drenan al Océano Pacífico entre las que destacan las de los ríos Nexpa, Copala, Marquelia y Quetzala; al poniente está contigua la cuenca del río Coyuca, entre otras más pequeñas del mismo sistema hidrológico.

Considerando la división hidrológica de la Comisión Nacional del Agua (CNA), el proyecto se localiza dentro de la porción occidental de la región hidrológica N°. 20, Costa Chica de Guerrero (figura H4). El río Papagayo corre de Oeste – Este – Suroeste y es la corriente más caudalosa en dicha región.

Figura H4. Regionalización hidrológica. Comisión Nacional del Agua. Fuente: INEGI



La zona de la boquilla se ubica en el municipio de Acapulco a 28 km hacia el noreste del puerto del mismo nombre y la desembocadura del río Papagayo se localiza a 34 km al sureste de dicho puerto. Las coordenadas geográficas de la boquilla del proyecto son 16°56' latitud norte y 99°38' longitud oeste.

La importancia del río Papagayo se fundamenta en la existencia de información hidrométrica en su cuenca. Considerando que la estación hidrométrica “La Parota” se ubica muy cerca de la zona del proyecto, se procedió a delimitar las cuencas de las estaciones hidrométricas de las cuales se dispone de información. En la figura H5 se muestran las subcuencas y en la tabla H1 se presentan las áreas correspondientes a cada una de las estaciones consideradas.

Figura H5 Cuencas del río Papagayo considerando únicamente las estaciones hidrométricas con información.

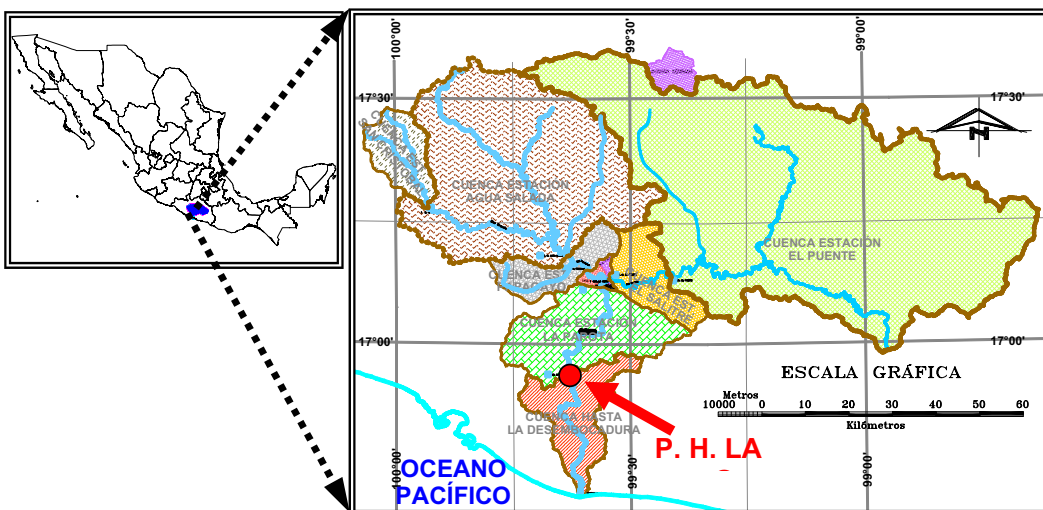


Tabla H1.- Subcuencas de la zona de estudio considerando las estaciones hidrométricas existentes.

SUBCUENCAS	ÁREA (km <sup>2</sup> )
E. H. El Puente	3,975.32
E. H. El Salitre	261.45
E. H. Agua Salada	1,823.13
E. H. San Cristóbal	225.68
E. H. Papagayo	221.12
E. H. La Parota	567.35
Otras	37.94
<b>TOTAL</b>	<b>7,111.99</b>

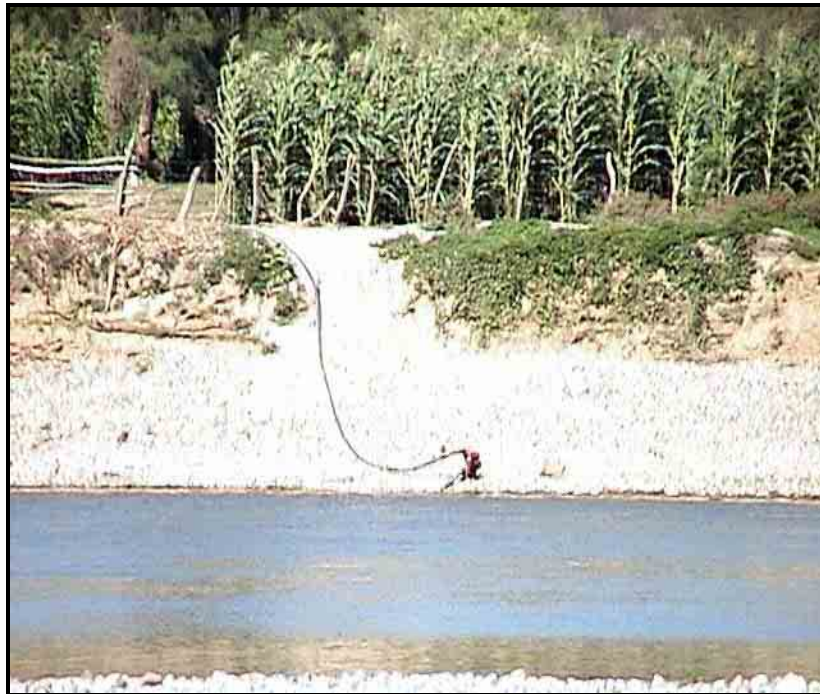


En el Anexo AH4 se presenta la descripción detallada de la cuenca del Río Papagayo incluyendo topografía y análisis de precipitaciones; así también se presenta un resumen de las características del P.H. “La Parota” desde el punto de vista hidrológico.

### **HIDROLOGÍA SUPERFICIAL**

#### **a) Embalses y cuerpos de agua cercanos (lagos, presas, lagunas, ríos, arroyos, etc.) Descripción y usos.**

Del 4 al 10 de abril 2003, se realizó un recorrido sobre el río Papagayo, iniciando en el poblado de Cacahuatpec y llegando hasta Bella Vista Papagayo, en dicho recorrido se observó el uso que se le da al agua y se encontró lo siguiente: es utilizada para el riego de los siguientes cultivos cercanos a las márgenes del río: frijol, maíz, tomate, plátano, papaya y limón; estos cultivos son irrigados mediante bombas de 1 a 15 Hp (Fotografía H1). Además, se extrae agua para uso doméstico y existe captación del recurso por medio de bordos.



Fotografía H1. Extracción de agua del río Papagayo para el riego de cultivo, utilizando equipo de bombeo (2 hp).

En el río existe un servicio de pangas, que utilizan generalmente las localidades de la margen izquierda como Agua Zarca y Chamizal para dirigirse hacia la ruta Km 30-Tierra Colorada. Este



servicio se encontró también en algunas comunidades aguas debajo de la cortina: Cacahuatpec, El Rincón, Cruces de Cacahuatpec, Apalani y San Antonio, Zoyamiche.

En el apartado de vegetación y fauna acuática de este documento puede encontrarse la descripción detallada de la actividad pesquera de la región.

En la tabla H2 se presentan los embalses y cuerpos de agua cercanos al proyecto.

Tabla H2. Embalses y cuerpos de agua cercanos al P.H. “La Parota”

Nombre	Categoría	Localización	Dimensión o Capacidad	Uso principal
Presa Juan Catalán Bervera (El Molino)	Presa derivadora	Sobre el arroyo Cuilapa	2,5 millones de m <sup>3</sup>	Riego de 242 ha
Presa Fernando Galicia Islas (Ocotito)	Presa derivadora	Inmediaciones de las comunidades El Rincón de la Vía, Cajelitos, Buena Vista y El Ocotillo.	2,0 millones de m <sup>3</sup>	Riego de 147 ha
Presa El Palito Verde (Jaltipan)	Presa derivadora	Inmediaciones de la ciudad de Tixtla.	0,7 millones de m <sup>3</sup>	Abastecimiento de la ciudad de Tixtla
Laguna de Tixtla	Laguna		Longitud = 1 300 m, mayor anchura = 800 m, profundidad = 2 m	Siembra sobre el lecho de: maíz, garbanzo, sandía y pepino.
Presa de Colotlipa	Presa hidroeléctrica		1,0 millón de m <sup>3</sup>	Generación de 8 mW
Presa Ambrosio Figueroa (La Venta)	Presa hidroeléctrica		29,7 millones de m <sup>3</sup>	Generación de 30 mW

Aguas abajo del proyecto cerca de la comunidad Salsipuedes existe un pequeño embalse el cual es utilizado para transportar agua potable al puerto de Acapulco, tal como se puede apreciar en la fotografía H2.



Fotografía H2. Embalse utilizado para la extracción de agua del río Papagayo, para el abastecimiento de agua potable al puerto de Acapulco.

**b) Extensión (área de inundación en hectáreas).**

Los cuerpos de agua que se encuentran aguas arriba de lo que será la Presa Hidroeléctrica “La Parota”, se muestran en la Tabla H3. El área del embalse o bordo se determinó mediante un planímetro modelo KOIZUMI número de serie 42594. A algunos cuerpos de agua se les asignó el nombre del poblado o arroyo más cercano. Para la presa Ambrosio Figueroa (La Venta) no se determinó la superficie ya que esta quedará inundada por la construcción del Proyecto Hidroeléctrico La Parota.

Tabla H3. Cuerpos de agua que se encuentran dentro de la cuenca E y aguas arriba del proyecto la Parota.

Embalse	Área inundada	Coordenadas geográficas		Tipo de embalse
	(ha)	N	W	
Juan Catalán Bervera (El Molino)	27,9	17° 33' 31"	99° 26' 47"	Perenne
Fernando Galicia Islas (Ocotito)	30,2	17° 17' 32"	99° 29' 15"	Perenne
Jaltipan (Palito Verde)	4,7	17° 33' 58"	99° 25' 23"	Perenne
Laguna de Tixtla, (Colotlipa)	114,0	17° 33' 23"	99° 23' 10"	Perenne
La Venta Ambrosio Figueroa	---			Perenne
El Ranchito	4,7	17° 33' 37"	99° 21' 08"	Intermitente
Subestación eléctrica	---	16° 50' 16"	99° 37' 58"	Perenne
Almolonga	7,0	17° 37' 50"	99° 18' 13"	Perenne
Viramontes	14,0	17° 39' 16"	99° 14' 30"	Perenne
Pantitlán	9,3	17° 38' 20"	99° 05' 51"	Perenne
C. Las Camoras	7,0	17° 33' 31"	99° 18' 27"	Intermitente
Barranca el Durazno	7,0	17° 32' 23"	99° 18' 02"	Intermitente
Zoquiapa	23,3	17° 32' 38"	99° 16' 49"	Intermitente
El Durazno I	4,7	17° 31' 47"	99° 17' 34"	Intermitente
El Durazno II	4,7	17° 31' 45"	99° 17' 40"	Intermitente
Cauhtenango	2,3	17° 32' 40"	99° 12' 39"	Perenne
San Cristóbal	2,3	17° 17' 30"	99° 56' 10"	Perenne
Huacapa	9,3	17° 35' 09"	99° 31' 17"	Perenne

Fuente: Cartas topográficas escala 1: 50 000 editadas por INEGI años 1982 a 2002.

Análisis: Instituto de Ingeniería, UNAM, 2003.

### Ríos y arroyos de tipo permanente e intermitente descritos por subcuencas.

#### Subcuenca “a” con una superficie de 2 587 km<sup>2</sup> regida por el río Papagayo.

El río Papagayo tiene su punto de afloramiento en la cota 2 400 m, recibiendo el aporte de:

- Siete afluentes: El Cajel, Los Nogales, Las Trojas, Santo Domingo, Santa Rita, Xaltianguis y Arroyo Grande.
- 98 arroyos de tipo intermitente por la margen derecha (Los tres más conocidos son San José, Pozosuelo y los Guajes).
- Ocho afluentes de tipo perenne por la margen izquierda: Los Limones, Arroyo Llano Grande, Agua Hernández, El Potrero, Cochoapa, Omitlán y Chacalapa.
- 100 arroyos de tipo intermitentes desde su punto de afloramiento hasta la cortina (Los tres más conocidos son el Coquillo, el Reparó y el infiernillo).

El cuadro H1 presenta las características de los principales arroyos y afluentes que aportan agua al Río Papagayo.

Cuadro H1. Principales aportes del Río Papagayo y sus características para la subcuenca “a”.

Arroyo o Afluente	Características
El Cajel	Aporte MD: cinco arroyos intermitentes y dos perennes. Aporte MI: Dos arroyos intermitentes
Las Trojas	Aporte MD: seis arroyos de tipo intermitente. Aporte MI: cinco arroyos de tipo intermitente.
Río Santo Domingo	Aporte de 34 arroyos de tipo intermitentes en ambas márgenes.
Arroyo Santa Rita	Aporte MD: 12 afluentes de tipo intermitente. Aporte MI: 10 afluentes de tipo intermitente.
Río Xaltianguis	Es de tipo perenne y tiene su punto de afloramiento en la cota 1 780 msnmm. Aporte MD: 19 arroyos de tipo intermitente. Aporte MI: 22 arroyos de tipo intermitente y uno de tipo perenne llamado Chacalada.
Arroyo Chacalada	Tiene su punto de afloramiento en la cota 1 220 msnmm. Aporte MD: dos arroyos de tipo intermitente. Aporte MI: tres arroyos de tipo intermitente.
Arroyo Pozosuelo	Aporte MD: cuatro arroyos intermitentes. Aporte MI: tres arroyos intermitentes.
Arroyo los Guajes	Aporte MD: cuatro arroyos de tipo intermitente. Aporte MI: tres arroyos intermitentes.
Arroyo Grande	Nace en la cota 300 msnmm. Aporte MD: 17 arroyos de tipo intermitente los más mencionados son: arroyo Chiquito, Salado y el Zapote. Aporte MI: 16 arroyos de tipo intermitente dos de ellos conocidos como las Joyas y el Muerto.
Arroyo San José	Aporte MD: 16 arroyos de tipo intermitente. Aporte MI: 14 arroyos de tipo intermitente.
Arroyo El Zapote	Tiene su punto de afloramiento en la cota 2 790 msnmm. Aporte MD: 13 arroyos de tipo intermitente. Aporte MI: 16 arroyos de tipo intermitente.
El Rincón-Ahuesote	Nace en la cota 2 480 msnmm y en la curva de nivel 720 msnmm toma el nombre de los Limones. Aporte MD: 13 arroyos de tipo intermitente. Aporte MI: 15 arroyos de tipo intermitente.
Los Limones	Aporte MD: ocho arroyos de tipo intermitente.

Aporte MI: cuatro arroyos de tipo intermitente.

MD: Margen derecha; MI; Margen izquierda

Continuación Cuadro H1

Arroyo o Afluente	Características
Agua Hernández	Tiene su punto de afloramiento en la cota 2 680 msnmm. Aporte MD y MI: 15 arroyos de tipo intermitente en cada margen.
Arroyo Llano Grande	Tiene su punto de afloramiento en la cota 1 840 msnmm. Aporte MD: 11 arroyos de tipo intermitente. Aporte MI: 9 arroyos de tipo intermitente.
Arroyo el Retiro	Nace en la cota 800 msnmm, está integrado por seis arroyos de tipo intermitente, tres en cada margen, posteriormente se une con el arroyo Coacoyulillo.
Arroyo Coacoyulillo	Nace en la cota 1 360 msnmm. Se cruza con el arroyo el Potrero. Aporte MD: cinco arroyos de tipo intermitente. Aporte MI: cuatro arroyos de tipo intermitente.
Arroyo El Potrero	Tiene su punto de afloramiento en la cota 2 400 msnmm. Aporte MD: tres arroyos de tipo intermitente y escurrimientos de 21, Aporte MI: dos arroyos de tipo intermitente y escurrimientos de 23.
El Arroyo Agua Zarca-Tlahuizapa	Tiene su punto de afloramiento en la cota 1 485 msnmm. Aporte MD: siete arroyos de tipo intermitente. Aporte MI: seis arroyos de tipo intermitente y uno perenne: Soyatepec-Azinyehualco
Arroyo Soyatepec-Azinyehualco	Tiene su afloramiento en la cota 2 400 msnmm. Aporte MD: 15 arroyos de tipo intermitente. Aporte MI: 12 arroyos de tipo intermitente y uno perenne: las Hamacas.
Arroyo Las Hamacas	Nace en la cota 2 435 msnmm. Recibe los escurrimientos de 21 arroyos de tipo intermitente ocho por la MD y once por la MI, estos escurrimientos forman el arroyo el Caracol.
Arroyo Ocotito-Poza Azul	Nace en la cota 720 msnmm. Aporte MD: 11 arroyos de tipo intermitente. Aporte MI: 12 arroyos de tipo intermitente.
Arroyo Cochoapa	Aporte MD: 10 arroyos de tipo intermitente. Aporte MI: 11 arroyos de tipo intermitente.
Arroyo Coquillo	Recibe el aporte de once arroyos cuatro por la MD y siete por la MI del mismo tipo.

Arroyo Pochotillo-Chacalapa	Tiene su punto de afloramiento en la cota 780 msnmm. Aporte MD: 17 arroyos de tipo intermitente. Aporte MI; 14 arroyos de tipo intermitente.
Arroyo el Reparó	De tipo intermitente.
Arroyo el Infiernillo	De tipo intermitente.

### Subcuenca “b” con una superficie de 1 045 km<sup>2</sup> regida por Río el Azul- Río Omitlán.

La subcuenca “b” está regida por el Río Azul - Río Omitlán, el punto de afloramiento se encuentra a una altitud de 300 msnmm y escurre en dirección oeste (w).

Los ríos que son afluentes por la margen derecha son el Río Escondido-Apetlanca-Chapolapa y Panlázaro. Por la margen izquierda los afluentes son el Balsamal (San Juanada), el arroyo el Limoncito y el Chautipa.

El río Azul-río Omitlán cuenta con 45 y 32 arroyos de tipo intermitentes en las márgenes derecha e izquierda. Cabe mencionar que no se contaron las bifurcaciones de los arroyos intermitentes, únicamente los afluentes que se interceptan con el cauce principal.

En el cuadro H2 se presenta la relación de arroyos y ríos que son afluentes del Río Azul – Río Omitlán.

Cuadro H2. Principales aportes del Río Azul–Río Omitlán y características para la subcuenca “b”.

Arroyo o Afluente	Características
Río Escondido-Apetlanca-Chapolapa	Tiene su punto de afloramiento en la cota 2 520 msnmm. Aporte MD: 18 arroyos de tipo intermitente. Aporte MI: un arroyo de tipo perenne (Zintlanapa) y 28 arroyos de tipo intermitente.
Zintlanapa	Tiene su punto de afloramiento en la altura de 1 340 msnmm. Recibe el aporte de nueve arroyos en ambas márgenes de tipo intermitente, además el aporte del arroyo Barranca Grande que es de tipo perenne.
Panlázaro	Nace en la cota 1 460 msnmm. Aporte MD: seis arroyos de tipo intermitente. Aporte MI: tres arroyos de tipo intermitente.
Arroyo Balsamal (San Juanada)	Aporte MD: quince arroyos de tipo intermitente. Aporte MI: diez arroyos de tipo intermitente.
Arroyo el Limoncito	Tiene en ambas márgenes 10 arroyos de tipo intermitente.
Arroyo Chautipa	Aporte MD: nueve arroyos de tipo intermitente. Aporte MI: siete arroyos de tipo intermitente. Este arroyo se bifurca en dos arroyos: El Tepanote y el Arroyo Poza el

	Encanto
El Tepanote	Cuenta con cinco arroyos de tipo intermitentes cuatro 4 por la MD y uno por la MI.
Arroyo Poza el Encanto	Aporte MD: tres arroyos de tipo intermitente Aporte MI: cinco arroyos de tipo intermitente.

MD: Margen derecha; MI: Margen izquierda

**Subcuenca “c” con una superficie de 1 585 km<sup>2</sup> regida por el río la Unión (Malinaltepec-río Real de Malinaltepec-Tlacoapa-Papagayo-Velero).**

La subcuenca “c” tiene una superficie de 1 585 km<sup>2</sup>. Su cauce principal se denomina río Unión o Malinaltepec el cual tiene su punto de afloramiento en la cota 2 845 m pasando por el de Malinaltepec, posteriormente en la cota 1 300 m toma el nombre de río Real de Malinaltepec, en la cota 1 100 m toma el nombre de La Flor-Tlacoapa antes de pasar por el pueblo de Totomixtlahuaca después en la cota 820 m comienza a llamarse río Papagayo, posteriormente toma el nombre de río Velero hasta interceptarse con el río Omitlán y Río azul. La dirección del flujo aproximado es de Suroeste (sw) a Oeste (w).

El río la Unión tiene un total de 90 arroyos en la margen derecha y 93 en la margen izquierda todos los cauces son de tipo intermitentes, cabe señalar que no se contaron las ramificaciones de los arroyos intermitentes y únicamente los que se interceptan directamente con el cauce principal.

El cuadro H3 presenta los afluentes del río la Unión y las características de cada uno de ellos.

Cuadro H3. Principales aportes del Río Unión y características para la subcuenca “c”.

Arroyo o Afluente	Características
Arroyo La Santa	Recibe únicamente por la MI el aporte de un arroyo intermitente.
Arroyo El Obispo	Únicamente recibe el aporte de dos arroyos intermitentes por su MD.
Río La Flor-Tlacoapa	Recibe el aporte del río Nopalera. Aporte MD: nueve arroyos de tipo intermitente. Aporte MI: cinco arroyos tipo intermitente.
Río Nopalera	Recibe el aporte del arroyo La Paloma por la MD y por la MI recibe el aporte de dos ríos de tipo perenne Tecolutla y Potrerillo todos estos ríos tienen su intersección antes del poblado Tlacoapa.
Arroyo La Paloma	Recibe el aporte de un arroyo por la MI de tipo intermitente.
Río Tecolutla	Aporte MD: dos arroyos de tipo intermitente. Aporte MI: cinco arroyos de tipo intermitentes.
Río Potrerillo	Tres arroyos por la MD y dos por la MI de tipo intermitente.
Río El Perico (Gallo Espino-Xocoapa)	Es de tipo perenne. Aporte MD: arroyo El Sabino de tipo perenne y ocho arroyos de tipo intermitente. Aporte MI: seis arroyos de tipo intermitente.
Arroyo El Sabino	Aporte MI: arroyo el Timbre (El Niño)
Río Mamey	Aporte MD: dos arroyos de tipo intermitente y el arroyo Tenamazapa.
Arroyo Tenamazapa	Recibe el aporte del arroyo Gachupín.
Arroyo Gachupín	Aporte MD: dos arroyos de tipo intermitente. Aporte MI: un arroyo intermitente.



Arroyo las Huertas	Recibe el aporte por la MD de siete arroyos y once por la MI todos de tipo intermitente.
--------------------	--

MD: Margen derecha; MI: Margen izquierda

Continuación Cuadro H3

Arroyo o Afluente	Características
Río Acatepec	Aporte MD: ocho ríos de tipo perenne (Atlilalaquíán, Taberna, El Carrizal, Mezcaltepec, Agua Tumahua, Buenavista, Cachotepec, Mixtecapa y Xochitepec) y 29 arroyos intermitentes. Aporte MI: seis ríos de tipo perenne (Matacotalla, Lotamusa, El Chivato, Apetzuca, El Chayote y El Platanar) y 26 arroyos intermitentes.
Arroyo Fuereño	Aporte MD: arroyo muerto de tipo perenne y 27 de tipo intermitente Aporte MI: 24 arroyos de tipo intermitente.
Arroyo Cocuvule	Es de tipo perenne y recibe el aporte de 11 riachuelos por su MD y 13 por su MI todos de tipo intermitente.
El arroyo el Pichulco	Es de tipo perenne y recibe el aporte de 10 arroyos de tipo intermitente en ambas márgenes.
El río la Unión	Aporte MI: ocho arroyos perennes y dos intermitentes: Toronja, Arroyo Grande-Ahuejuyo, Mexcalapa, Camotalillo, Bejuco, El Zapote, Las Huertas y Lavaderos.
Arroyo La Víbora-Toronja	Es de tipo perenne; recibe el aporte de 12 arroyos por la MD y cuatro por la MI todos de tipo intermitente.
Arroyo El Metate	Aporte MD: ocho arroyos de tipo intermitente. Aporte MI: nueve arroyos de tipo intermitente.
Arroyo Grande-Ahuejuyo	Es de tipo perenne; recibe el aporte de 15 arroyos por la MD y 18 por la MI todos de tipo intermitente.
Arroyo Mango	Es receptor de 3 arroyos intermitentes por la MD y 6 por la MI.
Arroyo Mexcalapa	Es de tipo perenne y recibe el aporte de 14 arroyos por la MD y 7 por la MI todos de tipo intermitente.
Arroyo Camotalillo	Es de tipo perenne y recibe el aporte de nueve arroyos por la MD y 6 por la MI todos de tipo intermitente.
Arroyo El Bejuco	Recibe el aporte de 17 arroyos en ambas márgenes; todos son de tipo intermitente.
Arroyo El Zapote	Recibe el aporte de nueve arroyos en ambas márgenes y todos son de tipo intermitente.
Arroyo Las Huertas y Arroyo Lavaderos	Son de tipo intermitente y por lo tanto en sus márgenes escurrirá flujo únicamente en épocas de lluvia, ambos riachuelos suman un total de 29 afluentes.

MD: Margen derecha; MI: margen izquierda

**Subcuenca “e” con una superficie 573 km<sup>2</sup> regida por el río San Miguel (Río Grande).**

La subcuenca “e” denominada río San Miguel de acuerdo a la carta topográfica escala 1: 50 000, presenta como cauce principal el río Grande, el cual es de tipo perenne y cuyo afloramiento es la cota 2 680 msnmm aproximadamente, en este punto el río se conoce como Buena Vista posteriormente se llama río Grande el cual es afluente del río Papagayo.

Los ríos que son afluentes del río Buena Vista-río Grande se describen en función de la dirección del flujo. Por la margen derecha le aporta el río La Respondona-el Retiro, río La Coscolina, Cordoncillo, Santa Gertrudis, Arroyo el Salado, Río Verde y el Arroyo El Chorro y por la margen izquierda los afluentes que aportan el caudal al río son: río la Animas, Barranca la Peña, Barranca el Molinillo, Barranca la Toma y Barranca Grande todos estos de tipo perennes.

El río Buena Vista-río Grande o la subcuenca “e” cuenta con 61 arroyos por la margen derecha y 56 por la margen izquierda ambos de tipo perenne e intermitente, los perennes se describieron en el párrafo anterior y los intermitentes no tiene nombre. Cabe mencionar que para los 61 y 56 arroyos que se mencionan no se contaron sus ramificaciones, únicamente los afluentes que se interceptan con el cauce principal.

**c) Calidad del agua*****Río Papagayo*****Antecedentes**

La Comisión Nacional del Agua (CNA) ha realizado análisis fisicoquímicos de 1975 hasta 1999 en dos estaciones: Puente Papagayo que está cerca de la entrada a la ciudad de Acapulco y la otra cerca de la costa (Puente las Horquetas). Destaca que sus aguas presentan una amplia variación en algunos de sus parámetros que pueden ser resultado de la incertidumbre metodológica, pero también de las variaciones interanuales (años secos donde se concentran las sales en el agua y años lluviosos en que se diluyen).

Con base en esta información, obtenida en un periodo de 24 años, se observa que la alcalinidad varía ampliamente desde 775 mg/l a 18 mg/l de CaCO<sub>3</sub>, en donde el máximo puede ser un error metodológico a pesar de que en el área existe roca caliza que incrementa ese compuesto en el agua.

En la estación ubicada en la localidad Puente las Horquetas se han registrado de 11 a 201 mg/l de alcalinidad, niveles iguales a los referidos en una MIA elaborada por TECNOCONSULT (1994); ya que la fuente de información fue lo monitoreado por la CNA no sólo para este parámetro sino los subsiguientes que se analizarán con detalle.

La dureza es en general mayor que la alcalinidad (a excepción de casos puntuales) lo que significa que el calcio y el magnesio no solamente se encuentran como carbonatos o bicarbonatos, sino también como sulfatos, cloruros y silicatos. En las dos estaciones de monitoreo la calidad del agua según la información de la CNA, es de suave hasta muy dura (tomando como referencia < 75 mg/l hasta > 300 mg/l respectivamente), situación que puede deberse a la cercanía del estuario, además de una disolución-concentración estacional o interanual.

TECNOCONSULT (1994) incluye otras localidades y parámetros. Desde el punto de vista de la caracterización fisicoquímica de esta vía fluvial, aguas arriba partiendo de la localidad “La Parota” y aguas abajo hacia el estuario (Puente las Horquetas) son aguas duras (total y al calcio), moderadamente alcalinas, conductividad moderadamente alta, bajo contenido de oxígeno (33,8 a 46,7 % de saturación) que constituyen niveles riesgosos, nitratos altos especialmente de la Venta hasta Las Lomitas, bajo contenido de fosfatos; alto DQO en Omitlán, La Venta y Guayaval; así como bajo DBO con una proporción DQO/DBO alta en Omitlán (27), La Venta (18) y Guayaval (16) que señala que una gran fracción de la materia orgánica es resistente a la degradación bacteriana.

La base de datos sobre calidad del agua de la CNA en cuanto a bacteriología señala aportes antropogénicos (*Streptococcus fecalis* y coliformes fecales) intermitentes y que en aquellos casos donde se registra su presencia sobrepasa cualquier límite de tolerancia en las NOM,s (Puente Río Papagayo y Puente Horquetas).

Según CONABIO (2000), la problemática de la cuenca es la modificación del entorno en la parte baja por deforestación, desecación, sobreexplotación de pozos, contaminación, transformación de muchas zonas en pastizales.

La información sobre la físico-química y calidad del agua del Río Papagayo es escasa, siendo un reflejo del bajo interés sobre este aspecto de los ríos en México, especialmente de los del sureste, tanto desde el punto de vista del control de la calidad del agua como de la limnología.

Aunque el estado de Guerrero cuenta con una pequeña superficie de ambientes acuáticos (1,19 %) y de vegetación acuática (0,03; Flores y Geréz, 1994), es uno de los estados poco estudiados desde el punto de vista hidrobiológico, y sin embargo después de la Cuenca del Río Balsas, la subcuenca del Río Papagayo goza de una gran importancia por su superficie, extensión y su cercanía hacia la laguna de Tres Palos.

### **Laguna de Tres Palos**

#### Antecedentes

La laguna de Tres Palos es predominantemente oligohalina, lo que significa que tiene un bajo contenido en sales, (1,0 y 3,7 ups), con influencia marina durante la época de lluvias donde se abre la barra que comunica con el mar. Mañón-Ontiveros (1985), la caracteriza como un ambiente limnético de salinidad estable durante todo el año de condiciones mixooligohalinas (Sevilla, *et al.*, 1980)

La Laguna de Tres Palos es alimentada por el Río la Sabana, forma un sistema fluvio-marítimo con el estero de Barra Vieja por medio del cual desemboca al mar. Tiene un gasto promedio anual de 3,5572 m<sup>3</sup>/seg y antes de su desembocadura a la laguna, tiene múltiples ramificaciones lo que genera una amplia zona inundable donde deposita sus arrastres.

Es un cuerpo de agua somero, con una profundidad máxima de 8,5 m y una profundidad media de 2,5 m, una longitud máxima de 16 km y en el punto más ancho de 6 km con poco más de 5 500 ha. La comunicación con el mar quedó interrumpida con la construcción de una carretera costera. La barra que limita su comunicación con el mar a la altura de Revolcadero se abre en la temporada de lluvias (Sevilla, *et al.*, 1980). Presenta un canal que comunica Barra Vieja con el Río Papagayo, localizado a 2,5 km, quien aporta ocasionalmente agua dulce a la laguna. Tiene una retención hidráulica de 0,99 a 1,61 años (Gómez-Reyes y Galván-Fernández, 1998).

Una intensa acción del oleaje costero aunada a la disponibilidad de sedimento produce un corrimiento litoral, el cual crea, como ya se mencionó, una barrera que separa a la laguna de Tres Palos del océano. El régimen de marea que afecta a las lagunas costeras de Guerrero es predominantemente semi-diurno. El máximo de las velocidades esperadas ocurre durante la marea alta por lo que el transporte neto de sedimentos será del océano hacia la laguna.

El régimen de mareas en el área costera del Papagayo-Tres Palos señala amplitudes altas tanto en pleamar como bajamar durante los meses de junio a octubre y los más bajos en enero y abril (Tabla H4). Este ciclo de mareas aunado a la precipitación pluvial, descarga de los ríos, temperatura y evaporación, condiciona la apertura y cierre de la barra de la laguna.

Tabla H4.- Régimen y amplitud de mareas

Planos de marea	pies	metros
Altura máxima registrada	4,482	1,366
Pleamar máxima registrada	2,982	0,909
Nivel de pleamar media superior	1,123	0,342
Nivel de pleamar media	0,783	0,236
Nivel medio del mar	0,000	0,000
Nivel de media marea	0,002	0,001
Nivel de bajamar media	-0,780	-0,238
Nivel de bajamar media inferior	-1,004	-0,306
Bajamar mínima registrada	-2,525	-0,770
Altura mínima registrada	-4,025	-1,227

Dado que el sedimento se mantiene en suspensión por turbulencia, su concentración en la columna de agua varía notablemente con la marea.

La problemática ambiental de la laguna de Tres Palos procede fundamentalmente del Río la Sabana. En los últimos años la zona suburbana ha crecido hasta alcanzar cantidades superiores a 250 000 habitantes asentados en las márgenes de este río; sus desechos domésticos e industriales son arrojados hacia este sistema por no contar con servicios urbanos suficientes. Al final de su recorrido van a desalojar a las Laguna de Tres Palos, pasando antes por el acuífero del Valle de La Sabana ([www.digw.proy.web.net.mx/pcacapulco/rio%20sabana.htm](http://www.digw.proy.web.net.mx/pcacapulco/rio%20sabana.htm)). Las aguas superficiales del río en su parte alta se aprovechan principalmente para riego, uso doméstico, pesca, acuacultura y recreativo.

En el acuífero de La Sabana, las aguas se extraen por medio de pozos profundos perforados en la margen derecha de la parte baja del río y se utilizan para completar el abastecimiento de agua potable de Acapulco y las aguas subterráneas se captan con pozos someros y norias construidos en el cauce, en ambas márgenes del río.

Según Sevilla, *et al.* (1980) dentro de las características físico-químicas del agua, no se presenta estratificación térmica entre la superficie y el fondo, lo que indica una mezcla del agua por efecto del viento. La penetración de la luz en la laguna es muy limitada, ya que a la profundidad de 30 y 50 cm; sólo se dispone del 5 % de la luz existente en la superficie.

La mayoría de las concentraciones de oxígeno disuelto (OD) registradas en 1980 fueron inferiores a la saturación, con amplias variaciones horizontales en la superficie (de 4 a 7 ml/l). En la zona entre Las Playas y el Río Sabana se registraron los mayores contenidos (de hasta 11 ml/l); en el fondo fueron los más bajos (entre 1 y 4 ml/l), con una distribución horizontal más homogénea (Sevilla, *et*

*al.*, 1980). Sin embargo Banderas y González-Villela (2002) reportan que a partir de los 4 m de profundidad hacia el fondo se presentan condiciones de anoxia durante casi todo el año, con un incremento en la carga orgánica hacia el fondo (Tabla H5).

Tabla H5.- Promedio anual de OD y CODt (Banderas y González-Villela, 2002).

Prof. M	OD (ml/l)	CODt (mg/l)
0,0	5,59	152
2,0	1,88	226
4,0	1,19	120
5,0	0,98	195
6,0	0,63	405
7,0	0,00	741

Banderas y González-Villela (2002) han calculado que en la laguna de Tres Palos existe un déficit de oxígeno disuelto que asciende a casi 102 ml/l, con una DBO que alcanza 60,85 mg/l en el río, lo que se traduce como un consumo alto para degradar la carga orgánica. Por lo tanto el déficit de OD, especialmente a finales de la estación seca (sin vientos o sin circulación del agua) es la razón de la mortandad de peces, afectando por lo tanto al sector pesquero.

En términos generales, según TECNOCONSULT (1994), la calidad del agua es aceptable para los usos a que está destinada. El oxígeno disuelto se presenta en un intervalo de 1,56 a 8,56 mg/l como consecuencia de la existencia de una biomasa considerable de productores primarios y la acción de los vientos que aseguran una buena oxigenación. La materia orgánica medida como DBO<sub>5</sub> se presenta en niveles moderados con un máximo de 37,68 mg/l frente a San Pedro de las Playas debido a que sirve como embarcadero para los pescadores y es aquí donde realizan la limpieza de la pesca, arrojando a la laguna las vísceras y demás materias orgánica de desecho y un mínimo de 9.6 mg/l en el centro de la laguna a la altura del poblado El Quemado.

Con respecto a la salinidad en la laguna, aún y cuando esta no se abre al mar regularmente se observan salinidades bajas entre 0,95, en la zona de desembocadura del Río de la Sabana y 8,32 en el área aledaña del canal de Barra Vieja, sin embargo frente al poblado del mismo nombre se puede alcanzar 17 ups (Unidades Prácticas de Salinidad). En referencia a los nutrientes, de acuerdo a los usos pesqueros y cultivo de langostino éstos se encuentran dentro de los niveles normales, sin embargo con referencia al uso recreativo con contacto primario las condiciones bacteriológicas están por encima de los criterios ecológicos de calidad del agua (SEMARNAP, 1989) que establecen máximos de Coliformes Totales en 1 000 NMP/100ml.

Desde 1952, Ramírez caracterizó a la laguna como eutrófica (con abundancia de nutrientes que favorecen el crecimiento de algas y otros organismos) y de acuerdo con Sevilla *et al.* (1980) las comunidades planctónicas de la laguna de Tres Palos tienden a la eutrofia con dominio de la familia Myxophyceae.

Dado la escasa comunicación con el mar es escaso el intercambio anual de agua marina, con compuestos de N y P y de especies comerciales aún en lluvias y especialmente en marea alta (Arredondo, *et al.*, 1998). Por lo que permanece estancada durante la mayor parte del año, salvo por los movimientos internos ocasionados por corrientes y oleajes extremos, lo que indudablemente limita su producción pesquera (Sevilla, *et al.*, 1980).

Cabe destacar que la cantidad de información sobre la Laguna de Tres Palos desde los puntos de vista de calidad del agua y científicos es mucho mayor que la existente en el Río Papagayo.

### **Físico-química y Calidad del Agua del Río Papagayo**

De mayo a junio de 2003, el caudal o flujo del agua en el río tuvo un incremento significativo, así como los sólidos en suspensión que aumentaron de 0,0003 g/l (localidad la Isla, cercana a la boca) hasta 5,3 g/l (en la Presa) puntuales en temporada de lluvias; en octubre se determinó 4,9 g/l (en la Boca o Estuario) (Anexo AH2); esta dinámica se observó en los nutrientes: amonio de 0,7-7,9  $\mu\text{M}$  (la Boca-la Presa) de no detectable (ND)-11,2  $\mu\text{M}$  (la Presa-Hacienda) puntuales; nitratos de 0.7-17.9  $\mu\text{M}$  (en la Presa-Boca) a ND-24,2  $\mu\text{M}$  (la Presa-Boca) y en octubre 3,2-4,8 (la Presa-Boca), y ortofosfatos de 3,2-4,5  $\mu\text{M}$  (Hacienda-Isla) a ND-9,1 (la Presa-Boca); en octubre de 3,5-7,3 (Boca-Puente Roto). Opuesto a esto (mayo-junio) se observó un decremento en dureza total, conductividad, SAAM y metales pesados como cromo y zinc (Anexo AH2).

En la superficie la conductividad (salinidad) presentó condiciones limnéticas, sólo se detectó 1,8 ups en la localidad de La Boca (estuario) por debajo de los 90 cm. Este gradiente alcanzó cerca de los cien metros río arriba (Anexo AH2).

Solamente en el mes de mayo se detectaron condiciones oligohalinas (1,8 ups) en la parte de la boca por debajo de los 90 cm, este gradiente oligohalino sólo se observó cerca de los cien metros río arriba (Figs. H6, H7, H8, H9 y H10).

La concentración de metales pesados en agua en el Río Papagayo se caracterizó por ser inferior a lo establecido en los criterios ecológicos de la SEMARNAP (1989) y lo definido con base en efectos letales para los organismos acuáticos. En cuanto a la concentración en sedimentos en general fue baja; sin embargo, se registraron contenidos puntuales altos de plomo en las localidades de la Isla y Barra Vieja, consecuencia de actividades pesqueras y asentamientos urbanos, respectivamente (Anexo AH2).

De los tres muestreos realizados en el Río Papagayo, en el de mayo, periodo de secas, se encontró la mayor transparencia y los valores más bajos de sólidos en suspensión con respecto a los de junio, con lluvias extraordinarias, y octubre.

Los muestreos efectuados en los meses de lluvia tuvieron un aumento considerable en la velocidad de corriente y caudal, mostraron incrementos significativos particularmente en el Río Omitlán y en la zona de la desembocadura del río Papagayo, esta dinámica se detectó también en los nutrientes (especialmente en junio), se registró un incremento de sedimentos establecidos en la desembocadura del río formando montículos con casi un metro de azolve observados durante la bajamar, debido a la sedimentación y a la disminución de la corriente en esta zona (especialmente en octubre).

Dentro de los pesticidas organofosforados solamente se registró el metil paratión de escaso significado en la estación de la Venta y dentro de los organoclorados, contenidos bajos cercanos al nivel de detección del método o menores 3,7  $\mu\text{kg}$  de sedimento en la estación Chapultepec (Anexo 2).

Dentro de las áreas seccionales destaca que La Boca (estuario) experimentó un incremento en junio en poco más del 50 % debido posiblemente a la erosión por mayor arrastre consecuencia de la abertura de las compuertas de la Presa La Venta una semana antes del muestreo, además de las fuertes lluvias dos días antes. Asimismo el incremento de la anchura a la altura de La Isla en poco

menos del 50 %. En el Puente Roto se incrementó la profundidad por lo ya señalado y en La Hacienda el tirante de agua sobrepasó el medio metro arriba del nivel medio (Figs. H11, H12, H13 y H14).

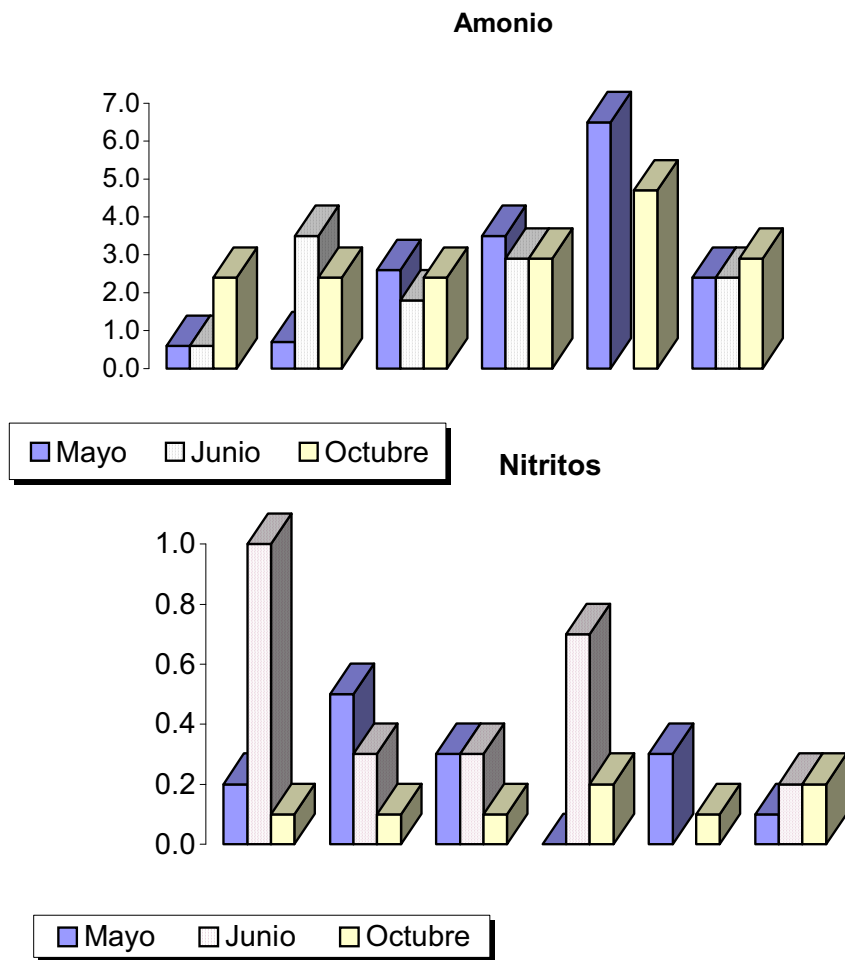


Figura H6. Variación temporal de amonio y nitritos en el Río Papagayo.



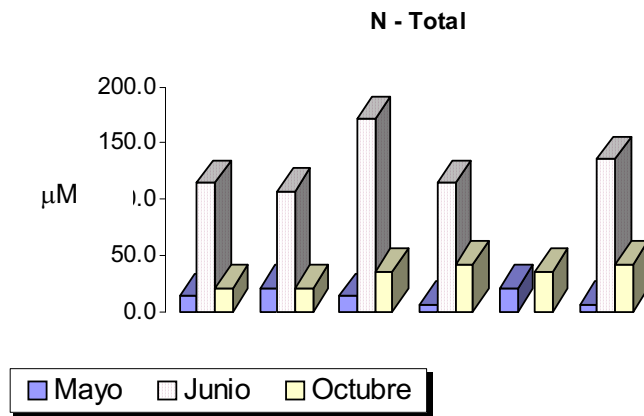
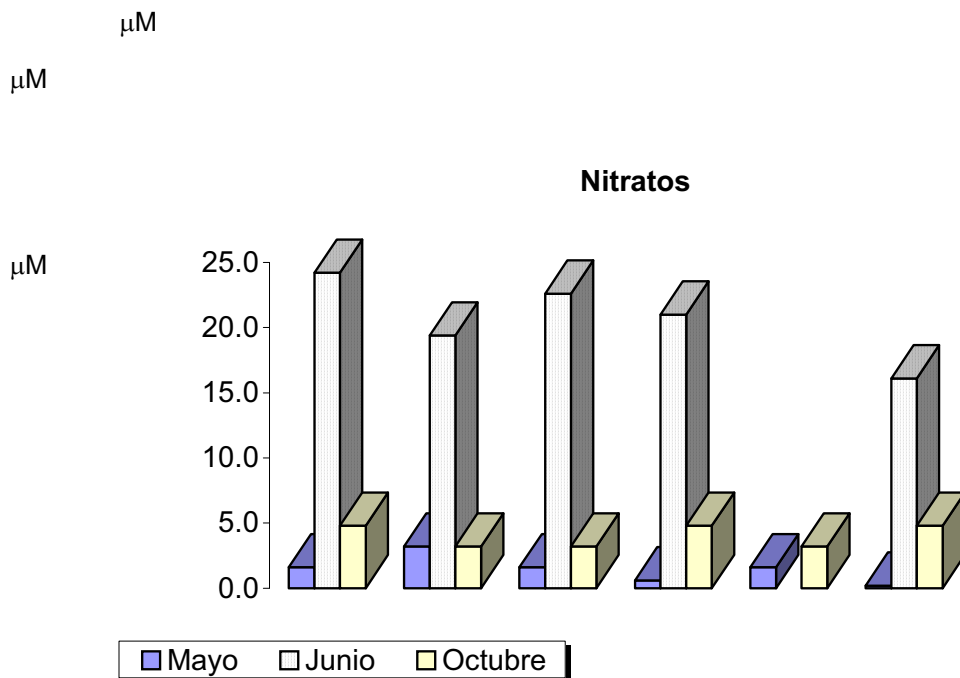


Figura H7. Variación Temporal de nitratos y nitrógeno total en el Río Papagayo.



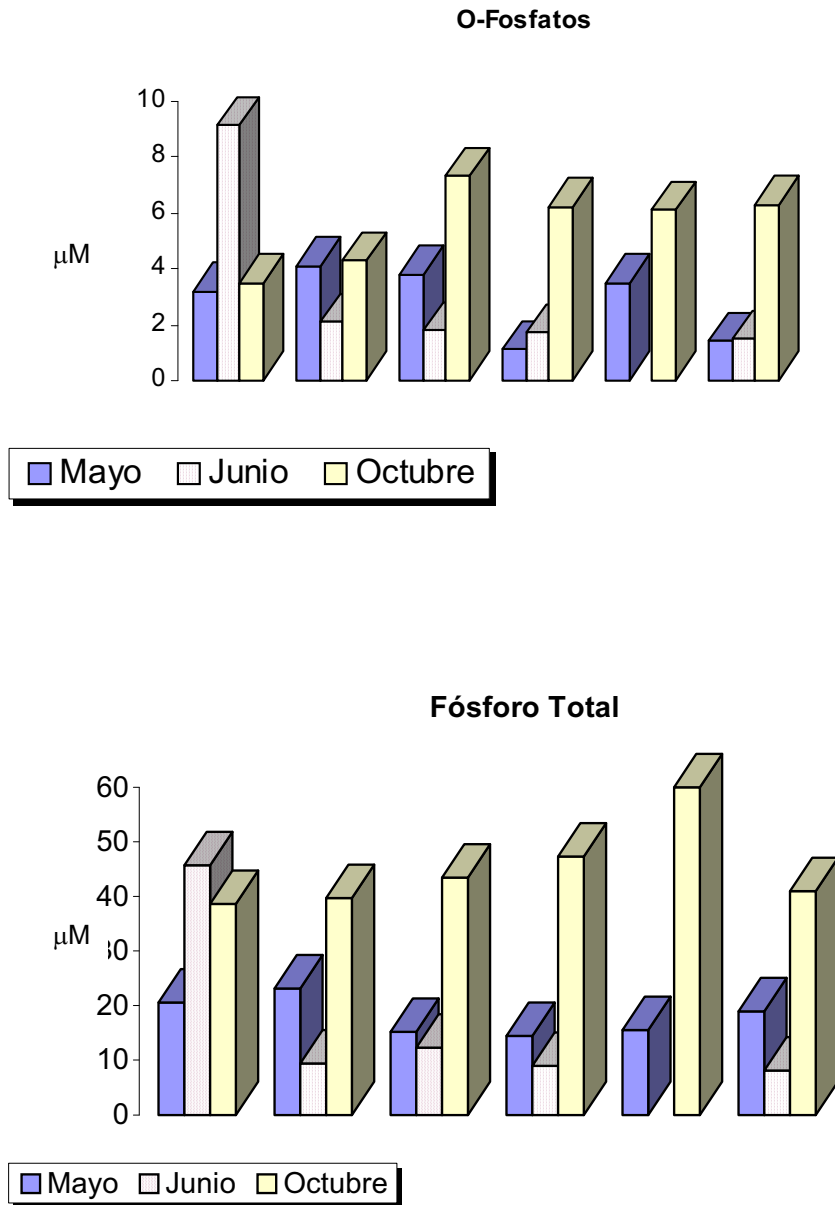


Figura H8. Variación temporal de ortofosfatos y fósforo total en el Río Papagayo.

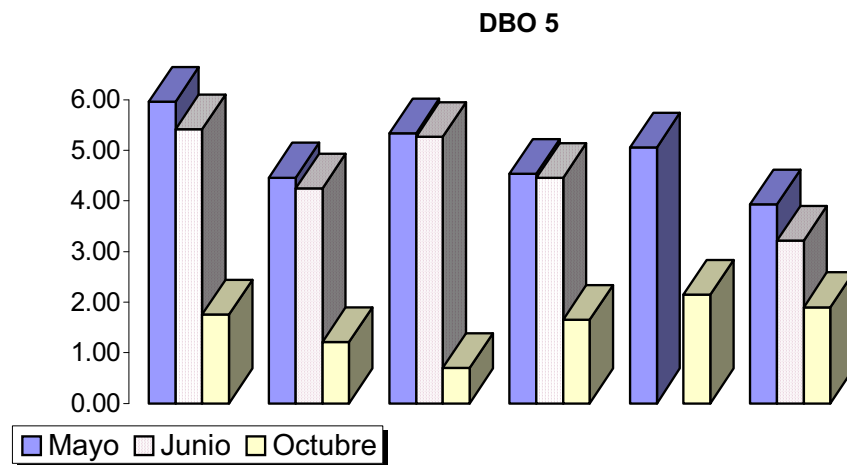
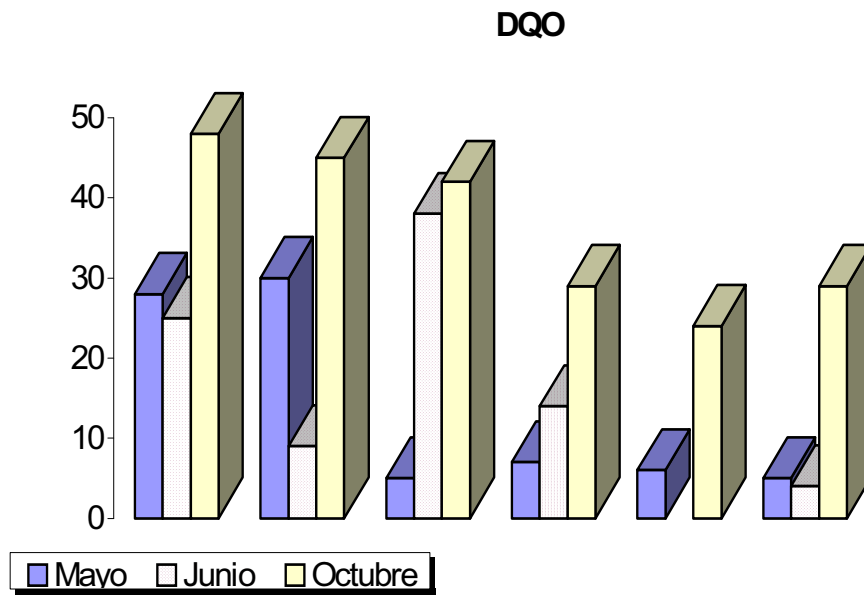


Figura H9. Variación temporal de demanda química de oxígeno y demanda biológica de oxígeno en el Río Papagayo.

**Sólidos en suspensión**

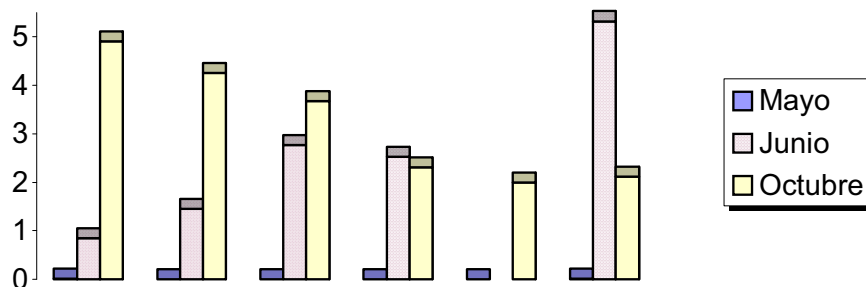


Figura H10. Variación temporal de sólidos en suspensión en el Río Papagayo.

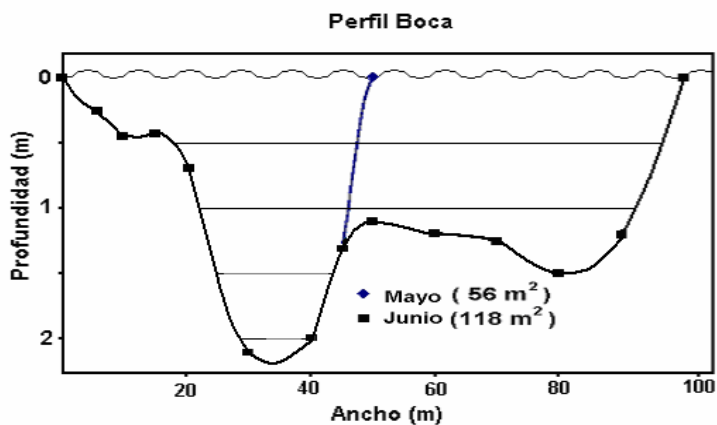


Figura H11. Perfil batimétrico y tirante de agua en la estación de monitoreo La Boca (estuario).

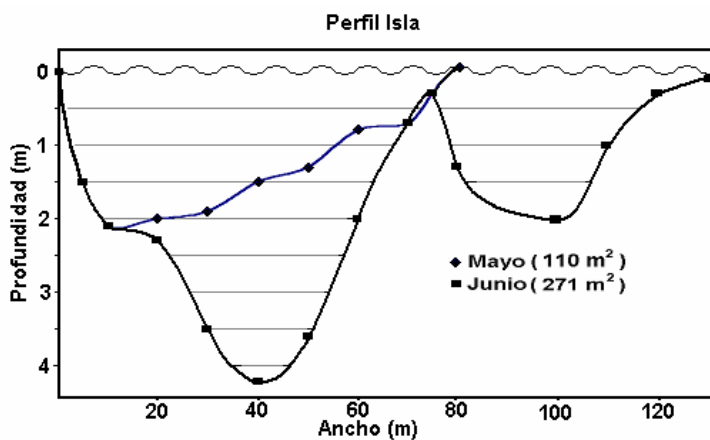


Figura H12. Perfil batimétrico y tirante de agua en la estación de monitoreo La Isla.

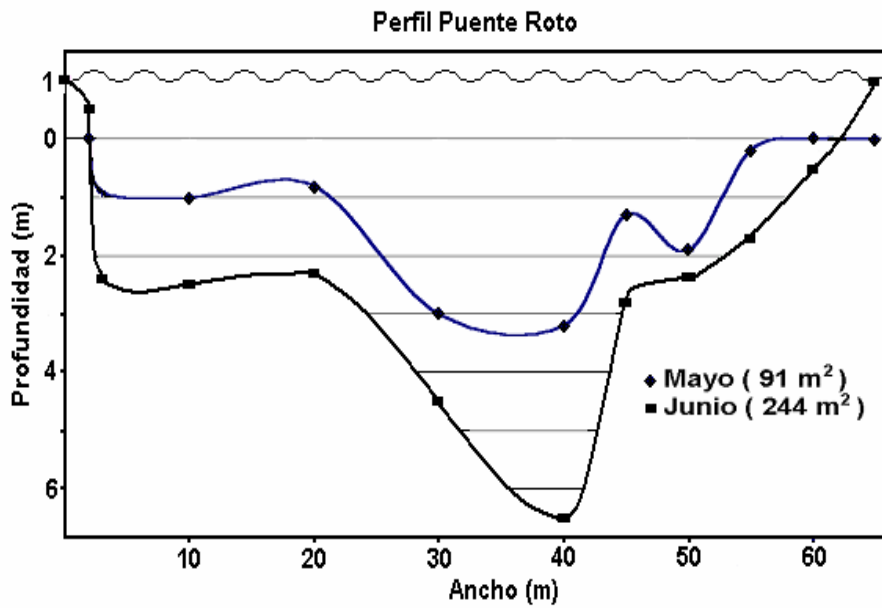


Figura H13. Perfil batimétrico y tirante de agua en la estación Puente Roto.

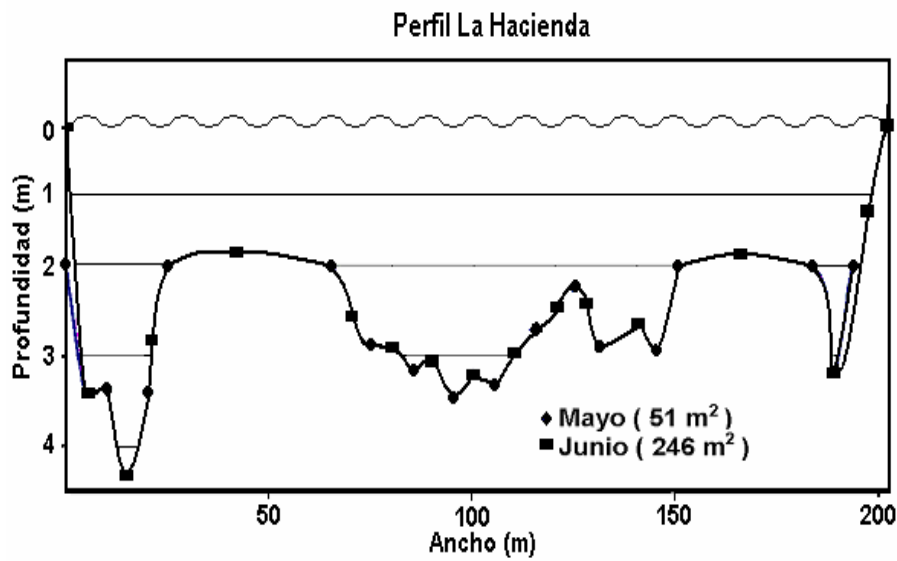


Figura H14. Perfil batimétrico y tirante de agua en la estación La Hacienda.

### Físico-química de la Laguna de Tres Palos

La temperatura mostró una variación espacial y temporal poco definida; con un intervalo de 28,8 a 30,45 °C en mayo, de 28,6 a 33,0 °C en junio y de 29,4 a 30,7 °C en octubre, normales para latitudes tropicales. La salinidad (equivalente a la conductividad pero transformada de  $\mu\text{S}$  a ups) mostró una marcada regularidad dentro de lo oligohalino en los tres meses de muestreo (Fig. H15 Anexo AH3).

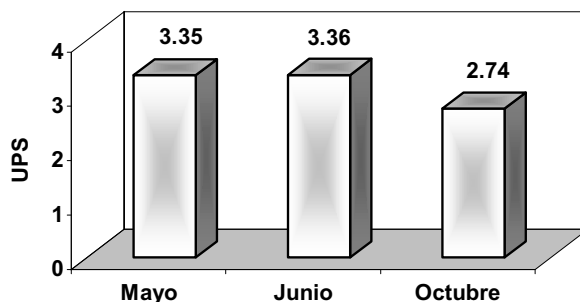


Figura H15. Variación espacial de la salinidad en la Laguna Tres Palos.

El pH fue de 6,3 a 8,4 en mayo, de 7,0 a 9,4 en junio y octubre, mostrando una tendencia mayor a la alcalinidad en el mes de lluvias posiblemente resultado de la mayor producción primaria (normal también en latitudes tropicales). El potencial Redox señaló, en los meses de muestreo, cambios significativos con tendencia a condiciones reducidas particularmente en forma significativa entre tres y seis metros de profundidad en junio y octubre, destacando una condición oxidativa en mayo (Anexo AH3).

La visibilidad al disco de Secchi (atenuación de la luz) fue aproximadamente igual en los tres meses muestreados. De igual forma la profundidad (como elemento conservativo) (Anexo AH3).

La alcalinidad total (como parámetro conservativo) fue semejante en los tres meses muestreados, señalando la influencia de las aguas marinas sobre las dulceacuícolas. La dureza (conservativo) mostró un intervalo de variación entre 644 y 720 mg/l que incluye a los carbonatos de magnesio y calcio, fundamentalmente de origen marino (Anexo AH3).

Tanto la variación espacial como temporal del contenido de oxígeno disuelto, marcaron grandes diferencias; en mayo el intervalo fue de 5,4 a 9,6 mg/l en superficie y de 1,5 a 4,6 mg/l a seis metros de profundidad; así como en junio el intervalo fue de 9,8 a 19,9 mg/l en superficie y de 1,1 a 4,7 mg/l a seis metros de profundidad; en octubre los contenidos superficiales oscilaron entre 4,3 a 13,8, registrándose desde hipoxia hasta anoxia a los 6 metros de profundidad. Estos resultados coinciden con lo registrado en la visita prospectiva de la existencia de una oxiclina más marcada en los meses secos, así como un porcentaje de saturación superficial  $> 200\%$  al inicio de lluvias, resultado posiblemente de la mayor actividad fotosintética (producción primaria). Esta última situación condiciona un ambiente bien oxigenado en superficie, no así a partir de los cuatro metros de profundidad (Anexo 3).

El contenido de nutrientes nitrogenados mostró la ausencia y escasez de nitritos en ambos meses, ausencia de nitratos en junio y un aumento significativo en octubre (Fig. H16), un contenido heterogéneo de amonio particularmente alto en el fondo asociado con una condición altamente reductora (Redox) en junio que fue menos visible en octubre y un nitrógeno total alto en octubre (Fig. H17) con un comportamiento similar al de amonio, que sugieren la acumulación de materia

orgánica en estado de descomposición (amonificación). Las concentraciones de nitrógeno total en sedimento determinado en mayo fueron consecuencias no sólo del aporte del agua como de las descargas residuales antropogénicas periféricas (Anexo AH3).

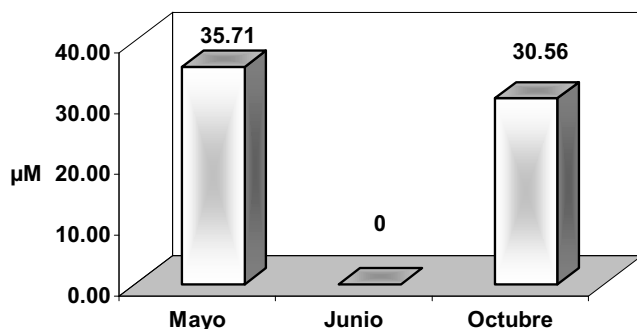


Figura H16. Variación espacial de nitratos en la Laguna Tres Palos

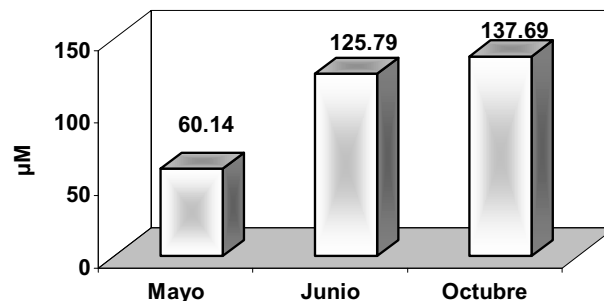


Figura H17. Variación espacial de nitrógeno total en la Laguna Tres Palos

Los ortofosfatos fueron bajos en mayo, con un incremento en junio alcanzando en el fondo hasta siete tantos más (Fig. H18); condición semejante con el fósforo total que fue mucho mayor en junio y octubre (Fig. H19). Estos resultados manifiestan que al inicio y durante las lluvias la condición de la Laguna de Tres Palos fue de eutrofia. El alto contenido de fósforo total en sedimento es explicado no sólo por el alto contenido de éste en el agua sino también por las descargas residuales urbanas que contienen a este nutriente (Anexo AH3).

Desde el punto de vista de la contaminación se analizan los siguientes parámetros:

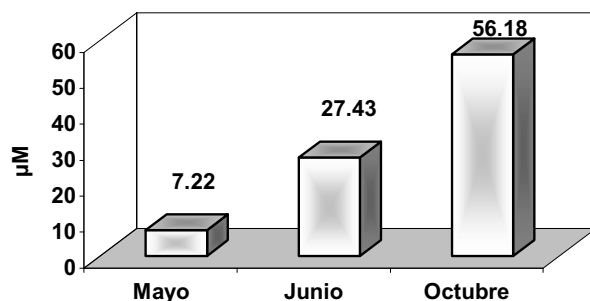


Figura H18. Variación espacial de ortofosfatos en la Laguna de Tres Palos

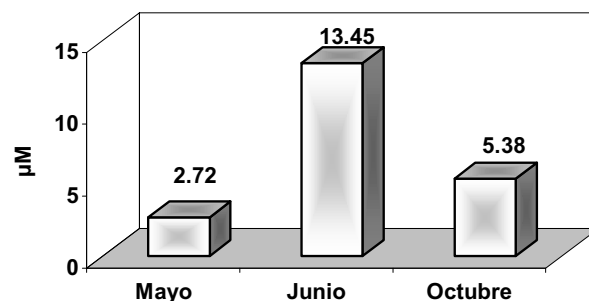


Figura H19. Variación espacial de fósforo total en la Laguna de Tres Palos

Destacan los altos contenidos de DBO superiores a los registrados en otras lagunas de México y que rebasan a lo definido en las normas mexicanas. La DQO fue superior a la DBO entre el 40 y 50 %, especialmente en el fondo; esto puede ser resultado de las descargas residuales periféricas procedentes de los asentamientos urbanos (Figs. H20 y H21 Anexo AH3).

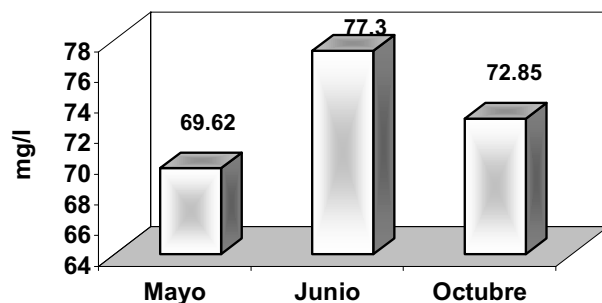


Figura H20. Variación espacial de la demanda biológica de oxígeno en la Laguna de Tres Palos.

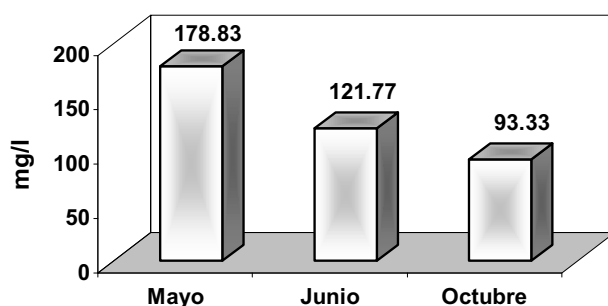


Figura H21. Variación espacial de la demanda química de oxígeno en la Laguna de Tres Palos.

Los coliformes totales fueron en la mayoría de los casos superiores a las coliformes fecales, siendo estas últimas heterogéneas en los tres meses de muestreo rebasando en algunas estaciones lo permitido en la norma (Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89, que señala 200 NMP/100 fecales) y en otras están ausentes. Especialmente destaca la presencia en todas las estaciones el alto contenido de estreptococos, señalando la influencia de las descargas residuales (Anexo AH3).

La concentración de las sustancias activas al azul de metileno (SAAM) en los tres meses de muestreo fue semejante. Este parámetro, dado que es ajeno a la naturaleza, es normado en los criterios ecológicos y pone como límite 0,1 mg/l que no fue rebasado por el agua de la Laguna de Tres Palos (Anexo AH3).

El contenido de grasas y aceites no rebasó la unidad, niveles inferiores a lo registrado en otras lagunas como la de Mezcaltitán en Nayarit. Donde se registraron hasta 19,8 mg/l: En relación con este parámetro, no hay norma ni criterios ecológicos que propongan un límite permisible dado que la vegetación en proceso de descomposición genera este tipo de compuestos (Anexo AH3).

Los sólidos suspendidos totales (específicamente arcillas y limos) no rebasaron la unidad lo que manifiesta escaso aporte de aguas dulces periféricas aún en época de lluvias (Anexo AH3).



La concentración de metales pesados en el agua de la Laguna de Tres Palos no sobrepasó los niveles establecidos en los criterios ecológicos de la SEMARNAP (1989) y lo referido en la literatura con base en efectos letales en organismos (Anexo AH3).

Los sedimentos mostraron un alto contenido de materia orgánica, comparado con otros ambientes lagunares altamente productivos, resultado de los aportes ajenos al propio sistema (Anexo AH3).

Dentro de los metales pesados en el sedimento destacan los contenidos de cromo semejantes a los de Laguna de Términos, Camp., que sugieren la presencia de descargas industriales relacionadas con tenería y fertilizantes (Villanueva-Fragoso y Páez-Osuna, 1996). Cabe señalar que en algunas lagunas costeras se han registrado contenidos menores que en la Laguna de Tres Palos. El contenido de níquel fue uniforme y comparable también al de la Laguna de Términos. La concentración de zinc en el sedimento es comparable a la de los sedimentos de la Laguna de Alvarado y del Ostión Ver., que también pueden ser adjudicados a las descargas industriales; sin embargo, puede tener un origen de las rocas y suelos continentales adyacentes. El contenido de manganeso fue heterogéneo correspondiendo los valores más altos a Barra Vieja y cerca del estero que comunica a la laguna con el mar que normalmente tiene mayor contenido de este metal; comparando con otros ambientes lagunares los niveles encontrados en la Laguna de Tres Palos están dentro de lo normal. En el caso de plomo también la distribución fue heterogénea con un mínimo de 6,12 µg/g y un máximo de 61,28 µg/g; dentro de este amplio intervalo de concentración se encuentra la Laguna de Términos y pueden ser justificados por los pescadores que utilizan gasolina. El intervalo de variación en el contenido de fierro fue menos amplio, menor a lo registrado en otras lagunas como la de San Andrés, Tamps., considerada de bajo impacto. Con base en los criterios establecidos por Long *et al* (1995) en los que se toma en consideración el efecto bajo sobre organismos, las concentraciones determinadas en la laguna están en lo general por debajo o cercanos a los límites de impacto (Anexo AH3).

En los sedimentos de la laguna destacó en un buen número de estaciones la presencia de metilparatión, especialmente en la parte interna de la barra donde se ubican el aeropuerto y centros turísticos en construcción; en el caso de los organoclorados en el endosulfan se registró en niveles significativos en la estación 2 frente a los asentamientos de pescadores. El resto de este último tipo de pesticidas tuvo poco significado en todas las localidades estudiadas (Anexo AH3).

#### **d) Patrones naturales de drenaje en sistemas terrestres.**

Los escurrimientos de las aguas del Estado de Guerrero ocurren hacia las vertientes del Océano Pacífico y la cuenca del río Balsas, separadas éstas por la Sierra Madre del Sur.

El escurrimiento virgen que se genera en las subcuencas de la región Costa Chica suma un volumen anual de 12 179,94 hm<sup>3</sup>, de los cuales 248,71 hm<sup>3</sup>/año se dedican a diversos usos consuntivos y 14,10 hm<sup>3</sup>/año se pierden por evaporación en algunos vasos y embalses existentes en sus cuencas, de donde resulta una diferencia o cantidad excedente de agua accesible para satisfacer las necesidades de nuevos aprovechamientos o para cubrir las demandas del crecimiento y desarrollo de los sectores usuarios ya establecidos, con la cantidad de 11 917.13 hm<sup>3</sup>/año que es la oferta actual de las aguas superficiales de la región.

### **HIDROLOGÍA FLUVIAL**

**a) Caracterización del Río Papagayo.**

Los procesos de erosión y las modificaciones geomorfológicas, ocurren de forma natural hasta alcanzar un equilibrio dinámico, donde se igualan las fuerzas de arrastre de la corriente con las fuerzas de resistencia. Las acciones antrópicas sobre los ríos, lo alteran, y como consecuencia, se modifican varias de sus características, entre las que están la pendiente y el ancho de su cauce.

La mayoría de estos procesos tienen gran variación en el espacio y en el tiempo, por lo que el pronóstico de erosiones, con métodos matemáticos o experimentales, desempeña un papel importante en la planificación y proyecto de las obras de ingeniería necesarias para mitigar sus efectos desfavorables.

La información sobre el soporte físico natural, es necesaria para precisar el conocimiento de los principales aspectos del mismo si no se cuenta con esta información se suelen utilizar estimados de ensayos en laboratorio o datos de la transposición de otros sitios.

El problema de la erosión y deposición de suelos está relacionada entre otras, con la estabilidad de canales, puentes, alcantarillas, con el mantenimiento de profundidades mínimas en estuarios (donde el sedimento se deposita en mayor medida) y con la vida útil de los embalses.

Desde el punto de vista temporal es posible valorar la actividad erosiva anual y espacialmente, el proceso erosivo se trata a nivel de cuenca (general) o bien a nivel de cauce (local).

En el caso de erosiones a nivel de cauce, todas las secciones y tramos de los ríos pueden estar sujetos, en mayor o menor grado a un proceso de erosión, sedimentación o bien, en equilibrio. Se considera que hay equilibrio si no varía el perfil medio del fondo y de las márgenes. Existe erosión si el nivel del fondo desciende, o al menos una de las márgenes se desplaza y se habla de sedimentación si el perfil del fondo se eleva o al menos una de las márgenes se desplaza hacia adentro del río.

Cuando se estudian tramos de ríos y se consideran períodos grandes como por ejemplo un año, se puede analizar también si el cauce, incluidas sus márgenes están en equilibrio, o bajo proceso de erosión o de sedimentación.

Los procesos antes descritos pueden ocurrir en forma natural o por acciones antrópicas, y dependen de las pendientes, de los caudales que escurren por los cauces y de los sedimentos que transportan y forman parte del conjunto de procesos erosivos y de sedimentación que tienen lugar en la corteza terrestre.

Las alteraciones que una acción antrópica produce en el escurrimiento a nivel de cuenca o de cauce se traducen de inmediato en erosiones o sedimentaciones que pueden ser locales o abarcar grandes áreas.

En particular, la erosión aguas abajo de presas corresponde al descenso gradual del fondo, debido a que esta obra interrumpe el transporte de sedimentos, deteniendo gran parte de ellos, y la corriente formada por las descargas de la presa tiene capacidad de acarrear materiales sueltos del fondo.

Esta erosión se origina porque las partículas que son transportadas de las primeras secciones cercanas a la presa no son reemplazadas por otras que proceden de aguas arriba; dando lugar a que el río aguas abajo de la presa tenga fundamentalmente dos tramos distintos: el primero cercano a la presa presenta erosiones mayores, y su longitud de incrementa con el tiempo, en el segundo

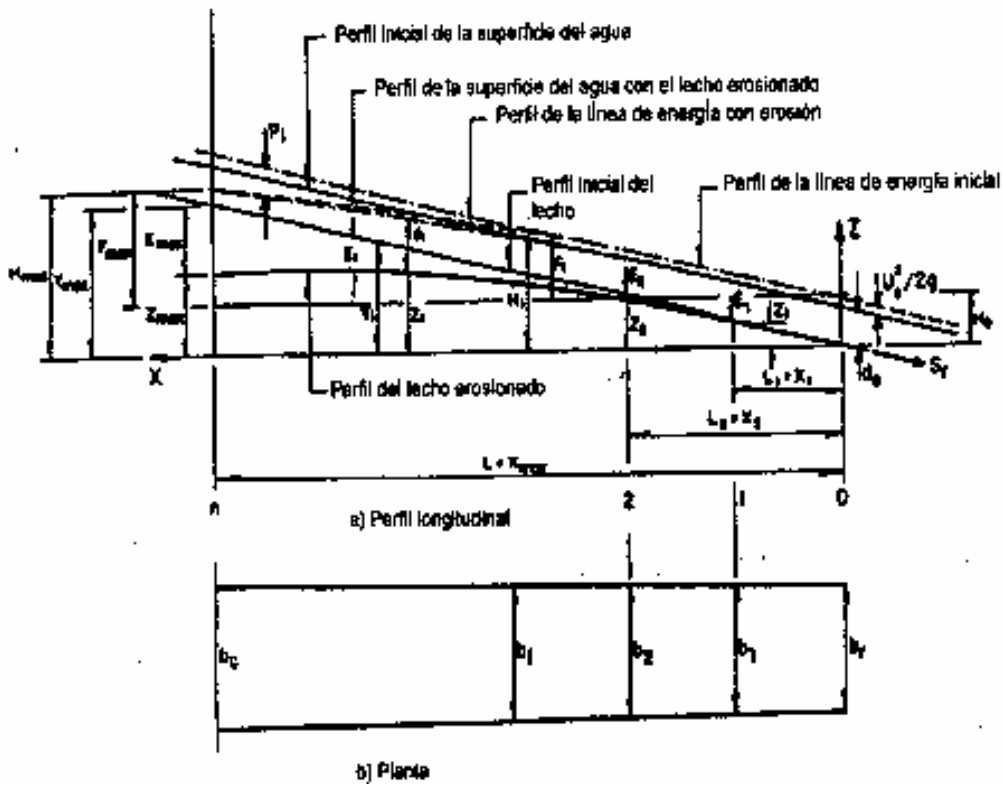
tramo se considera que no existen modificaciones por el efecto de la presa, considerándose estable.

En el primer tramo es mayor la erosión conforme se encuentra más cerca de la cortina de la presa y se aprecia principalmente en el cambio de la pendiente del fondo (figura H21).

Este tipo de erosión ocurre cuando las descargas de la presa pueden transportar sedimento del fondo del cauce hasta llegar a un nuevo estado de equilibrio o en el fondo el material fino se remueva alcanzando elementos más gruesos que ya no puedan desprenderse del fondo (acorazamiento).

La erosión aguas abajo de la presa dependerá de la magnitud de las descargas, la forma del cauce, pendiente, ancho, tipo de material y sus características.

El proceso de la erosión es complicado pero se puede estimar con métodos matemáticos o empíricos, cuando el material del fondo es relativamente uniforme en tamaño (si la desviación estándar geométrica de los tamaños del material es menor a dos), ya que no ocurriría el acorazamiento.



**b) Determinación del ancho del cauce, pendiente del fondo del cauce y del tirante en el primer tramo**

A continuación se presentan los resultados del cálculo realizado para el tramo del río Papagayo comprendido entre una sección inmediatamente aguas debajo de la ubicación del proyecto de la presa La Parota y la desembocadura. El método utilizado para estos cálculos se presenta en el anexo AH1. Los resultados de la tabla H6 se grafican en la figura H23.

Tabla H6. Cálculo del perfil de flujo aguas abajo del embalse de la Parota

<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>ELEVACIÓN DE FONDO (m)</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>	<b>ELEVACIÓN DE FONDO (m)</b>
469,28	25,27	19240,83	10,80
957,90	24,81	19687,47	10,54
1513,29	24,28	20322,91	10,18
1941,91	23,88	20997,20	9,80
2583,12	23,29	21372,60	9,60
3094,49	22,82	21728,99	9,41
3592,09	22,38	22327,25	9,09
4102,66	21,92	22935,51	8,78
4661,95	21,43	23437,18	8,52
5052,50	21,09	23889,37	8,30
5727,69	20,51	24395,09	8,06
6058,69	20,22	24929,67	7,80
6785,38	19,61	25433,07	7,57
7270,07	19,21	26027,58	7,30
7891,76	18,71	26397,91	7,13
8240,48	18,42	26994,51	6,87
8876,94	17,92	27431,39	6,69
9428,13	17,48	27825,84	6,53
9821,35	17,18	28477,43	6,26
10395,10	16,74	29039,61	6,04
10877,41	16,38	29506,42	5,86
11371,93	16,01	30097,57	5,64
11940,75	15,59	30605,21	5,46
12440,13	15,23	31165,47	5,26
12979,64	14,84	31722,93	5,07
13417,63	14,53	32058,72	4,96
14016,94	14,12	32558,36	4,80
14535,23	13,76	33271,51	4,58
14910,40	13,51	34200,61	4,31
15341,68	13,22	34937,07	4,10
15863,28	12,88	35301,21	4,01
16369,65	12,55	35685,76	3,91
17093,24	12,10	36176,72	3,78
17624,05	11,77	36780,54	3,64
18368,35	11,31	37262,41	3,53
18842,88	11,03	37861,86	3,40

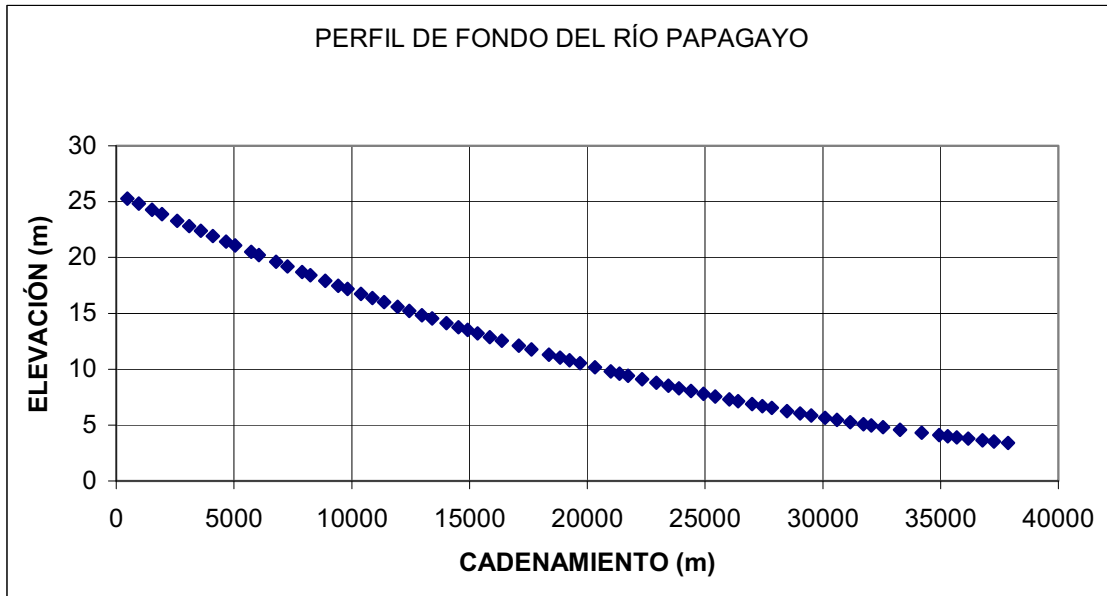


Figura H23. Perfil del fondo del río Papagayo

### c) Determinación del volumen descargado en la desembocadura del río

Entre los métodos para evaluar el arrastre de la capa de fondo, cuyo espesor aproximado es igual a dos veces el diámetro de las partículas, se encuentran los propuestos por:

DuBoys (1879) y Straub (1935); Schoklitsch (1914, 1950); Shields (1936); Meyer-Peter y Müller (1948); Kalinske (1947); Levi (1948); Einstein (1942) y Einstein-Brown (1950); Sato, Kikkawa y Ashida (1958); Rottner (1959); Garde y Albertson (1961); Frijlink (1962); Yalin (1963); Pernecker y Vollmer (1965); Inglis y Lacey (1968); y Bogardi (1974)

De la lista indicada, los siete primeros métodos fueron obtenidos y presentados antes que Einstein estableciera el concepto de capa de fondo, y por tanto, existía la duda razonable de si dichos métodos permitían valorar únicamente el transporte en esa capa, o bien, si daban el transporte total del fondo. Al analizar varias formulas de transporte, Díaz y Maza (1986) encontraron que las fórmulas de Shields (1936), Pernecker y Vollme (1965), Einstein-Brown (1950); Bogardi (1974) y Levi (1948) pueden dar el transporte total del fondo.

En el Anexo AH1 de este documento y en forma sucinta se explican los métodos señalados indicados para cada una de las hipótesis principales en que están basados, las experiencias realizadas y los valores entre los que variaron los diferentes parámetros. Puesto que la mayoría de los autores utilizaron números adimensionales, sus rangos de variación se pueden considerar, para mayor seguridad, como límites de aplicación. En la presentación de algunos métodos también se incluyen algunas fórmulas simplificadas, cuando ello es posible.

El gasto considerado corresponde a la política operativa de descarga continua de 748,5 m<sup>3</sup>/s durante 4 horas diarias.

Los datos de granulometría se obtuvieron del informe de CFE titulado “P.H. LA PAROTA ESTUDIO HIDROLÓGICO DE MARZO DE 2003” Elaborado Por la Subgerencia de anteproyectos de esa institución y se presentan en la tabla H7 y la figura H24 para el río Papagayo.

Tabla H7. Granulometría del río Papagayo

TAMAÑOS DE PARTÍCULAS		
	mm	m
$D_m=$	0,97	0,00097
$D_{16}=$	0,23	0,00023
$D_{35}=$	0,80	0,00080
$D_{50}=$	2,90	0,00290
$D_{65}=$	13,00	0,01300
$D_{84}=$	30,00	0,03000
$D_{90}=$	37,00	0,03700

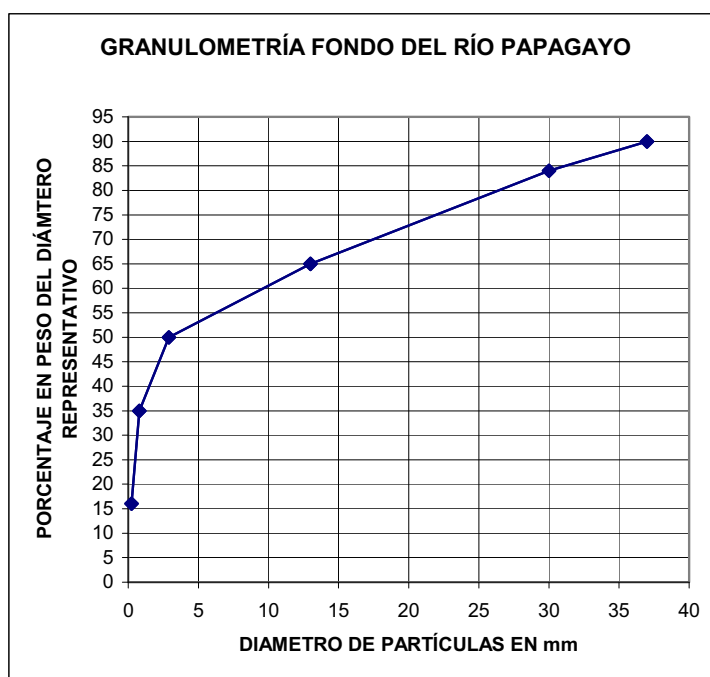


Figura H24. Granulometría del río Papagayo

Las propiedades del agua y de las partículas utilizadas en la aplicación de los diferentes modelos se resumen en la tabla H8.

Tabla H8. Propiedades del agua y de las partículas utilizadas en los modelos

<b>PROPIEDADES DEL AGUA</b>		
TEMPERATURA	20	°C
PESO ESPECIFICO	1 000	kg/m <sup>3</sup>
DENSIDAD	1 000	kg/m <sup>3</sup>
VISCOSIDAD CINEMÁTICA	0,000001	m <sup>2</sup> /s
<b>PROPIEDADES DE LAS PARTÍCULAS</b>		
PESO ESPECIFICO	1 463	kg/m <sup>3</sup>
DENSIDAD	1 463	kg/m <sup>3</sup>

Los modelos utilizados fueron los siguientes:

- Modelo de DuBoys
- Fórmula de Shields (1936): Las distancias entre secciones, anchos de superficie libre y tirantes son los mismos que la tabla del método de Duboys (1879) por lo que con fines de ahorro de espacio se omiten en adelante.
- Fórmulas de Meyer-Peter y Müller (1948)
- Fórmulas de Einstein (1942) y Einstein-Brown (1950)

Para la aplicación de este método se calculó el parámetro F1 dando como resultado que

$$F1 = 0,454047674$$

Adicionalmente y por recomendaciones descritas en el estudio hidrológico elaborado por CFE se consideró un método adicional más que es el de Graf Acaroglu.

Los resultados de la aplicación de cada uno de estos modelos se presentan en el Anexo AH6.

El resumen de los métodos aplicados se presenta en la tabla H9.

Tabla H9. Resumen de los resultados obtenidos con los diferentes métodos aplicados

Método	Gasto sólido (Millones de m <sup>3</sup> anuales)
Duboys	0,143
Shields	0,540
Peter-Meyer y Müller	0,137
Einstein y Einstein Brown	0,134
Graf Acaroglu	0,203
PROMEDIO	0,231



### Hidrología subterránea

Cada estado de la República Mexicana cuenta con estudios hidrológicos específicos, siendo uno de ellos la determinación del número de acuíferos y sus características principales. El estado de Guerrero cuenta con 35 acuíferos (Figura H24) cuyas características principales se muestran en la Tabla H10.

Figuras H25. Acuíferos del Estado de Guerrero y del área de estudio



#### a) Disponibilidad del recurso

El 22 de junio de 1995, mediante oficio B00-431, la dirección general de la Comisión Nacional del Agua (CNA) actualizó y ratificó los lineamientos para el ejercicio de las facultades delegadas por el director general al subdirector general de administración del agua y a los gerentes regionales y estatales, sustituyendo los anexos 1 a 6 que definen los niveles de competencia para autorizar las solicitudes de explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, los cuales contemplaban solo cuatro (4) zonas de disponibilidad establecidas en la Ley Federal de Derechos, además de los usos del agua y volúmenes anuales.

La Ley Federal de Derechos, a partir de 1997, establece en su artículo 231 nueve (9) zonas de disponibilidad para el pago de derechos sobre agua, según se efectúe la explotación por lo que se deberá adecuar dichas zonas de disponibilidad a la normatividad interna vigente.

Por su parte, el artículo tercero transitorio de la Ley de Aguas Nacionales ratifica la vigencia de los decretos de veda emitidos con anterioridad a dicha ley.

El estado de Guerrero abarca seis (6) zonas de disponibilidad (5, 6, 7, 8 y 9). En la tabla H11 (fig. H26), se listan los municipios involucrados en cada zona.

Tabla H10. Principales características de los acuíferos en el estado de Guerrero.

CLAVE	REG. HIDR.	NOMBRE DEL ACUÍFERO	ZONA GEOHIDROLÓGICA	ÁREA Km <sup>2</sup>	No. de APRO V	RECARG A Mm <sup>3</sup>	EXTRAC Mm <sup>3</sup>	DISPO NI Mm <sup>3</sup>	EXTRACCIÓN POR USO Mm <sup>3</sup>				No. DE APROVECHAMIENT O POR USO			
									AG RI	PU M	DO M	IND	AG RI	PU M	DO M	IND
1201		Tlapa-Huamuxtitlán	Tlapa-Huamuxtitlán	70	58	11,00	4,00	7,00	1,50	2,50		0,10	52	6		
1202		Huitzucu	Huitzucu	20	18	2,30	1,20	1,10	0,30	1,90				14		4
1203		Polocingo	Polocingo	30	2	5,00	0,60	4,40	0,20	0,40		0,10		2		
1204	18	Buena Vista de Cuellar	Iguala	3	1	1,00	0,40	0,60		0,30		0,50				1
1205	ALTO	Iguala	Iguala	70	38	25,00	14,00	11,00	1,30	12,2				25		4
1206		Chilapa	Chilapa	20	44	20,00	3,10	16,90	0,40	2,70			9	18		
1207	BALS	Tlacotepec	Tlacotepec		3	35,00	13,00	22,00		13,0		0,50	25	3		
1208	AS	Altamirano-Cutzamala	Altamirano-Cutzamala	10	27	441,50	5,00	436,50	0,02	4,48				22		5
1209		Argelia	Arcelia	10	19	7,50	1,60	5,90		1,60		0,04	1	18		
1210		Paso de Arena	Paso de Arena		5	12,00	2,00	10,00	0,10	1,90				5		
1211		Coahuayutla	Coahuayutla	25	3	1,00	0,10	0,90		0,12				3		
1212		El Naranjito	El Naranjito	70	440	11,00	1,00	10,00	0,70	0,30			430	10		
1213		La Unión	La Unión	230	503	35,00	7,40	27,60	0,70	0,70			477	26		
1214		Pantla	Pantla	10	26	10,00	1,90	8,10	1,90				25	1		
1215	19	Ixtapa	Ixtapa	50	80	15,00	11,90	3,10	1,00	10,9			72	8		
1216	COST A	Bahía de Zihuatanejo	Bahía de Zihuatanejo	10	4	2,50	2,00	0,50		2,00				4		
1217		Coacoyul	Coacoyul	40	49	8,00	1,80	4,20	1,30	0,50			48	1		
1218	GRAN	San Jerónimo	San Jerónimo	150	46	23,00	6,70	16,30	6,20	0,50			44	2		
1219	DE	Petatlán	Petatlán	180	480	27,00	8,70	18,30	6,10	2,60			474	6		
1220		Coyuquilla	Coyuquilla	40	100	6,00	0,50	5,50	0,20	0,30			98	2		
1221	DE	San Luis	San Luis	150	9	23,00	2,00	21,00	0,50	1,50			7	2		
1222		Tecpan	Tecpan	200	11	30,00	3,40	26,60	1,20	2,20				11		
1223	GRO	Atoyac	Atoyac	360	278	54,00	10,00	44,00	8,50	1,50			270	8		
1224		Coyuca	Coyuca	150	151	23,00	5,50	17,50	3,40	2,10		0,00	139	12		
1225		Conchero	Conchero	50	20	8,00	0,30	7,70		0,25			19	1		

Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico "La Parota" Hidrología

1226	20	Bahía Acapulco	Bahía Acapulco	de	10	53	2,00	1,30	0,70		0,30	1,00	49	4			
1227	COST	La Sabana	La Sabana		280	502	42,00	5,50	36,50	4,20	1,30	0,00	76	391			
1228	A	Chilpancingo	Chilpancingo		10	60	7,50	0,50	7,00	0,06	0,40		50	6			
1229	CHIC	Tepechicotlán	Papagayo		5	8	230,00	2,20	227,80		2,20		8				
1230	A	Papagayo	Papagayo		50	39	662,00	32,50	629,50		32,5		39				
1231		San Marcos	San Marcos		20	19	3,00	1,70	1,30		1,70		17	2			
1232	DE	Nexpa	Nexpa		410	25	62,00	1,10	60,90		1,10		9	16			
1233		Copala	Copala		300	15	45,00	0,90	44,10		0,90		15				
1234	GRO	Marquelia	Marquelia		120	15	16,00	1,00	17,00		1,00		15				
1235		Cuajiniculapa	Cuajiniculapa		1200	145	180,00	5,00	175,00	4,30	0,70		120	25			
TOTALES											50,0	109,	2,21	413	397	23	
											8		3				

Fuente: Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal en Guerrero, Área Técnica, Depto. de Aguas Subterráneas, abril 2003.

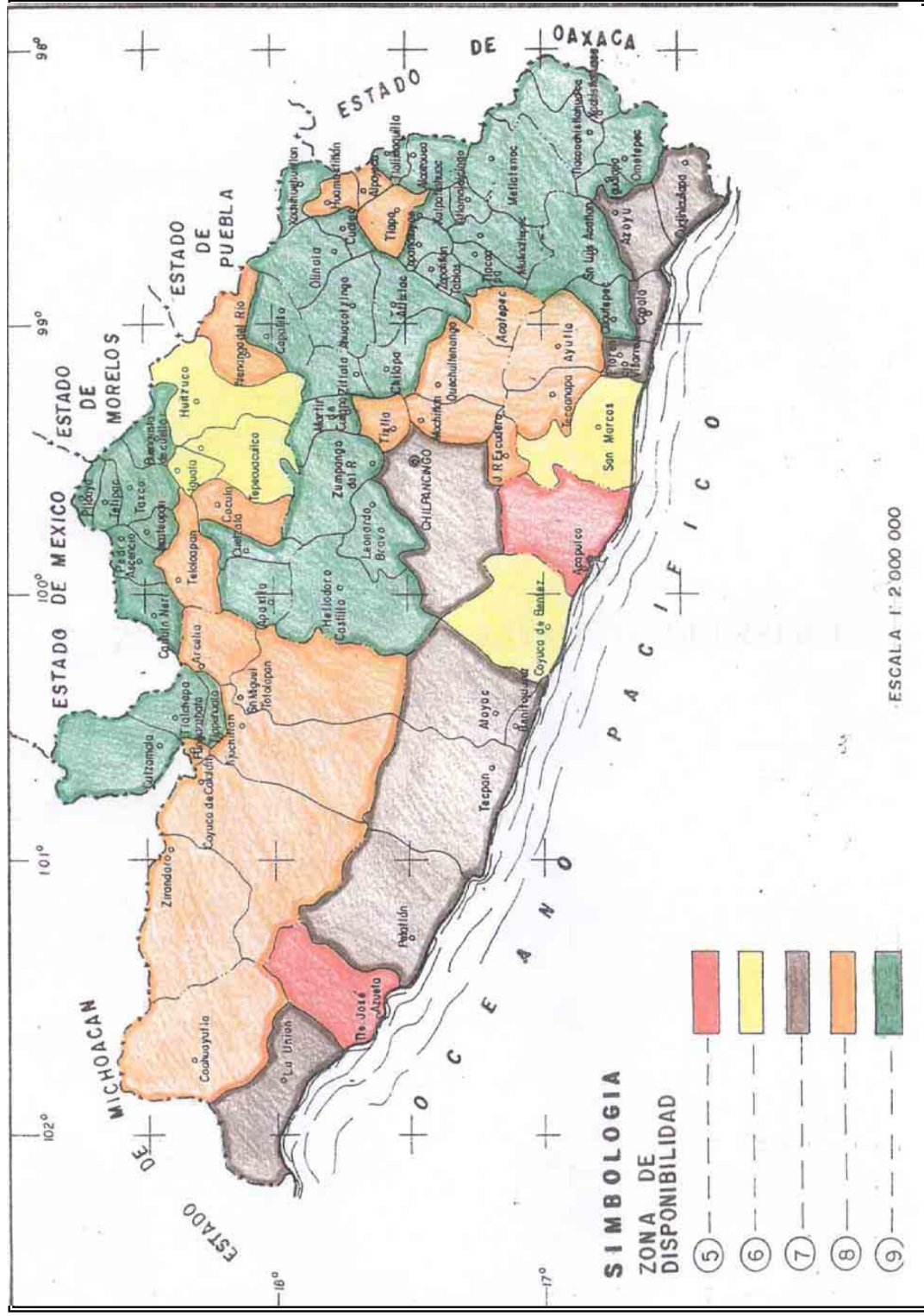
Tabla H11. Zonas de disponibilidad y municipios involucrados en el Estado de Guerrero

ZONA DE DISPONIBILIDAD	MUNICIPIOS INVOLUCRADOS
5	Acapulco de Juárez José Azueta
6	Coyuca de Benites Huitzuc de los Figueroa Iguala de la Independencia San Marcos Tepecoacuilco de Trujano
7	Atoyac de Álvarez Azoyu Benito Juárez Copala Cuajinicuilapa Chipalcingo de los Bravo Florencio Villareal Petatlan Tecpan de Galeana La Unión de Isidro Montes de Oca
8	Acatepec Ajuchitlán del Progreso Alpoyeca Arcelia Atenango del Río Ayutla de los Libres Coahuayutla de José Izazaga Cocula Coyuca de Catalán Huamuxtitlán Juan R. Escudero Mochitlán Pungarabato Quechultenango San Miguel Totolapan Tlapa de Comonfort Tecoanapa Teloloapan Tixtla de Guerrero Zirandaro
9	Ahuacotzingo Cutzamala de Pinzon General Canuto Neri Tlalchapa Tlapehuala Alcozauca de Guerrero Apaxtla Atlamajalcingo del Monte Atlixac Buena Vista Copalillo Copanatoyac

	Cualac Cuetzala del Progreso General Heliodoro Castillo Ixcateopan de Cuauhtemoc Leonardo Bravo Martir de Cualapan Olinala Pedro Ascencio Alquisiras Pilcaya Taxco de Alarcón Tetipac Tlalixtaquilla de Maldonado Xalpatlahuac Xochihuehuetlán Zitlala Eduardo Ner Cuatepec Chilapa de Alvarez Iguapala Malinaltepec Metlatonoc Ometepec San Luis Acatlán Tlacoachixtlahuaca Tlacoapa Xochistlahuaca Zapotitlán Tablas Marquelia
--	---

Fuente: Comisión Nacional del Agua (CNA), Gerencia Estatal en Guerrero, Área Técnica.

Figura H26. Zonas de disponibilidad en el Estado de Guerrero



**b) Asignaciones del recurso**

Dentro de las zonas de disponibilidad existen diferentes dictámenes para la asignación del recurso. En el Anexo AH7 se presentan tablas resumen para cada una de estas asignaciones.

**Zonas de veda en el estado de Guerrero.**

En los diarios oficiales emitidos por el ejecutivo federal en diferentes fechas donde decreta zonas de veda para la extracción de aguas subterráneas a algunas zonas del Estado de Guerrero, no especifican qué tipo de veda es; sin embargo, de acuerdo a la situación en que se encuentren los acuíferos enmarcados dentro de los límites geopolíticos de los municipios declarados en veda, dependerá si es veda rígida, veda flexible o de control.

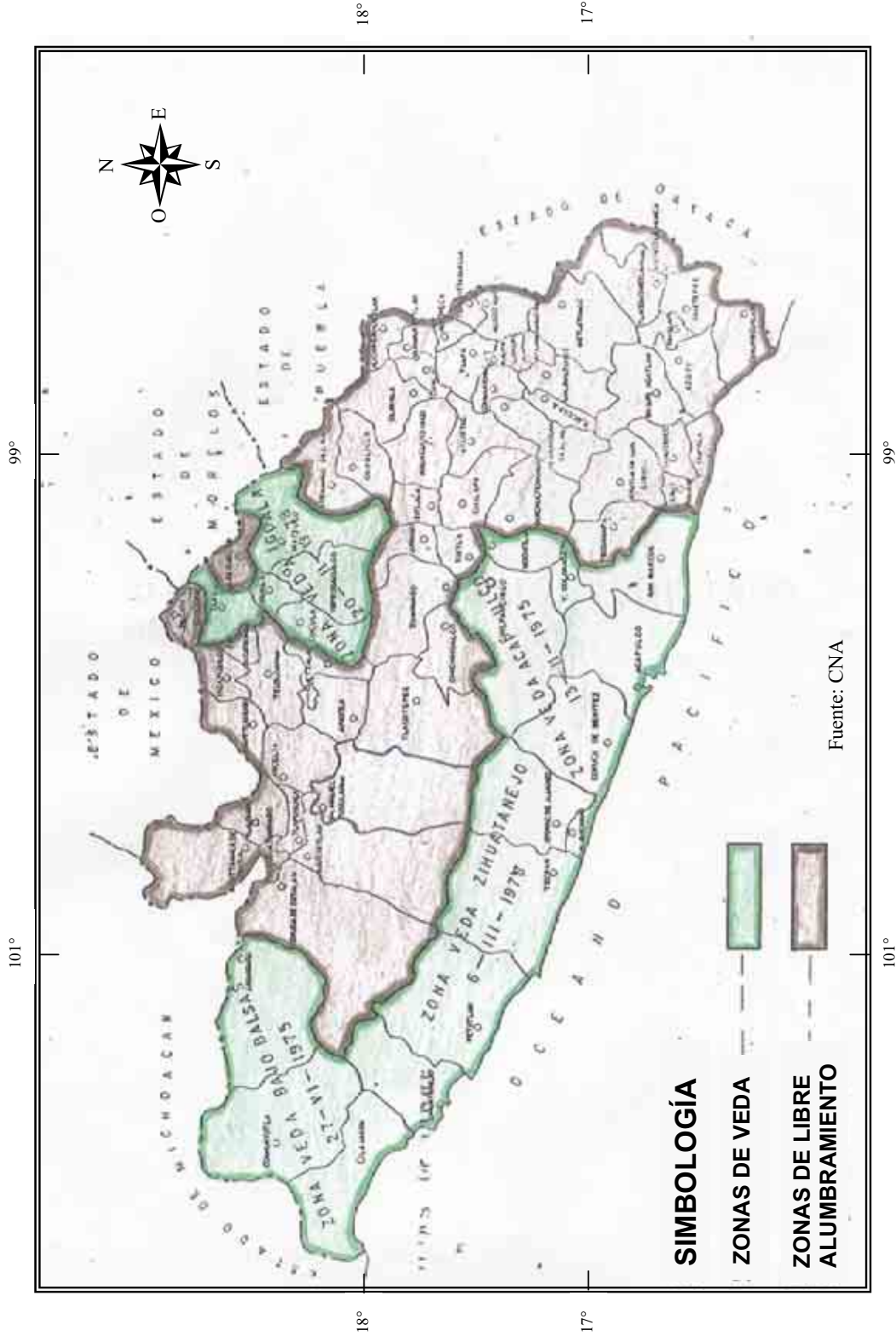
**Veda rígida:** Se considera así, cuando un acuífero se encuentra en condición de explotado o en equilibrio, esto es que si la explotación se sigue dando y se aumenta la extracción en dicho acuífero, existe el riesgo de ocasionar daños que pueden ser irreversibles como una intrusión salina en los acuíferos costeros y una sequía extrema en acuíferos intramontaños.

En el estado de Guerrero no se tienen problemas de este tipo ya que todos los acuíferos ubicados en zonas de veda están considerados como subexplotados, esto es que la recarga que existe en cada uno de ellos es mayor que la extracción.

**Veda flexible o de control:** Es considerada así cuando un acuífero ubicado en una zona de veda se encuentra en condición de subexplotado, es decir que tiene una recarga mayor a la extracción, por tanto se puede seguir dando la explotación y aumentando su extracción de acuerdo a las necesidades de la población, siempre y cuando se expidan los permisos correspondientes por la CNA y se pueda llevar a cabo el control de las concesiones o asignaciones de acuerdo a su volumen de extracción en cada uno de los acuíferos ubicados en zona de veda.

El estado de Guerrero se encuentra dividido en cuatro (4) zonas de veda y una de libre alumbramiento, mismas que se describen a continuación y que se pueden ver en la Figura H27.

Figura H27. Zonas de veda en el Estado de Guerrero.





**Zona de veda Zihuatanejo.**

La zona de veda Zihuatanejo la forman los municipios de José Azueta, Petatlán, Tecpan de Galeana, Atoyac de Álvarez y Benito Juárez; declarada zona de veda por decreto presidencial el 10 de febrero de 1978 y publicado en el diario oficial de la federación el 06 de marzo de 1978.

**Zona de veda Iguala.**

La zona de veda Iguala la forman los municipios de Iguala de la Independencia, Cocula, Huitzuco, Tepecoacuilco de Trujano y Taxco de Alarcón. Declarada zona de veda por decreto presidencial 10 de febrero de 1978 y publicado en el diario oficial de la federación el 20 de febrero de 1978.

**Zona de veda Acapulco.**

Está formada por los municipios de Acapulco de Juárez, Coyuca de Benitez, Juan R. Escudero, San Marcos, Mochitlán y Chipalcingo, Gro. Declarada zona de veda por decreto presidencial el 19 de diciembre de 1974 y publicado en el diario oficial de la federación el 13 de febrero de 1975. Dentro de esta zona se ubica el proyecto Hidroeléctrico La Parota.

**Zona de veda Bajo Balsas.**

Está formada por los municipios de Coahuayutla, La Unión y Zirándaro. Declarada zona de veda por decreto presidencial el 14 de abril de 1975 y publicado en el diario oficial de la federación el 27 de junio de 1975.

**Zona de libre alumbramiento.**

La zona de libre alumbramiento está conformada por los municipios que se listan en la Tabla H12.

Tabla H12. Municipios ubicados en la zona de libre alumbramiento.

1. Acatepec	21. Chilapa	41. San Miguel Totolapan
2. Azoyu	22. Copalillo	42. Tlacoachistlahuaca
3. Atlamajalcingo	23. Coyuca de Catalán.	43. Tlacoapa
4. Alcozauca	24. Chichihualco	44. Tlapa
5. Ayutla de los Libres	25. Cutzamala de Pinzón	45. Tecoanapa
6. Atlixac	26. Cuetzala	46. Tlacotepec
7. Ahuacotzingo	27. Huamuxtílán	47. Tlapehuala
8. Apango	28. Iguala	48. Tlalchapa
9. Ajuchitlan del Progreso	29. Ixcapuzalco	49. Teloloapan
10. Arcelia	30. Ixcateopán de Cuauhtemoc	50. Tetipac
11. Acapetlahuaya	31. Metlatonoc	51. Tlaxiáhuilla
12. Alpoyeca	32. Malinaltepec	52. Tixtla
13. Apaxtla	33. Marquilla	53. Xochistlahuaca
14. Atenango del Río	34. Ometepec	54. Xalpatlahuac
15. Buena Vista	35. Olinala	55. Xochihuehuetlan
16. Cuajinicuilapa	36. Pungarabato	56. Zapotitlán Tablas
17. Copala	37. Picaya	57. Zitlala
18. Cuautepéc	38. Quechultenago	58. Zumpango
19. Cruz Grande	39. San Luis Acatlán	
20. Cualac	40. San Marcos	

**c) Censo de aprovechamientos hidráulicos**

Se realizó un censo de aprovechamientos hidráulicos (pozos y norias) en la cuenca del río Papagayo, específicamente desde lo que será la cortina hasta el puente Papagayo (Anexo AH8). Se realizó del 6 al 8 de abril 2003 y arrojó un resultado de **74 aprovechamientos** censados en **29 localidades** visitadas, ubicadas en ambos márgenes del río Papagayo como sigue:

**Margen izquierdo.**

Las localidades que se visitaron sobre el margen izquierdo del río Papagayo se muestran en la Tabla H13.

Tabla H13. Localidades visitadas en el margen izquierdo del río Papagayo

<u>LOCALIDAD</u>	MUNICIPIO	COORDENADAS	
		LATITUD	LONGITUD
Cacahuatepec	Acapulco	16°53'20"	99°36'30"
Cruces de Cacahuatepec	Acapulco	16°50'45"	99°37'10"
Apalani	Acapulco	16°51'10"	99°35'15"
El Campanario	Acapulco	16°50'10"	99°34'20"
El Progreso de Cacahuatepec	Acapulco	16°48'17"	99°32'50"
Las Minas	Acapulco	16°48'12"	99°32'45"
Tamarindillo	Acapulco	16°47'50"	99°34'30"
San Juan El Chico	Acapulco	16°46'05"	99°34'20"
San Juan El Grande	Acapulco	16°45'50"	99°33'48"
El Tejoruco (Las Horquetas)	Acapulco	16°45'15"	99°34'45"
La Arena	Acapulco	16°45'45"	99°35'15"
Las Palmitas	Acapulco	16°45'50"	99°36'12"
Bella Vista Papagayo	Acapulco	16°46'35"	99°36'10"
Huamuchito	Acapulco	16°54'45"	99°34'50"
El Rincón	Acapulco	16°51'45"	99°38'30"

Las coordenadas son aproximadas y al centro de cada localidad.

**Margen derecho.**

Las localidades que se visitaron sobre el margen derecho del río Papagayo se muestran en la Tabla H14.

Tabla H14. Localidades visitadas en el margen derecho del río Papagayo.

<u>LOCALIDAD</u>	MUNICIPIO	COORDENADAS	
		LATITUD	LONGITUD
Las Parotas	Acapulco	16°54'40"	99°37'35"
Rancho Las Marías	Acapulco	16°54'35"	99°37'40"
Los Hilamos	Acapulco	16°53'45"	99°37'30"
Parotillas	Acapulco	16°52'40"	99°37'20"
La Concepción	Acapulco	16°52'45"	99°39'05"
Aguas Calientes	Acapulco	16°50'35"	99°38'25"
El Ranchito (Las Palmitas)	Acapulco	16°49'45"	99°39'00"
Salsipuedes	Acapulco	16°50'02"	99°37'50"
Vista Alegre	Acapulco	16°48'50"	99°37'30"
Tasajeras	Acapulco	16°48'40"	99°37'00"
Oaxaquilla	Acapulco	16°49'25"	99°39'30"

Amatillo	Acapulco	16°49'10"	99°39'50"
San Antonio	Acapulco	16°48'00"	99°39'30"
Cerro de Piedra	Acapulco	16°46'30"	99°37'45"

Las coordenadas son aproximadas y al centro de cada localidad.

En cada localidad visitada fueron identificados aquellos pozos o norias que por su accesibilidad y condiciones permitieran la toma de datos (diámetro, altura de brocal, profundidad total del aprovechamiento, profundidad del nivel estático, etc.). Por lo que no se censaron todos los aprovechamientos existentes en el área de estudio (cuenca del río Papagayo) sino aquellos que permitieran obtener una imagen general de las condiciones del acuífero local.

La mayor parte de las norias son clandestinas debido a que ni las autoridades locales ni la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Acapulco (CAPAMA) ni CNA han proporcionado el recurso. Es así que en algunas de estas localidades en donde pasan los acueductos de CAPAMA, como Aguas Calientes, El Ranchito (Las Palmitas), Oaxaquilla, Amatillo, Las Chenecas y Salsipuedes entre otras se conectan sin permiso, obteniendo el agua gratuitamente a expensas de ocasionar fugas, y con ello dejar sin agua a parte de el Puerto de Acapulco quien es abastecido en parte por esta región.

Pese a la existencia de conexiones clandestinas, el abastecimiento de agua de estas localidades se realiza principalmente a través de norias. El agua es extraída con botes (con capacidad de 5 a 20 litros), generalmente por las mujeres (desde 5 años de edad en adelante) y trasladada a sus casas sobre sus cabezas, caminando para ello 30 minutos o más en un suelo con relieve variado (pendientes de hasta 25%).

En algunas norias de localidades como Campanario, Tamarindillo, La Parotilla, Tazajero, Oaxaquilla, Amatillo y Cero de Piedra, cuentan con bomba (generalmente de un caballo de potencia) para la extracción del agua para riego y uso doméstico principalmente.

#### **Aprovechamientos registrados por la autoridad competente.**

Adicionalmente al censo de aprovechamientos hidráulicos (pozos y norias) también se obtuvo información de las autoridades encargadas de llevar un control de dichos aprovechamientos como son la CNA y CAPAMA, mismos que se muestran en el Anexo AH8.

#### **d) Calidad del agua subterránea**

Para tener una idea general de la calidad del agua subterránea en el área, se seleccionaron 4 puntos de muestreo (figura H28):

- Punto 1: Aprovechamiento No. 49 ubicado en la localidad de La Concepción.
- Punto 2: Aprovechamiento No. 70 ubicado en la localidad de San Antonio.
- Punto 3: Aprovechamiento No. 35 ubicado en la localidad de Bella Vista-Papagayo.
- Punto 4: Aprovechamiento No. 12 ubicado en la localidad de Progreso Cacahuatpec.

Este muestreo se llevó a cabo los días 9 y 10 de abril de 2003, los parámetros que se analizaron son los establecidos en la Guía para la Elaboración de Impacto Ambiental, Modalidad Regional y son: pH, color, turbidez, grasas y aceites, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, conductividad eléctrica, alcalinidad, dureza total, N de nitratos y amoniacal, fosfatos totales, cloruros, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), coliformes totales, coliformes fecales, detergentes (sustancias activas al azul de metileno, SAAM).

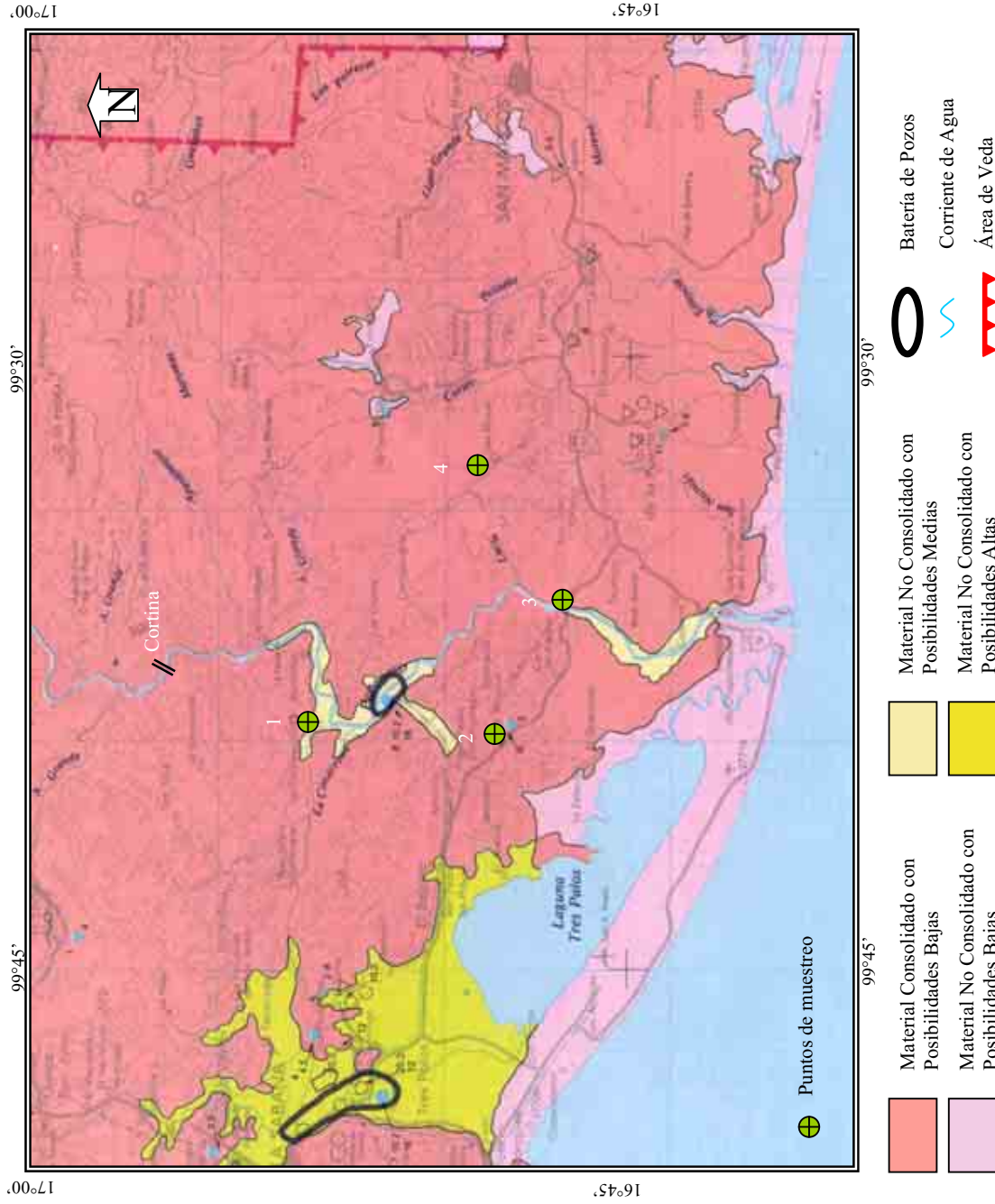
Los resultados del análisis de calidad del agua para las 4 muestras de agua se presentan en la tabla H15 (Anexo AH9).

Tabla H15. Resultados del análisis de calidad del agua

PARÁMETRO	PUNTO			
	1	2	3	4
Coliformes Totales (NMP/100 ml)	1.7 x 10 <sup>2</sup>	5.0 x 10 <sup>2</sup>	< 2	5.0 x 10 <sup>4</sup>
Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	8 x 10	3.4 x 10	< 2	1.7 x 10 <sup>4</sup>
Olor y sabor	Agradable	Agradable	Agradable	Agradable
pH (unidades pH)	6.81	6.46	6.93	7.55
Temperatura (°C)	21	23	22	23
Conductividad eléctrica (mS/m)	3.93	1.16	5.37	5.63
Grasas y Aceites (mg/l)	< 5	< 5	< 5	< 5
Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	233	950	343	420
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	< 5	< 5	< 5	6
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)	3	3	5	2
Nitratos (mg/l)	2.767	46.407	4.019	34.92
Nitritos (mg/l)	0.008	0.041	0.001	0.025
Fosfatos totales (mg/l)	0.186	0.131	0.557	0.159
Orto Fosfatos (mg/l)	0.121	0.086	0.557	0.152
Turbidez (UTN)	0.2	0.14	0.2	0.51
Color (U Pt/Co)	2	0	5	2
Dureza total (mg/l)	85	537	176	175
Cloruros (mg/l)	12	165	17	31
SAAM (mg/l)	0.1	0.118	0.118	< 0.01
Cianuro (mg/l)	0.035	0.029	0.026	0.017

Fuente: Instituto de Ingeniería de la UNAM, 2003.

Figura H28. Localización de los puntos de muestreo para calidad de agua subterránea



Para poder determinar la si la calidad del agua es apropiada para consumo humano, se tomó como parámetro lo establecido en a la NOM-127-SSA1-1996, salud ambiental. Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. Los parámetros que establece esta norma se muestran en la Tabla H16.

Tabla H16. Parámetros establecidos en la NOM,-127-SSA1-1996

Parámetro	Límite permisible
Contenido de organismos	
Organismos coliformes totales	Ausencia o no detectables
E. coli o coliformes fecales u organismos termotolerantes	Ausencia o no detectables
Características Físico-químicas y organolépticas	
Color	20 unidades de color verdadero en la escala de platino-cobalto.
Olor y sabor	Agradable (se aceptarán aquellos que sean tolerables para la mayoría de los consumidores, siempre que no sean resultado de condiciones objetables desde el punto de vista biológico o químico).
Turbiedad	5 unidades de turbiedad nefelométricas (UTN) o su equivalente en otro método.
Costituyentes químicos	
Aluminio	0,20
Arsénico (Nota 2)	0,05
Bario	0,70
Cadmio	0,005
Cianuros (como CN-)	0,07
Cloro residual libre	0,2-1,50
Cloruros (como Cl-)	250,00
Cobre	2,00
Cromo total	0,05
Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> )	500,00
Fenoles o compuestos fenólicos	0,3
Fierro	0,30
Fluoruros (como F-)	1,50
Hidrocarburos aromáticos en microgramos/l:	
Benceno	10,00
Etilbenceno	300,00
Tolueno	700,00
Xileno (tres isómeros)	500,00
Manganeso	0,15
Mercurio	0,001
Nitratos (como N)	10,00
Nitritos (como N)	1,00
Nitrógeno amoniacal (como N)	0,50
pH (potencial de hidrógeno) en unidades de pH	6,5-8,5
Plaguicidas en microgramos/l:	
Aldrín y dieldrín (separados o combinados)	0,03
Clordano (total de isómeros)	0,20
DDT (total de isómeros)	1,00
Gamma-HCH (lindano)	2,00
Hexaclorobenceno	1,00



Parámetro	Límite permisible
Heptacloro y epóxido de heptacloro	0,03
Metoxicloro	20,00
2,4 - D	30,00
Plomo	0,01
Sodio	200,00
Sólidos disueltos totales	1000,00
Sulfatos (como SO <sub>4</sub> =)	400,00
Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)	0,50
Trihalometanos totales	0,20
Yodo residual libre	0,2-0,5
Zinc	5,00

Las unidades están en mg/l a menos que se indique otra unidad.

Nota 1. Los límites permisibles de metales se refieren a su concentración total en el agua, la cual incluye los suspendidos y los disueltos.

De acuerdo a la anterior se puede ver que las muestras (los cuatro puntos) no cumplen con lo establecido para coliformes fecales y coliformes totales. Los nitratos son rebasados en los sitios 2 y 4; y la dureza total es rebasada en el punto 2.

La presencia de coliformes podría sustentarse con el hecho de la existencia de fosas sépticas, así como de pozos ciegos. Parte de la gente del lugar en la actualidad clora el agua o en su defecto la hierve para consumo.

En general el agua es de calidad aceptable para consumo humano, actividades de riego y uso doméstico.

Por otro lado de acuerdo a la información de INEGI (1988), en sus cartas hidrológicas de aguas subterráneas E-14-8 y E-14-11 Chilpancingo y Acapulco respectivamente, la calidad del agua está dividida en función de los sólidos totales disueltos (STD) con lo que el agua es definida como dulce, lo que implica que cuenta con menos de 525 mg/l de STD.

De manera adicional se compararon los resultados obtenidos con los que establece la NOM-001-ECOL-1996 que aunque establece los límites máximos permisibles para descargas de aguas a cuerpos receptores, proporciona una idea de los usos a los que se podría destinar el agua sin correr riesgo de daños a la salud.

Es así que en las tablas H17 a H20, se presenta la comparación de las concentraciones obtenidas de los parámetros muestreados, con las que se establecen en las NOM-001-SEMARNAT-1996 y CE-CCA-001/89.

Los parámetros que presentan valores fuera de las normas antes mencionadas son: conductividad eléctrica, fosfatos, sólidos disueltos totales (SDT), coliformes fecales y SAAM:

La conductividad eléctrica promedio determinada fue de 4.07 mS/m (mínimo 1.16 y máximo 5.83 mS/m), rebasando el límite de 1.0 mS/m, que se establece para uso agrícola, sin embargo, los mismos criterios ecológicos señalan que el valor de referencia considera aspectos como el uso del agua bajo condiciones medias de textura del suelo, velocidad de infiltración, drenaje, lámina de riego empleada, clima y tolerancia de los cultivos a las sales.

Los fosfatos totales promedio determinados fueron de 0.258 mg/l (mínimo 0.131 y máximo 0.557 mg/l), rebasando el límite de 0.05 mg/l, que se establece para la protección de la vida acuática, uso en riego, uso público urbano y para la protección de humedales naturales.

Los sólidos disueltos totales fueron rebasados únicamente en el punto 2 correspondiente al aprovechamiento No 70 ubicado en la localidad de San Antonio, municipio de Acapulco con

un valor de 950 mg/l cuyo límite es de 500 mg/l, que se establece para uso en riego agrícola.

Los coliformes fecales fueron rebasados únicamente en el punto 4 correspondiente al aprovechamiento No 12 ubicado en la localidad de Progreso Cacahuatepec, municipio de Acapulco con un valor de  $1.7 \times 10^4$  MMP/100 ml cuyo límite es de 1000 MMP/100 ml, que se establece para uso en riego agrícola y protección a la vida acuática.

El SAAM fue rebasado en los puntos 2 y 3 correspondientes a los aprovechamientos No 70 y 35 ubicados en las localidades de San Antonio y Bella Vista-Papagayo respectivamente, municipio de Acapulco con igual valor de 0.118 mg/l cuyo límite es de 0.1 mg/l, que se establece para la protección a la vida acuática y humedales naturales.



Tabla H17. Evaluación normativa de la calidad del agua obtenida en el Punto 1 (aprovechamiento No.49, en la localidad de La Concepción)

Parámetro	Concentración	Cuerpo receptor															
		Ríos				Embalses naturales y artificiales				Suelo							
		Uso en riego agrícola		Uso público urbano		Protección de vida acuática		Uso en riego agrícola		Uso público urbano		Uso en riego agrícola		Humedales naturales			
PM	PD	PM	PD	PM	PD	PM	PD	PM	PD	PM	PD	PM	PD	PM	PD		
*pH (unidades pH)	6.81		4.5-9.0														
Temperatura (°C)	21	N.A		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	N.A	40	40	40
*Conductividad eléctrica (mS/m)	3.93	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-
Grasas Aceites (mg/l)	< 5	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25
*Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	233	-	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500	-	-
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	< 5	150	200	75	125	40	60	75	125	40	60	75	125	40	60	75	125
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)	3	150	200	75	150	30	60	75	150	30	60	75	150	30	60	75	150
Nitratos (mg/l)	2.767																
Nitritos (mg/l)	0.008	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
							6										6

* Fosfatos totales (mg/l)	0.186							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
Orto								5	25	25	25	25		0.0
Fosfatos (mg/l)	0.121													25
Turbidez (UTN)	0.20													
Color (U Pt/Co)	2													
Dureza total (mg/l)	85													
*Cloruros (mg/l)	12							250						250
*SAAM (mg/l)	0.100							0.1						0.1
COLIFORM ES Totales (NMP/100 ml)	1.7 x 10 <sup>2</sup>													
Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	8 x 10 <sup>0</sup>									100				100
Cianuro (mg/l)	0.035												200	0

N.A. NO APLICA

- (1) Instantáneo
  - (2) Muestra simple promedio ponderado
  - (3) Ausente según método de prueba NMX-AA-006
- PD Promedio diario  
 PM Promedio mensual  
 \*CE-CCA-001/89.

Rebasa la NOM-001-SEMARNAT-1996 ó CE-CCA-001/89.

Tabla H18. Evaluación normativa de la calidad del agua obtenida en el Punto 2 (aprovechamiento no.70, en la localidad de San Antonio)

Parámetro	Concentración	Cuerpo receptor															
		Ríos				Embalses naturales y artificiales				Suelo							
		Uso en riego agrícola		Uso público urbano		Protección de vida acuática		Uso en riego agrícola		Uso público urbano		Uso en riego agrícola		Humedales naturales			
Pm	Pd	Pm	Pd	Pm	Pd	Pm	Pd	Pm	Pd	Pm	Pd	Pm	Pd	Pm	Pd		
*pH (unidades pH)	6.46		4.5-9.0														
Temperatura (°C)	23	N.A		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	N.A	40	40	40
*Conductividad eléctrica (mS/m)	1.16	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-
Grasas y Aceites (mg/l)	< 5	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25
*Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	950	-	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500	-
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	< 5	150	200	75	125	40	60	75	125	40	60	75	125	N.A	75	N.A	125
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)	3	150	200	75	150	30	60	75	150	30	60	75	150	N.A	75	N.A	150
Nitratos (mg/l)	46.407																
Nitritos (mg/l)	0.041	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	0.0
							6				6						6

*Fosfatos totales (mg/l)	0.131									0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25
Orto										0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	25
Fosfatos (mg/l)	0.086																					
Turbidez (UTN)	0.14																					
Color (U Pt/Co)	0																					
Dureza total (mg/l)	537																					
*Cloruros (mg/l)	165									250												250
*SAAM (mg/l)	0.118									0.1												0.1
COLIFORM ES Totales (NMP/100 ml)	5.0 x 10 <sup>2</sup>																					
Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	3.4 x 10 <sup>0</sup>									100												100
Cianuro (mg/l)	0.029																					

N.A. NO APLICA

- (1) Instantáneo
  - (2) Muestra simple promedio ponderado
  - (3) Ausente según método de prueba NMX-AA-006
- PD Promedio diario  
PM Promedio mensual  
\*CE-CCA-001/89.

Rebasa la NOM-001-SEMARNAT-1996 ó CE-CCA-001/89.

Tabla H19. Evaluación normativa de la calidad del agua obtenida en el Punto 3 (aprovechamiento No.35, en la localidad de Bella Vista-Papagayo)

Parámetro	Concentración	Cuerpo receptor															
		Ríos				Embalses naturales y artificiales				Suelo							
		Uso en riego agrícola		Uso público urbano		Protección de vida acuática		Uso en riego agrícola		Uso público urbano		Uso en riego agrícola		Humedales naturales			
Pm	Pd	Pm	Pd	Pm	Pd	Pm	Pd	Pm	Pd	Pm	Pd	Pm	Pd	Pm	Pd		
*pH (unidades pH)	6.93		4.5-9.0														
Temperatura (°C)	22	N.A.	N.A	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	N.A	N.A	40	40
*Conductividad eléctrica (mS/m)	5.37	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-
Grasas Aceites (mg/l)	< 5	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25
*Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	343	-	500	-	-	-	-	-	500	-	-	-	-	-	-	-	-
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	< 5	150	200	75	125	40	60	75	125	40	60	75	125	N.A	N.A	75	125
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)	5	150	200	75	150	30	60	75	150	30	60	75	150	N.A	N.A	75	150
Nitratos (mg/l)	4.019																
Nitritos (mg/l)	0.001	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0
							6										6

* Fosfatos totales (mg/l)	0.557							0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Orto								5	0.0.	0.0.	0.0	0.0	0.0	0.0
Fosfatos (mg/l)	0.557													
Turbidez (UTN)	0.20													
Color (U Pt/Co)	5													
Dureza total (mg/l)	176													
*Cloruros (mg/l)	17							250						250
*SAAM (mg/l)	0.118							0.1						0.1
COLIFORM ES Totales (NMP/100 ml)	< 2													
Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	< 2							100	100	100	100	100	100	100
Cianuro (mg/l)	0.026													

N.A. NO APLICA

- (1) Instantáneo
  - (2) Muestra simple promedio ponderado
  - (3) Ausente según método de prueba NMX-AA-006
- PD Promedio diario  
 PM Promedio mensual  
 \*CE-CCA-001/89.

Rebasa la NOM-001-SEMARNAT-1996 ó CE-CCA-001/89.

Tabla H20. Evaluación normativa de la calidad del agua obtenida en el Punto 4 (aprovechamiento No.12, en la localidad de Progreso Cacahuatepec)

Parámetro	Concentración	Cuerpo receptor														
		Ríos				Embalses naturales y artificiales				Suelo						
		Uso en riego agrícola		Uso público urbano		Protección de vida acuática		Uso en riego agrícola		Uso público urbano		Uso en riego agrícola		Humedales naturales		
Pm	Pd	Pm	Pd	Pm	Pd	Pm	Pd	Pm	Pd	Pm	Pd	Pm	Pd	Pm	Pd	
*pH (unidades pH)	7.55		4.5-9.0													
Temperatura (°C).(1)	23	N.A		40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	N.A	40	40
*Conductividad eléctrica (mS/m)	5.63	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-
Grasas y Aceites (mg/l)	< 5	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	15	25	25
*Sólidos Disueltos Totales (mg/l)	420	-	500	-	-	-	-	-	-	-	-	500	-	-	-	-
Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)	6	150	200	75	125	40	60	75	125	40	60	75	125	N.A	75	125
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)	2	150	200	75	150	30	60	75	150	30	60	75	150	N.A	75	150
Nitratos (mg/l)	34.92															
Nitritos	0.025	-	-	-	-	-	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0





**e) Usos principales**

El agua que es extraída de los aprovechamientos (pozos y norias) (fotografía H3 ) y que se destina para consumo humano (agua potable) es generalmente clorada antes de beberla.



Fotografía H3. Noria en la localidad de Campanario

Por otro lado y por comentarios de la gente local, algunos de los dueños de las norias negocian el agua, llegando a cobrar 80.00 pesos al mes por el derecho de tener acceso al aprovechamiento, sin importar que este tenga o no agua.

Uno de los usos con mayor importancia es el abastecimiento al Puerto de Acapulco (cerca del 95% de su consumo es proporcionado por la cuenca del río Papagayo) para sustento de su actividad industrial y turística.

### **PROCESOS COSTEROS**

El objetivo central de este estudio es determinar el estado actual y determinar cuáles son los posibles efectos que pueda ocasionar al medio ambiente la construcción y operación del P. H. La Parota, específicamente en los puntos relacionados con la zona de la desembocadura y parte del estuario del Río Papagayo. Otras inquietudes como son las afectaciones a la desembocadura de la Laguna de Tres Palos y las playas ubicadas entre Punta Diamante y la desembocadura del río Papagayo, que indirectamente se tratarán, salen del contexto del estudio de la desembocadura del Río Papagayo desde el punto de vista morfológico.

Para poder evaluar el posible efecto del P.H. la Parota sobre la desembocadura y zonas adyacentes del río Papagayo, se llevó a cabo el estudio del oleaje, la hidrodinámica y el transporte de sedimento. Específicamente, los estudios de (1) propagación del oleaje se realizan con las alturas de ola, dirección y periodo representativos de las diferentes estaciones, (2) los de marea con registros de limnógrafos colocados en el sitio, (3) los de la hidrodinámica estuarina con la información de oleaje y mareas, además del aporte de río con datos de las estaciones a lo largo de 37 años de mediciones y con el gasto por operación de las Turbinas por 4 horas al día, y (4) los de transporte de sedimentos con la información disponible. Dichos estudios servirán para analizar en capítulos posteriores a éste los efectos causados por la construcción del Proyecto Hidroeléctrico de la Parota, y proponer de manera preliminar, un gasto ecológico, con el cual el comportamiento de la boca (estabilidad) y la línea de costa, no sufrirán cambios significativos en la zona. La descripción de los métodos utilizados en este estudio se presenta en el Anexo AH1.



Fotografía área de la desembocadura, barra y frente costero Río Papagayo, visita del 20 de febrero de 2003.

**a) Caracterización hidrodinámica**

Para determinar la afectación en el comportamiento hidrodinámico cuando el gasto en el río es afectado por el funcionamiento del proyecto, se llevaron a cabo simulaciones hidrodinámicas. En éstas se incluyeron los efectos de los principales factores físicos responsables del movimiento de los cuerpos de agua en la zona de estudio.

Como herramienta numérica para la caracterización hidrodinámica, se utilizó el modelo RMA-2V (Norton 1973), el cual resuelve, en dos dimensiones e integrado en la vertical, la ecuación de la conservación de masa a partir de las ecuaciones no lineales de Navier-Stokes en aguas someras y para flujo turbulento. El modelo realiza la discretización del dominio por medio de elementos finitos.

La zona de estudio cubre  $2,91 \text{ km}^2$  (entre las coordenadas  $18^\circ 40' \text{N}$ ,  $99^\circ 37' \text{W}$  y  $18^\circ 41' \text{N}$ ,  $99^\circ 35' \text{W}$ ) en los que se encuentra un volumen aproximado de  $37\,512 \text{ m}^3$  de agua. Para dicha zona de estudio se construyó una malla computacional que incluye las principales características morfológicas de la desembocadura (línea de costa, boca, canales, isla interior, zonas intermareales) y a cada nodo de la malla se le asignaron valores de elevación, fricción y viscosidad turbulenta, porosidad de manglar, condiciones iniciales y de frontera. La malla final, que consta de 1 216 elementos y 3 368 nodos, se muestra en la Figura H29.

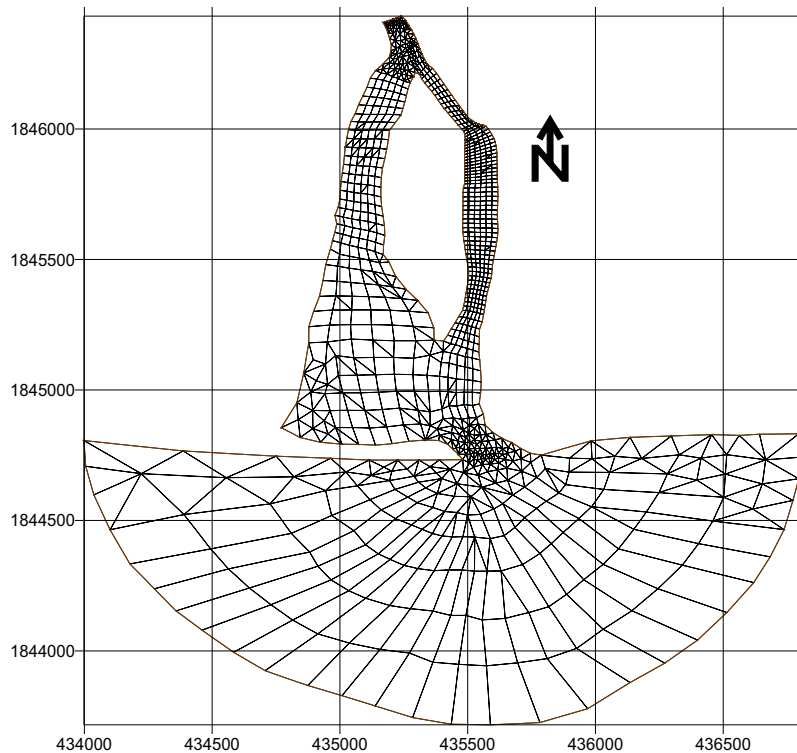


Figura H29. Malla para el modelo hidrodinámico de la desembocadura del Río Papagayo.

**b) Información utilizada en los modelos**

La información disponible está integrada por la batimetría de la zona de estudio, los registros de viento, marea y los aportes del río.

**Batimetría**

La batimetría fue realizada por la Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil de la CFE en el año 2002, se extendió 1,5 km a ambos lados de la desembocadura y aproximadamente 1.6 km aguas arriba de la desembocadura del río Papagayo, en la figura H30 se muestra dicho levantamiento.

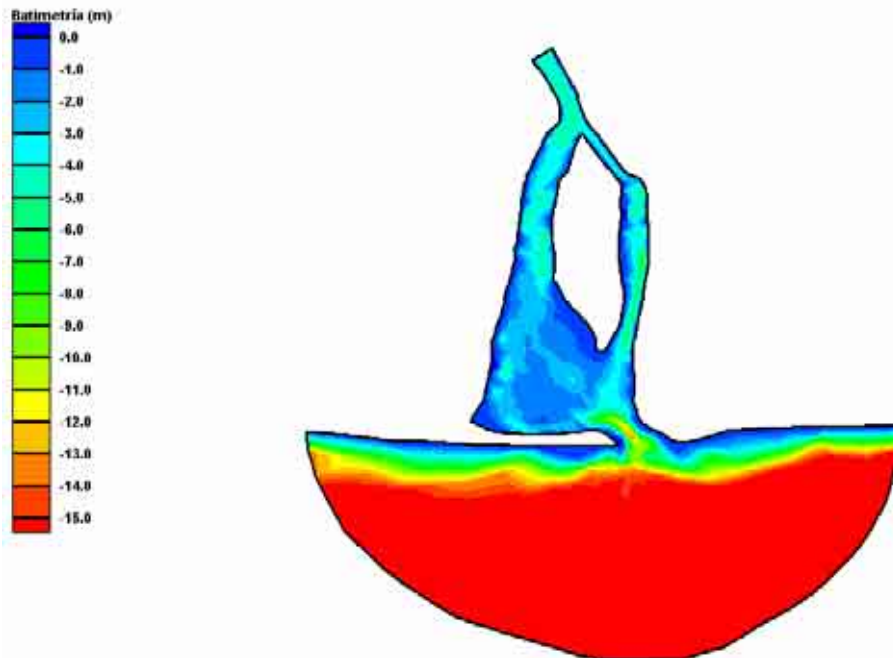


Figura H30. Batimetría de la zona de estudio

**Viento**

En la tabla H21 se presenta la información de registros de viento en aguas profundas. Estos datos se utilizaron para la propagación numérica tanto del oleaje como en el modelo hidrodinámico no lineal, cabe mencionar que los registros están referidos a mediciones en aguas relativamente profundas y fueron verificados con los datos reportados por el aeropuerto de Acapulco, que se encuentra a unos kilómetros de la zona de la desembocadura.

Tabla H21. Promedios mensuales de la dirección del viento, medidos a partir del norte

MES	Dirección (°)
Enero	242
Febrero	228
Marzo	229
Abril	241
Mayo	231
Junio	227
Julio	211
Agosto	213
Septiembre	225
Octubre	231
Noviembre	217
Diciembre	235

Fuente: The Global UK Meteorological Office Archive 1986-1996

**Marea**

El registro de marea se midió con un limnígrafo ubicado frente a la desembocadura, desde el 16 de mayo hasta el 15 de junio de 2003, el cual se muestra en la Figura H31. Dada la cercanía del aparato con la desembocadura, se capturó también la señal de avenidas, por lo que en los escenarios modelados únicamente se tomaron en cuenta los datos con menor influencia de la descarga del río, éstos se muestran en la Figura H32.

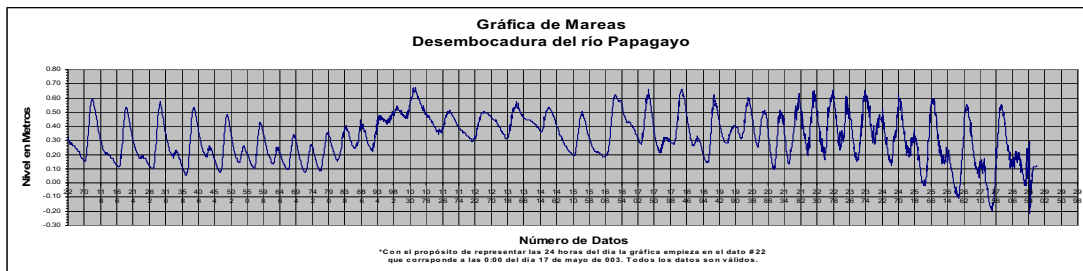


Figura H31. Segmento del registro de superficie libre del limnígrafo, zona cercana a la desembocadura del Río Papagayo del 16 al 22 de mayo de 2003 nbmi, (CFE 2003)

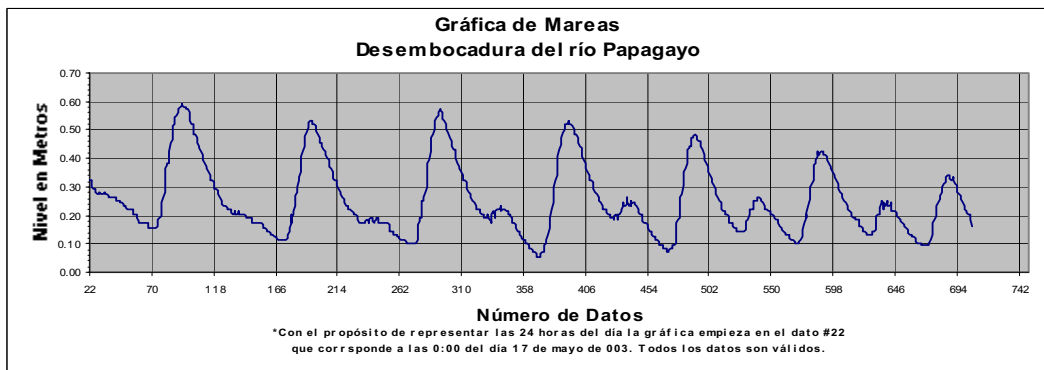


Figura H32. Registro utilizado en las simulaciones hidrodinámicas.

### Aportes del Río

Los estudios de ingeniería básica del P.H. La Parota están sustentados en información de las estaciones hidrométricas El Puente y Agua Salada que reportan gastos medios mensuales y La Parota que reporta gastos medios diarios para el escurrimiento aprovechable y las avenidas máximas; este estudio parte de los mismos datos.

Con base en dicha información, se realizó un análisis estadístico, resultando como volumen medio anual disponible 4 147 Mm<sup>3</sup>, equivalente a 131,5 m<sup>3</sup>/s, distribuidos de la siguiente manera: 3 111 Mm<sup>3</sup> (75%) de julio a octubre y 1 036 Mm<sup>3</sup> (25%) de noviembre a junio.

En la Figura H33 se presentan las frecuencias de los gastos medios de 39 años de medición en la estación hidrométrica La Parota. En ésta es evidente que el gasto medio con mayor frecuencia es de 30 m<sup>3</sup>/s, mismo que se tomó como valor representativo de las condiciones normales de escurrimiento del Río Papagayo.

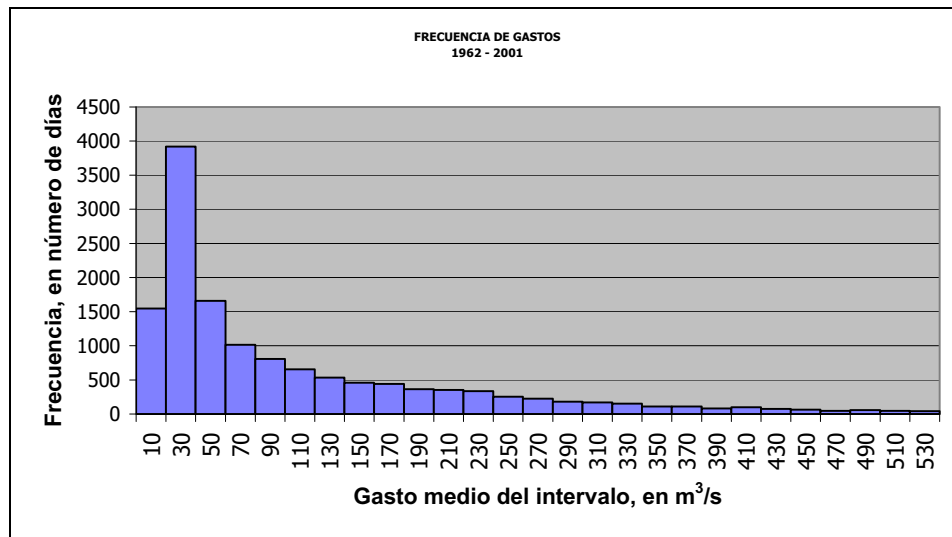


Figura H33. Frecuencias de los gastos de 39 años de medición en la estación hidrométrica La Parota

### Resultados

Escenario 1. Efectos de marea sin aporte de río.

El primer escenario se planteó considerando el registro de marea sin aporte del río, para evaluar las corrientes generadas por la carrera de marea, y determinar las tendencias de acreción y erosión bajo dicha condición, mismo que se muestra en la figura H34.

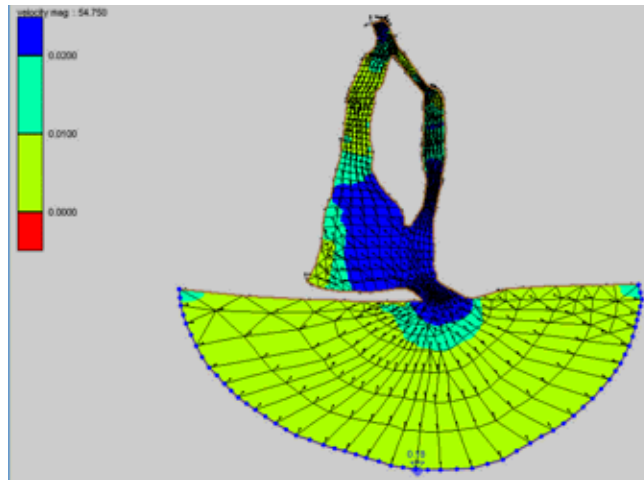


Figura H34. Patrón de corrientes para marea entrante y sin aporte de ríos.

Como podemos observar en la Figura H34, al estar gobernado el sistema por la marea, es decir sin efectos del río por tener gasto cero, podemos distinguir que el orden de corrientes del sistema van desde cero hasta 0,2 m/s, una de las zonas donde se puede identificar de manera muy clara la zona de tendencias de depositación de sedimentos que corresponde a las zonas actuales de bajos (zona en color azul) como se observa en la batimetría, otro aspecto importante de resaltar es el hecho que el la boca responde de manera inmediata, mientras en la zona detrás de la barra presenta resistencia, esto se debe a la zona de bajos.

La sección mínima transversal de la desembocadura del río papagayo es una de las zonas de interés en este estudio, pues se desea conocer cual es su tendencia a cerrarse o abrirse dependiendo del gasto que este pasando a través de ella. A continuación se muestran en la Figura H35 las velocidades promedio y línea de tendencia a través de la desembocadura del río papagayo únicamente considerando el efecto de la marea.

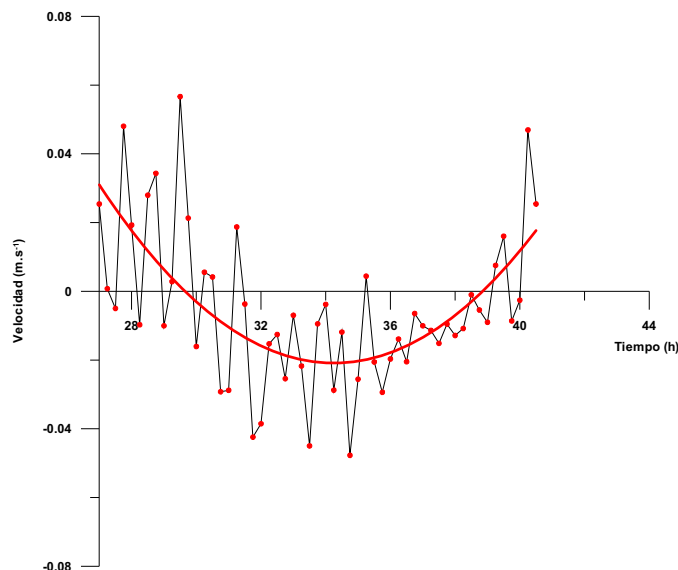


Figura H35. Velocidades promedio en la desembocadura sin acción del río.

Dada la configuración geométrica y de fondo de la sección mínima de la desembocadura, las velocidades de la figura H35 muestran una oscilación con un rango que se encuentra entre los 0.04 m/s entrando o saliendo de la desembocadura por acción de la marea, de aquí se puede decir que la corriente tiene poca energía y en zonas como la que se encuentra detrás de la barra que por su rugosidad y geometría provoca una disminución de la velocidad, teniendo con esto depositación de sedimentos. La línea de tendencia muestra la respuesta del sistema a la señal de marea, este escenario es clave para poder entender las zonas de bajos que se pueden observar cerca de la desembocadura pegados a la margen oeste detrás de la barra, que contribuye a la estabilidad de la misma, aguas arriba de la desembocadura.

#### Escenario 2: Efectos de marea y gasto medio (30m<sup>3</sup>/s)

El siguiente escenario incluye el efecto del río con un gasto constante de 30 m<sup>3</sup>/s, que es el escenario representativo de las condiciones actuales, cabe señalar que al no existir mediciones sistemáticas de elevación de superficie libre y corrientes antes o después de la desembocadura, únicamente se validó el modelo hidrodinámico con una señal monocromática para garantizar continuidad y conservación de masa, tal como se reporta en la descripción de la implementación del modelo.

En la Figura H36 se observa el cambio en el orden de magnitud de las corrientes y la interacción del río con la onda de marea desde la desembocadura hasta el inicio de la isla meandro y la transición sobre los canales que lo rodean, en este escenario podemos ver que del lado del río la zona atrás de la barra aún con un aporte de 30 m<sup>3</sup>/s, se sigue generando una zona de calmas que ayuda a que los sedimentos que llegan a esta zona se depositen y la barra se sostenga. Las márgenes de las desembocaduras para este escenario son áreas de mucho intercambio y aumento en los rangos de velocidades por la disminución y cambio de orientación de la desembocadura en esta zona. La influencia del río sobre el comportamiento de la desembocadura contribuye, pero la marea es la que sigue gobernando en el área de estudio.

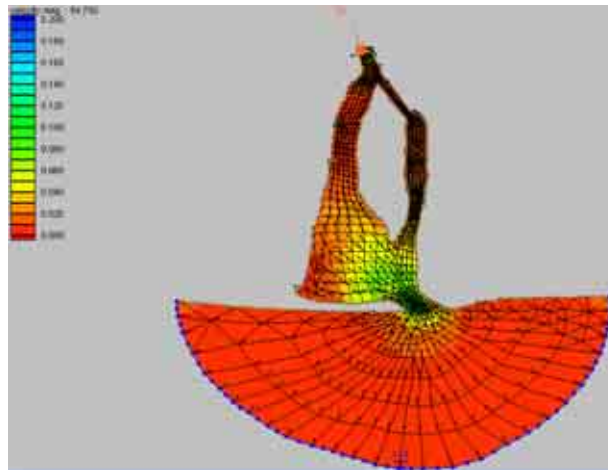


Figura H36. Patrón hidrodinámico con un gasto del río de 30 m<sup>3</sup>/s

Con la comparación entre las Figuras H34 y H36 se puede observar que la influencia por la corriente generada del río con un gasto de 30 m<sup>3</sup>/s influye poco en el orden de magnitud de velocidades, pero significativamente en la distribución espacial de las corrientes sólo en el área comprendida entre la desembocadura y río arriba, una vez que el flujo pasa por la desembocadura hacia el mar el comportamiento se rige por la señal de marea.



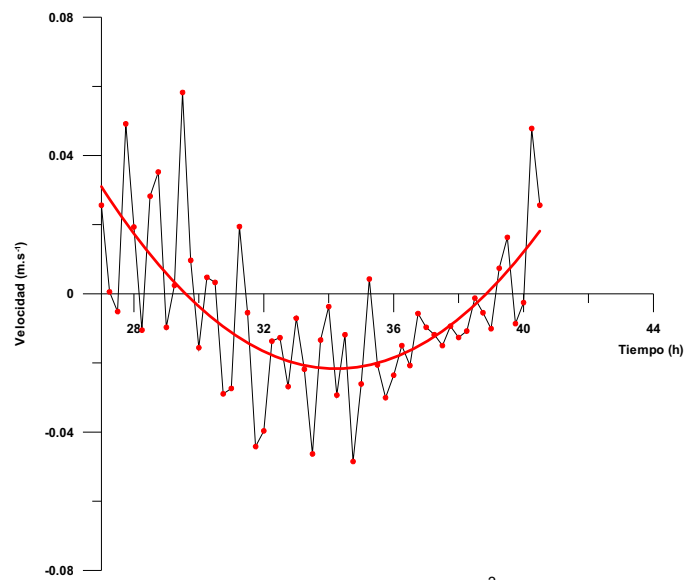


Figura H37. Patrón hidrodinámico con un gasto del río de  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ , para un ciclo completo de marea.

## Dinámica de sedimentos

### a) Sólidos transportados por las corrientes

La información de sólidos transportados se obtuvo de la referencia CFE, 1999. Es necesario tener en cuenta que en la información reportada, no se tiene suficiente detalle sobre el material medido. La información disponible indica que desde 1977, se mide el material que pasa la malla 200. Esto implica que no sea posible separar el material que puede ser sedimentable cuando se retiene mucho tiempo en el embalse del que no es sedimentable, aunque se tengan largos tiempos de retención. Generalmente en este último caso, se debe a la incidencia especial de factores químicos y biológicos.

En el trabajo de Gracia et al (1991) se discute la conveniencia de usar para el material fácilmente sedimentable una velocidad máxima de caída de  $W_o = 0,0003$  m/s. En tanto que para el material no sedimentable  $W_o = 1 \times 10^{-12}$  m/s. Se propone aquí emplear los mismos criterios dada la incertidumbre de los datos de concentraciones medidas (figura H38).

Los valores medios de gastos y concentraciones de sedimentos se presentan en la tabla H22.

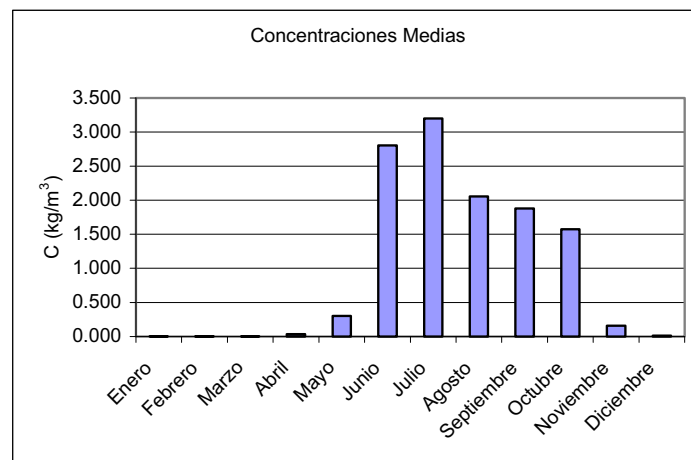


Figura H38. Concentraciones de sedimentos medias mensuales

Tabla H22. Datos de Gastos y Concentraciones mensuales

Mes	Gasto (m <sup>3</sup> /s)	Concentración de sólidos transportados (kg/m <sup>3</sup> )
Enero	48	0,003
Febrero	35	0,005
Marzo	25	0,003
Abril	20	0,033
Mayo	20	0,301
Junio	80	2,802
Julio	175	3,200
Agosto	265	2,054
Septiembre	453	1,880
Octubre	280	1,575
Noviembre	110	0,158
Diciembre	65	0,013

#### b) Sedimentación del embalse

Al ingresar agua con sedimento a un embalse, el material sólido tendrá dos destinos principales, uno permanecer en suspensión dentro del vaso (turbidez), y el otro depositarse en el fondo. El primero produce principalmente problemas de calidad del agua, que repercute en la flora y fauna del agua almacenada, así como en la calidad del efluente, y el segundo en la disminución de la capacidad del vaso.

Los antecedentes más importantes al problema de turbidez se presentan en referencias como Naomura y Aki (1976), Kikkawa (1978), Iwasa y Matsuo (1981). Con base en estos estudios se propone un modelo numérico para determinar el comportamiento del material en suspensión dentro de un embalse. La primera versión del modelo empleado se presentó en la referencia Gracia et al (1991 y 1992) para los embalses de los P. H. Aguamilpa y Zimapán respectivamente.

Es importante señalar que la turbidez no está asociada solamente con factores físicos sino también con otros de carácter químico y biológico que cambian el comportamiento de las partículas suspendidas. En términos prácticos, puede decirse que la turbidez es la propiedad del agua para refractar la luz y es un indicador de la concentración de la materia suspendida en el agua. La materia total suspendida (MTS) consiste en una mezcla de materia inorgánica y orgánica. Mientras la materia inorgánica puede considerarse que no cambia en su paso por el embalse, la orgánica puede alterarse significativamente de acuerdo con su evolución químico - biológica dentro del embalse. Esto implica que con tiempos largos de retención, puede haber cambios del material suspendido, y por ende de la turbidez, debido al desarrollo de microorganismos a expensas, principalmente, de la materia orgánica. En el estudio que aquí se presenta se establece la hipótesis de que la turbidez es originada solamente por la presencia de material suspendido que no tiene evolución química ni biológica.

Conviene aclarar que en la literatura sobre el tema se manejan dos unidades diferentes para referirse a la turbidez. La primera se refiere a la concentración de MTS por unidad de volumen de agua (gr/lit) y que será la que se emplee en este trabajo. La segunda se refiere a unidades nefelométricas de la turbiedad (NTU). Aunque las unidades gr/lit y NTU parecieran estar bien correlacionadas, en la práctica, esto no ocurre siempre así. En términos generales se puede decir que cuando existe una buena correlación entre estas unidades, ocurre teóricamente con  $1 \text{ NTU} = 0,001 \text{ gr/lit} = 1 \text{ mg/lit}$ . Sin embargo es necesario tener mucho cuidado porque existen referencias (p.e. 35), que muestran casos donde tal relación prácticamente no existe.

Lo anterior se puede entender si se considera que, por ejemplo, en un mismo sitio del embalse, en dos fechas diferentes, si la concentración de MTS es la misma, la turbidez expresada en NTU's puede ser diferente, porque como ésta depende de la refractancia de la luz las partículas suspendidas, si éstas no son del mismo tipo en ambas fechas, entonces el resultado será diferente. Esto puede ocurrir porque las partículas orgánicas han evolucionado de manera diferente, debido a los cambios de luminosidad, temperatura, nutrientes, etc., entonces la cantidad de materia orgánica será diferente en las dos fechas.

En otros capítulos de la manifestación de impacto ambiental (MIA), se analizará el comportamiento de la turbidez atendiendo a dichos factores químicos y biológicos. Esto se desarrollará en los rubros correspondientes a la evolución del fitoplancton, clorofila, oxígeno disuelto, metales, mineralización, zoobentos, macro y microfitos, perifitos, bacterias en general, etc.

En algunos trabajos (ICOLD, 1993) se considera que el impacto del sedimento en la calidad del agua del embalse es todavía motivo de grandes especulaciones. De hecho se considera que el depósito de sedimento puede tener impactos positivos y negativos en el proceso de eutroficación. Cuando existe un apropiado flujo de nutrientes, carbono, y luz, pueden existir desarrollos de algas que alteren significativamente la calidad del agua. El fósforo y el nitrógeno son los principales nutrientes que condicionan el crecimiento de las plantas en un embalse, sin embargo se ha encontrado que el fósforo es el principal limitante. Este nutriente es transportado a los embalses en solución y generalmente penetra adherido a las partículas de sedimento, por lo tanto su comportamiento dependerá del destino del sedimento.

Se ha observado que la turbidez y la producción de algas en embalses son inversamente proporcionales. Sin duda, el bloqueo de la luz por las partículas sólidas suspendidas influye en el proceso fotosintético. El impacto del incremento de la turbidez puede actuar en los cambios biológicos por el cambio de la temperatura. Se ha observado que la turbidez de las capas superiores del agua, inhiben significativamente el ascenso de temperatura en las capas interiores del embalse.

El sedimento también puede un factor muy importante en el transporte de pesticidas, sin embargo este aspecto no ha sido suficientemente explorado.

Una etapa crítica, respecto a la calidad del agua, es el proceso de llenado del embalse ya que ocurre la descomposición de la vegetación existente sobre la superficie del terreno, que se transforma en una abundancia de nutrientes. Nótese que aunque sea indirectamente, también en este aspecto tiene influencia el sedimento entrante al embalse, ya que los depósitos de

sedimento pueden servir como hábitat de algunos animales o plantas que son críticos en la cadena alimenticia.

**c) Estimación del aporte anual de sedimentos**

La degradación del suelo son todos aquellos procesos que producen disminución parcial o total de su capacidad productiva o salud; afectando sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

Según la naturaleza de los procesos se consideran tres tipos de degradación de los suelos:

- 1) Degradación física: Que incluye la erosión hídrica y eólica, y el deterioro de la estructura, con fenómenos como el sellado, encostrado y la formación de pisos de arado.
- 2) Degradación química: Se incluye la pérdida de nutrientes o de fertilidad, acidificación y alcalinización, salinización y contaminación por uso indiscriminado de herbicidas, plaguicidas y fertilizantes.
- 3) Degradación biológica: Aquí se considera la pérdida de materia orgánica y la alteración de la flora y fauna del suelo (microflora, lombrices, etc.)

La erosión hídrica es uno de los procesos de degradación más importantes que afectan la capacidad de las tierras en pendiente para la producción de alimentos para el consumo humano o animal, además, la presencia de las plantas y las primeras capas del suelo son imprescindibles para que el agua de las precipitaciones se infiltre, por lo que el aumento en la erosión significa siempre una disminución en la recarga de los acuíferos.

La erosión provoca que aumente la carga sólida que arrastran los ríos disminuyendo sustancialmente la capacidad útil de algunos aprovechamientos hidráulicos. Otro problema añadido del aumento de la carga sólida de los ríos, es que se enturbien las aguas costeras de las zonas donde desembocan. Esta agua deja de ser útil para la pesca, ya que los peces emigran al cambiar las condiciones de su ecosistema y también pierden el atractivo turístico que puedan tener.

La erosión se produce por dos mecanismos. El primero es por el impacto directo de la gota de lluvia sobre la superficie del suelo, que produce la destrucción de los agregados o terrones del suelo cuando éste está desnudo; mientras que el segundo es cuando el agua escurre sobre la superficie del suelo debido a la pendiente y arrastra partículas del mismo, materia orgánica y nutrientes como el nitrógeno y el fósforo, entre otros.

De acuerdo con la intensidad de lluvia, tipo de suelo y grado de protección de la superficie se producirá erosión hídrica de distinta gravedad. Así se encontrará erosión laminar donde el suelo se pierde en capas muy delgadas. Luego puede aparecer la erosión digital, en forma de los dedos de una mano, donde el agua que escurre desde las lomas más altas a los bajos es capaz de cortar el suelo y formar pequeños surcos de menos de 5 a 10 cm de profundidad. Por último, la forma más grave de erosión lo constituye la formación de surcos y canales profundos, llamados cárcavas. Estas cárcavas pueden tener varios metros de ancho y de profundidad, constituyendo pequeños arroyos.

La situación crítica desde el punto de vista de la erosión lo constituyen los suelos pobres en materia orgánica y con mala estructura, cuando son sometidos a lluvias intensas y cuando

están desnudos o con muy escasa protección vegetal. La pendiente del terreno es un factor muy importante en la erosión y con valores mayores al 1% se tienen pérdidas considerables de suelo.

Dada la importancia de la pérdida de suelo, es necesario medir o estimar la erosión potencial para aplicar estrategias que mitiguen sus efectos indeseables.

Para la estimación de la erosión se han desarrollado modelos cualitativos y cuantitativos; entre los primeros destaca la cartografía de unidades homogéneas en función de parámetros como la erosividad de la lluvia, suelo y vegetación. Los modelos cuantitativos permiten la estimación numérica de la erosión y pueden evaluarse en forma directa o indirecta. La evaluación directa se desarrolla en el terreno, por la medición de sedimentos en el agua y los simuladores de lluvia, cuyos datos son extrapolados a zonas homogéneas. Los métodos de evaluación indirecta están asociados a modelos que son representaciones simplificadas de la realidad; entre estos se pueden distinguir modelos estadísticos, físicos o empíricos (Almorox *et al*, 1994).

Dentro de los modelos empíricos destaca la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo, el cual es ampliamente usado para evaluar las pérdidas de suelo por erosión laminar y surcos. Su bondad depende del rigor con que sus componentes multiplicativas reproduzcan las condiciones del medio físico.

### Aplicación de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelos (USLE) es un criterio empírico (Wischmeier y Schmidt, 1978) que cuantifica el material sólido que se pone en movimiento como producto de la erosión hídrica y se expresa como

$$A = \frac{R K S L C P}{100} \quad (1)$$

Donde:  $A$  (ton/ha) es la pérdida anual de suelo,  $R$  (N/h) factor que mide el potencial erosivo de la lluvia,  $K$  (ton-h/N-ha) factor que toma en cuenta el tipo de suelo,  $SL$  factor de longitud y pendiente del terreno (adimensional),  $C$  factor de cobertura vegetal (adimensional) y  $P$  factor de prácticas de cultivo y conservación de suelos (adimensional).

En la literatura se pueden encontrar diferencias en la estimación de la erosión de suelos  $A$  y el aporte de sedimentos  $AS$ . El primero corresponde a la cuantificación del material sólido que se pone en movimiento debido a la erosión hídrica en un cierto periodo de tiempo. En tanto que el segundo corresponde al material sólido real que aporta la cuenca en su salida considerando el re-depósito, así:

$$AS = DR A \quad (2)$$

Donde:  $AS$  (ton/ha) es el aporte de sedimentos,  $A$  (ton/ha) obtenida con la ecuación (1) y  $DR$  es la relación de entrega de sedimentos, el cual se obtiene a partir de la expresión propuesta por el Servicio de Conservación de los Recursos Naturales del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA-NRCS, 1983):

$$DR = 0.417662Area^{-0.134958} - 0.127097 \quad (3)$$

Donde: Área (millas cuadradas) es el área de la cuenca analizada.

Para el cálculo del factor  $R$  se sigue el proceso sugerido por Escalante y Reyes (2002). Primero se procesaron los registros pluviográficos disponibles de las estaciones climatológicas Acapulco, Agua Salada y Chilpancingo. Como ejemplo, en la figura 1 se presenta la relación que existe entre las lluvias de 24 h y el valor del factor  $R$  en la estación Agua Salada.

En la tabla H23 se muestra la relación funcional promedio que se considera como representativa entre las lluvias de 24 h y el valor del factor  $R$  de la zona del proyecto hidroeléctrico La Parota.

De acuerdo con el estudio hidrológico, se dispone del registro de lluvias diarias en 26 estaciones climatológicas dentro de la región de influencia del proyecto hidroeléctrico. Para identificar las zonas con mayor potencial erosivo, se considerará como zonas de estudio, el área de influencia de cada estación climatológica, la cual será definida por la técnica de los polígonos de Thiessen. En la figura H41 se muestran los polígonos obtenidos para cada estación climatológica.

Considerando la relación funcional promedio de la región, se puede obtener el valor del factor  $R$  para cada año registrado de cada una de las 26 estaciones. Es importante mencionar que sólo se consideran como lluvias erosivas aquellas mayores a 10 mm acumuladas en 24 horas. A manera de ejemplo, en la figura H42 se presentan las relaciones funcionales  $R$ - $H_p$  anual de algunas de las 26 estaciones analizadas.

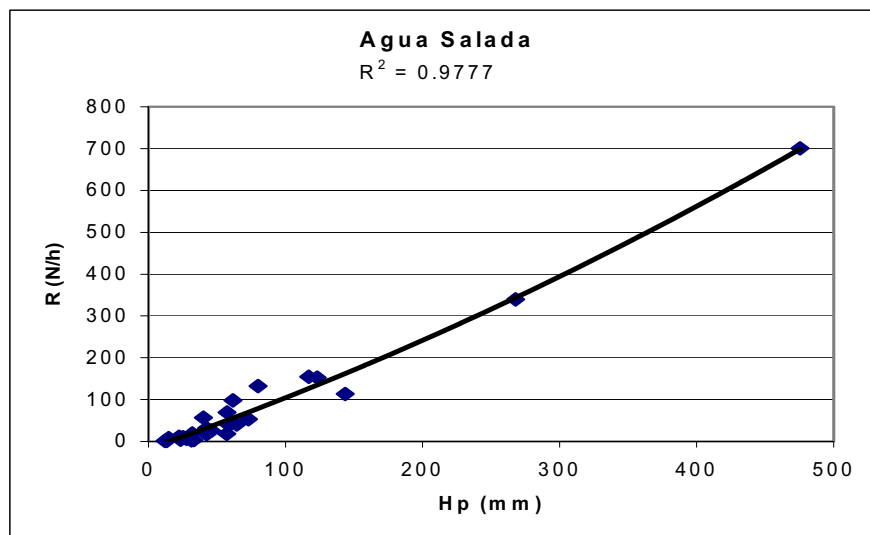




Figura H40. Relación entre las lluvias de 24 h (mm) y el factor R (N/h) de en la estación Agua Salada.

Tabla H23. Relación promedio entre las lluvias de 24h (mm) y el factor R (N/h) para la región del proyecto hidroeléctrico La Parota.

<b><i>HP</i> máx 24 h</b>	<b>Acapulco, Gro.</b>	<b>Agua Salada, Gro.</b>	<b>Chilpancingo, Gro.</b>	<b>Promedio</b>
<b>(mm)</b>	<b>R (N/h)</b>	<b>R (N/h)</b>	<b>R (N/h)</b>	<b>R (N/h)</b>
10	20,26	1,45	0,00	7,2
20	19,47	5,51	2,98	9,2
30	20,20	17,33	30,05	21,6
40	22,47	29,30	57,13	34,5
50	26,25	41,42	84,20	48,0
60	31,57	53,70	111,28	62,1
70	38,41	66,13	138,35	76,7
80	46,79	78,71	165,42	91,9
90	56,68	91,44	192,50	107,6
100	68,11	104,33	219,57	123,9
110	81,06	117,37	246,65	140,7
120	95,55	130,57	273,72	158,1
130	111,55	143,91	300,79	176,1
140	129,09	157,41	327,87	194,7
150	148,15	171,07	354,94	213,7
160	168,75	184,87	382,02	233,4
170	190,86	198,83	409,09	253,6
180	214,51	212,95	436,16	274,4
190	239,69	227,21	463,24	295,7
200	266,39	241,63	490,31	317,6
210	294,62	256,20	517,39	340,1
220	324,37	270,93	544,46	363,1
230	355,66	285,80	571,53	386,7
240	388,47	300,83	598,61	410,8
250	422,81	316,02	625,68	435,5
260	458,67	331,35	652,76	460,7
270	496,07	346,84	679,83	486,6
280	534,99	362,49	706,90	512,9
290	575,44	378,28	733,98	539,9
300	617,42	394,23	761,05	567,4
310	660,92	410,33	788,13	595,4
320	705,95	426,59	815,20	624,0
330	752,51	442,99	842,27	653,2
340	800,60	459,56	869,35	683,0
350	850,21	476,27	896,42	713,3
360	901,36	493,14	923,50	744,1
370	954,03	510,16	950,57	775,5
380	1 008,22	527,33	977,64	807,5
390	1 063,95	544,65	1 004,72	840,0
400	1 121,20	562,13	1 031,79	873,1
410	1 179,98	579,76	1 058,87	906,8
420	1 240,29	597,55	1 085,94	941,0
430	1 302,12	615,49	1 113,01	975,8
440	1 365,48	633,58	1 140,09	1 011,1
450	1 430,37	651,82	1 167,16	1 047,0
460	1 496,79	670,22	1 194,24	1 083,5
470	1 564,73	688,77	1 221,31	1 120,5
480	1 634,21	707,47	1 248,38	1 158,1
490	1 705,21	726,33	1 275,46	1 196,2
500	1 777,73	745,34	1 302,53	1 234,9

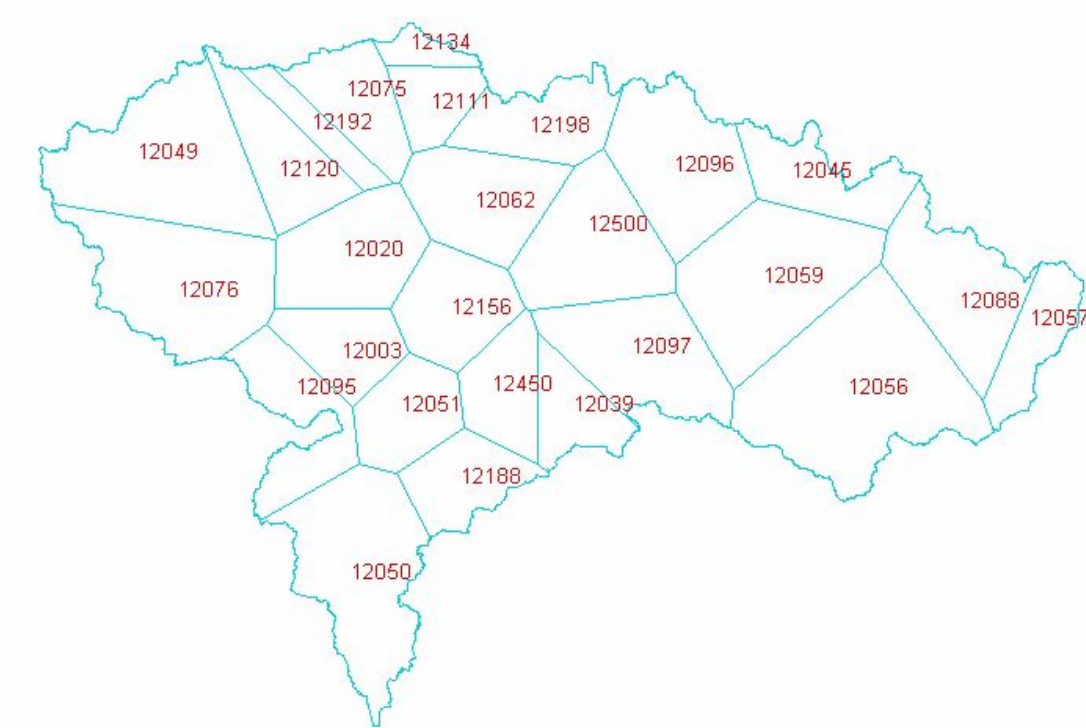


Figura H41. Polígonos de Thiessen definidos para cada estación climatológica dentro de la cuenca del proyecto hidroeléctrico La Parota, hasta su desembocadura al mar.

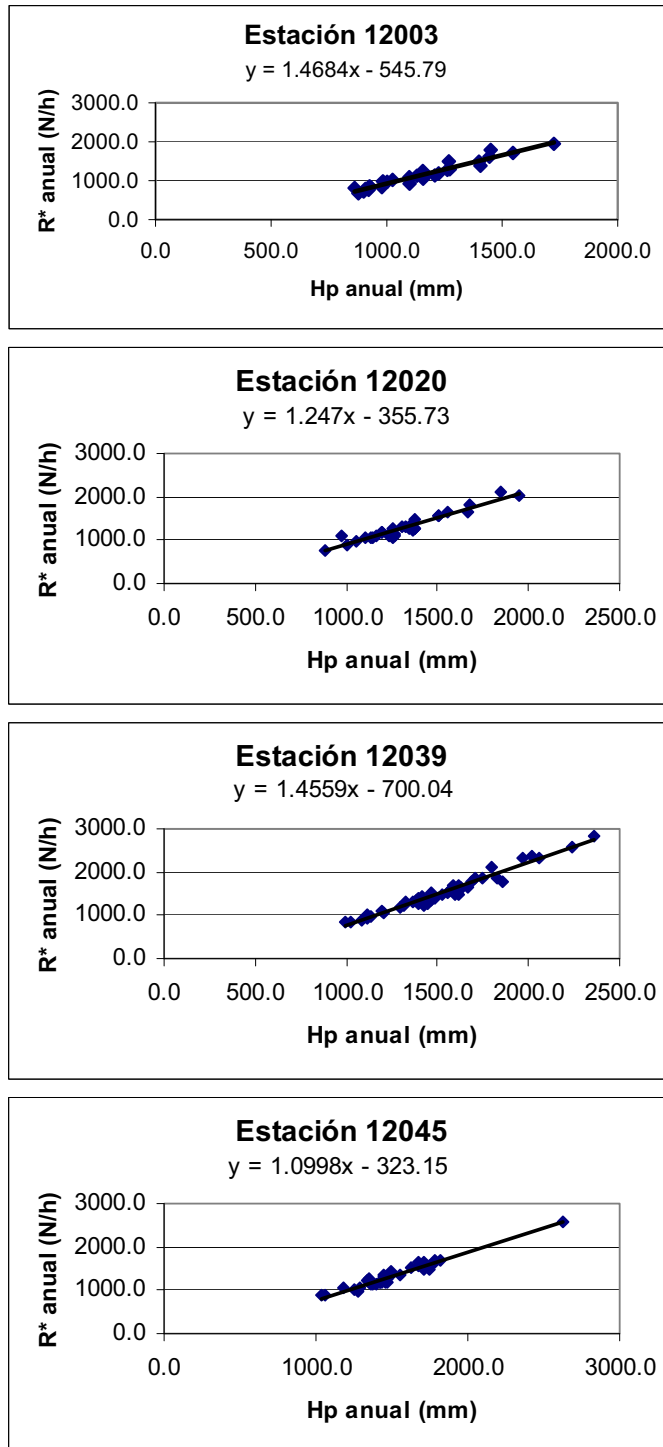
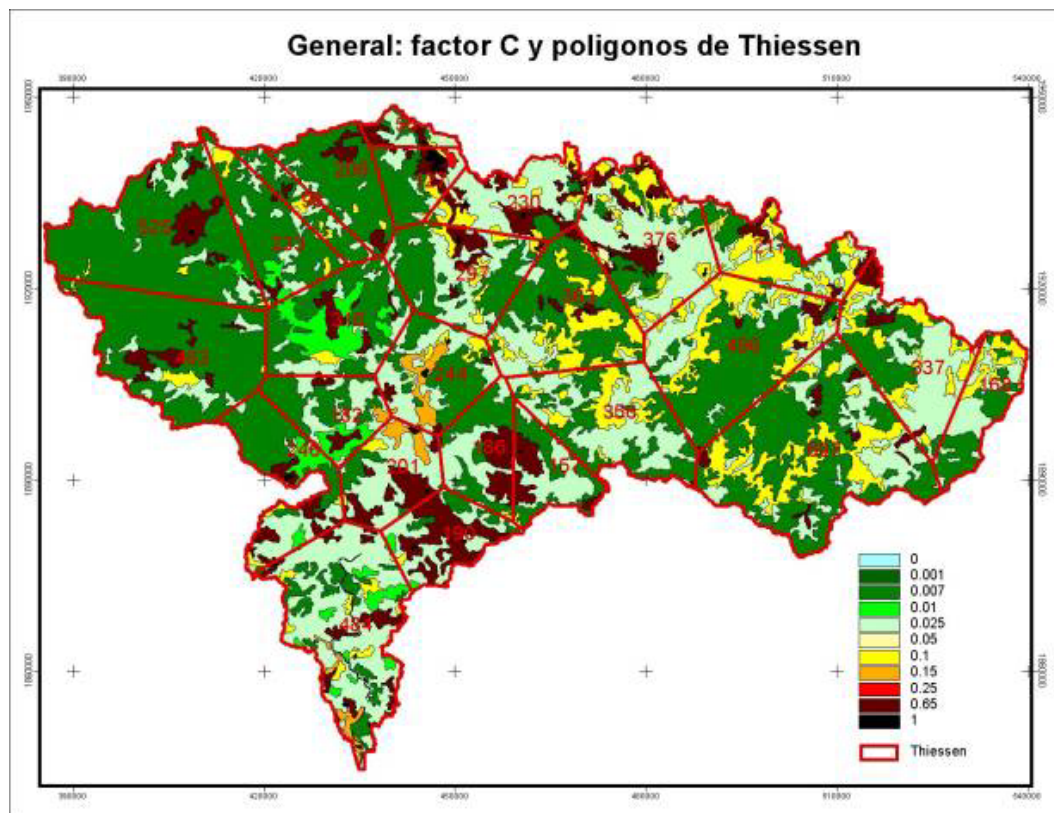


Figura H42. Relaciones funcionales  $R(N/h)$ - $H_{p\text{anual}}(\text{mm})$  de algunas estaciones climatológicas.

A partir de las relaciones funcionales  $R(N/h) - H_p$  anual(mm) es posible obtener el valor del factor  $R$  para cada año y estación. Además, debido a que se cuenta con el registro del material de lavado en la estación hidrométrica La Parota, y con el fin de comparar lo estimado con lo medido, se determinó emplear el periodo común de registro 1976-1996 de la lluvia acumulada anual.

En la el Anexo AH10 se presentan los valores estimados del factor  $R(N/h)$  para las 26 estaciones disponibles, considerando tres casos: 1) Periodo común de registro, 2) lluvia anual más probables, y 3) lluvia media anual.

Los factores  $K$  (ton-h/N-ha) y  $C$  se obtienen para cada polígono en forma ponderada a través de las figuras H38 a H44. Por ejemplo, para la estación climatológica 12003 el factor  $C$  ponderado es igual a 0,68 ( $12,39 \text{ Km}^2/182,17 \text{ Km}^2$ , de la tabla H24). Los valores base del factor  $C$  se obtienen de la tabla 17.2.2.1.3. del Manual de Ingeniería de Ríos de la Comisión Nacional del Agua (CNA, 1996), en tanto que el factor  $SL$  se estima a partir de la información de la tabla 17.2.2.1.2. del mismo manual. El factor  $DR$  se calcula con la expresión (3). En la tabla H25 se presentan cada uno de los factores anteriores, así mismo, se da el valor promedio del aporte de sedimentos  $AS$  (ton/ha/año) por cada región de influencia de las estaciones climatológicas durante el periodo común 1976-1996. El factor  $P$  se considera igual a uno, ya que no existen prácticas de conservación en la zona.



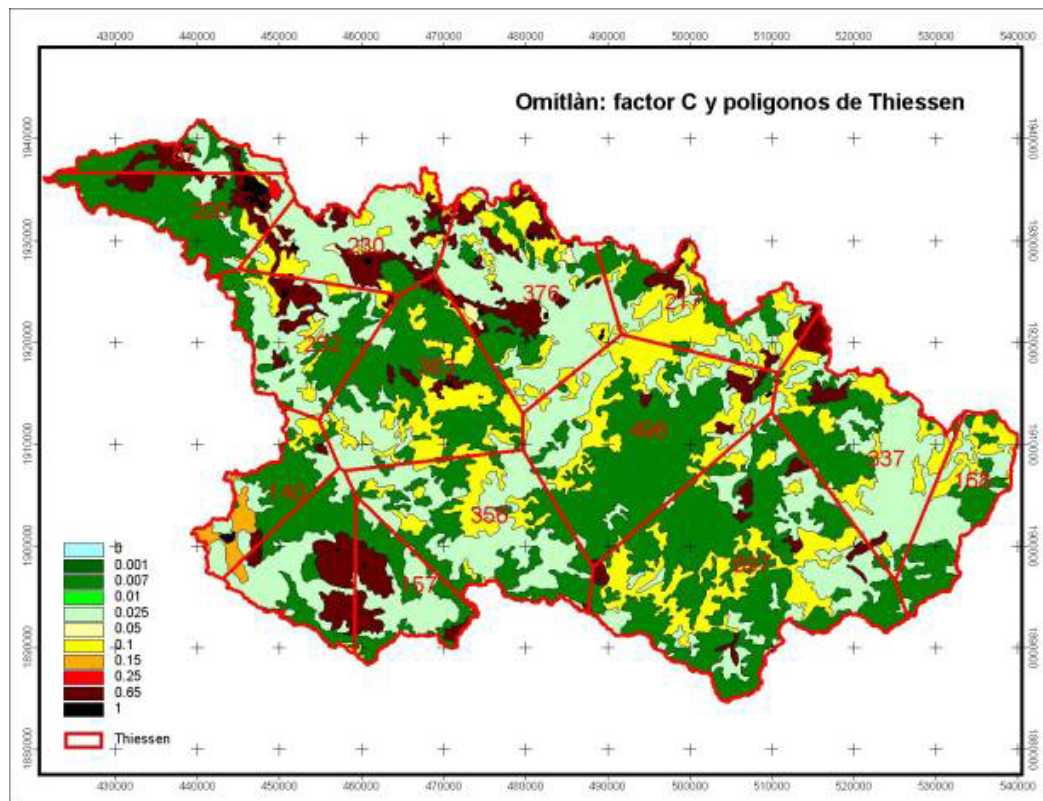


Figura H44. Distribución del factor C para el año 2000 para cada una de los polígonos de Thiessen dentro de la cuenca del río Omitlán.

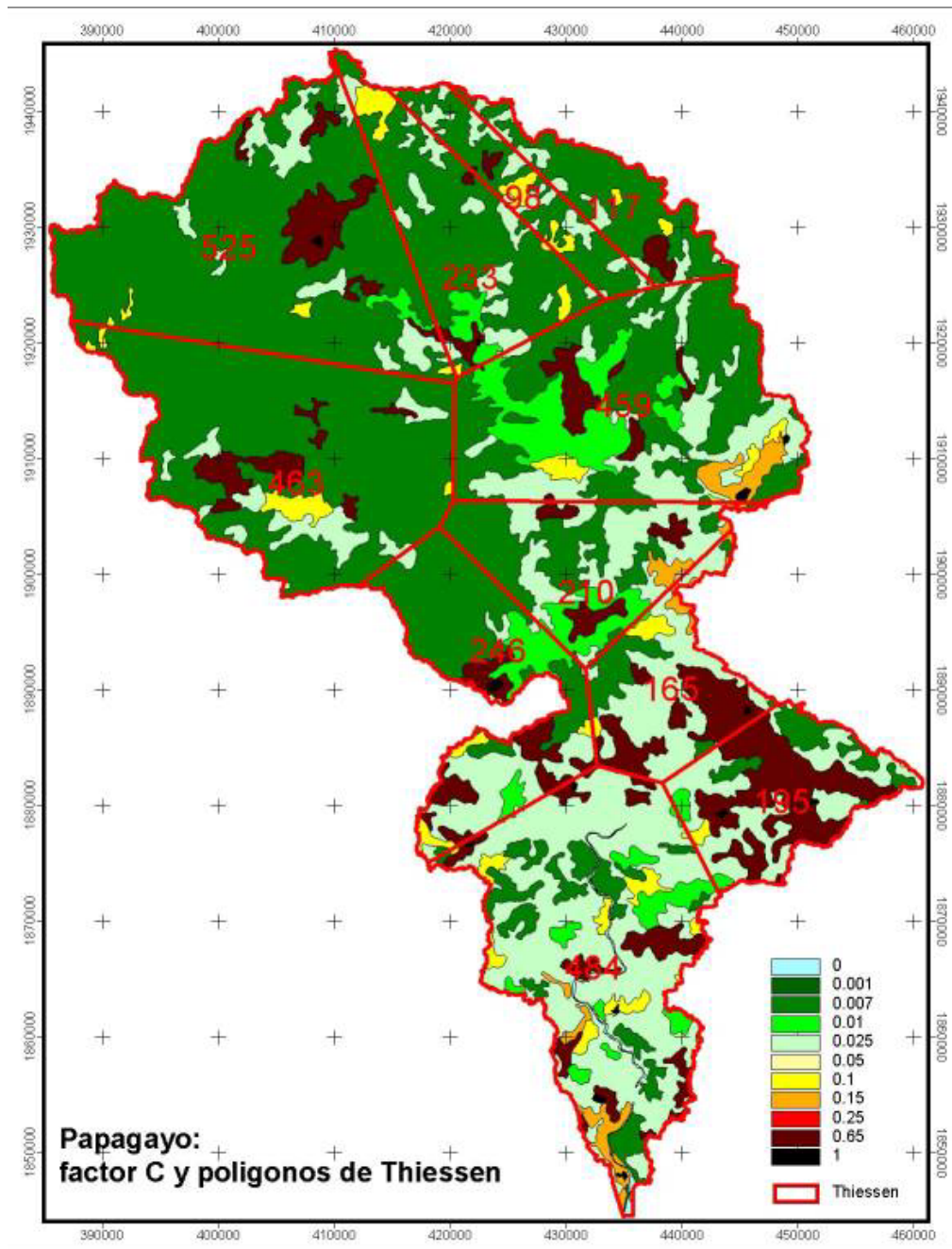


Figura H45. Distribución del factor C para el año 2000 para cada una de los polígonos de Thiessen dentro de la cuenca del río Papagayo.



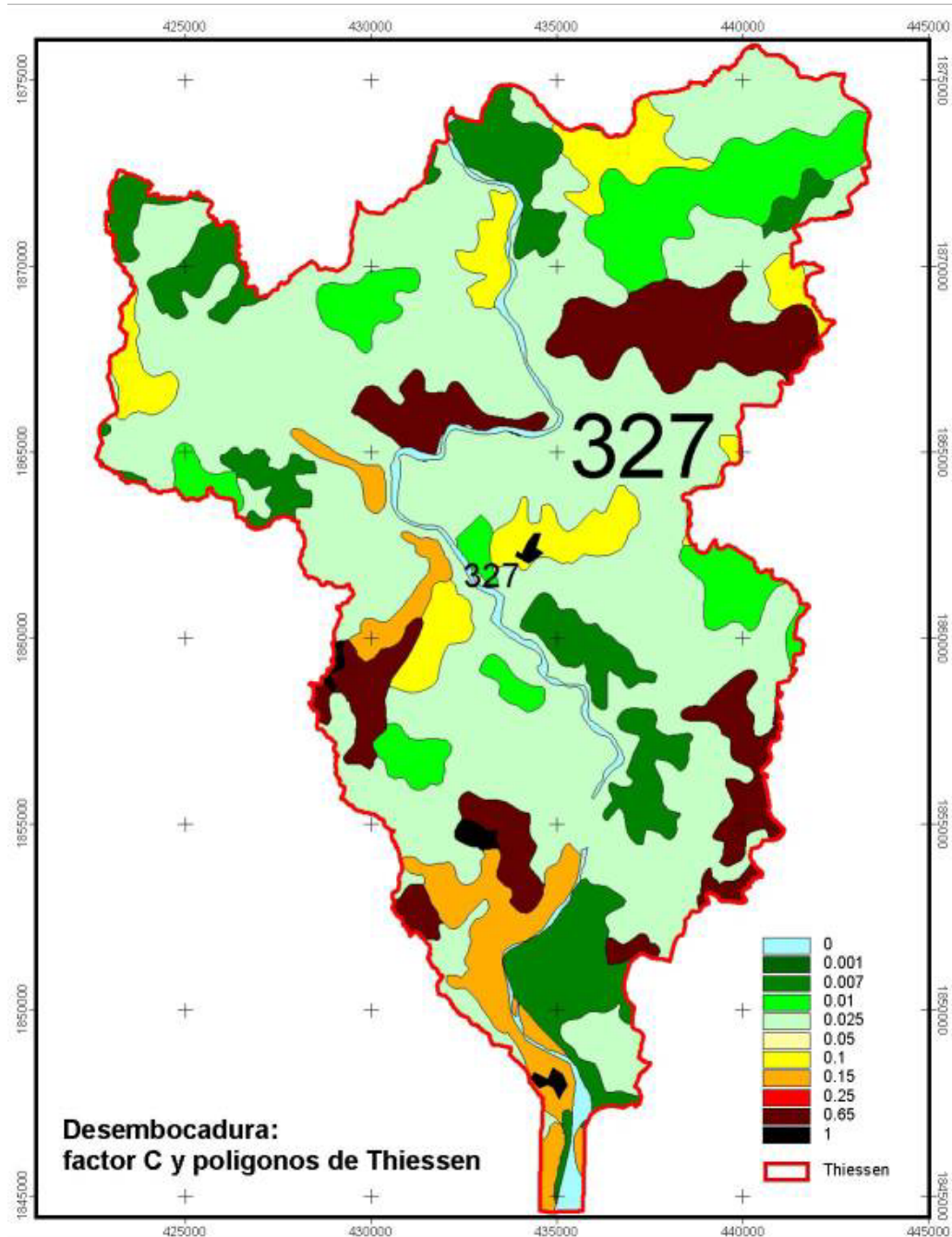


Figura H46. Distribución del factor C para el año 2000 del polígono de Thiessen definido desde el sitio del P.H. La Parota hasta la desembocadura del río Papagayo al mar.



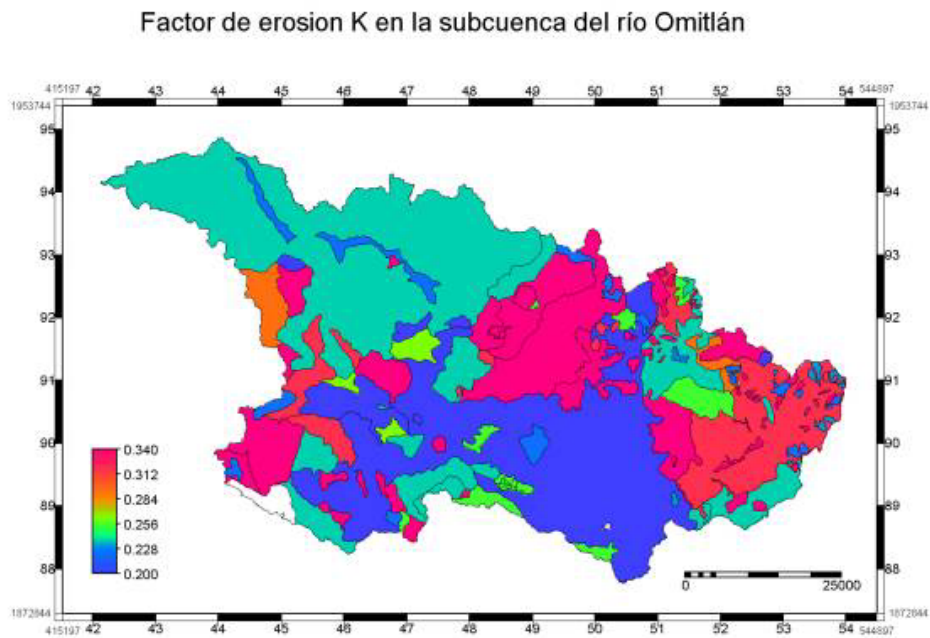


Figura H47. Distribución del factor K dentro de la cuenca del río Omitlán.

Factor de erosión K en la parte alta de la subcuenca del río Papagayo

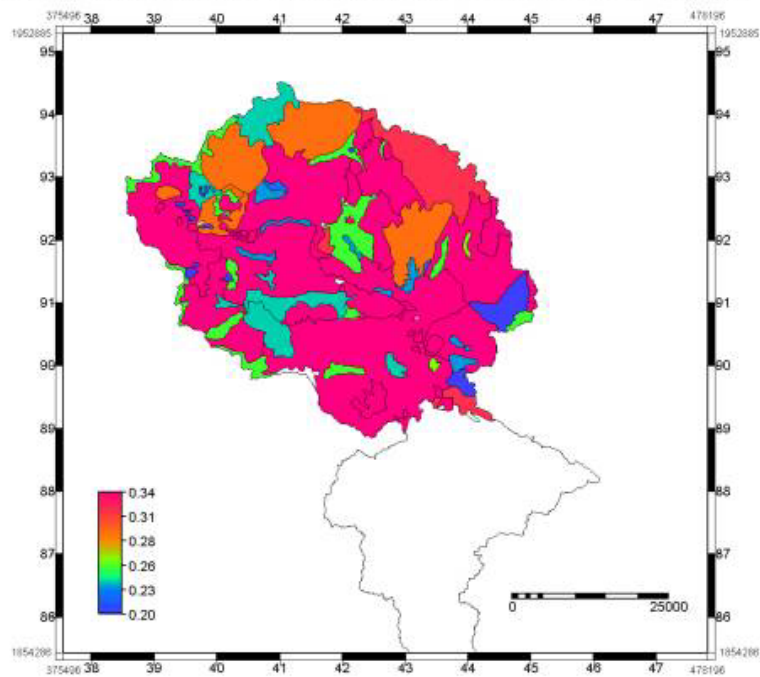


Figura H48. Distribución del factor K dentro de la cuenca del río Papagayo.

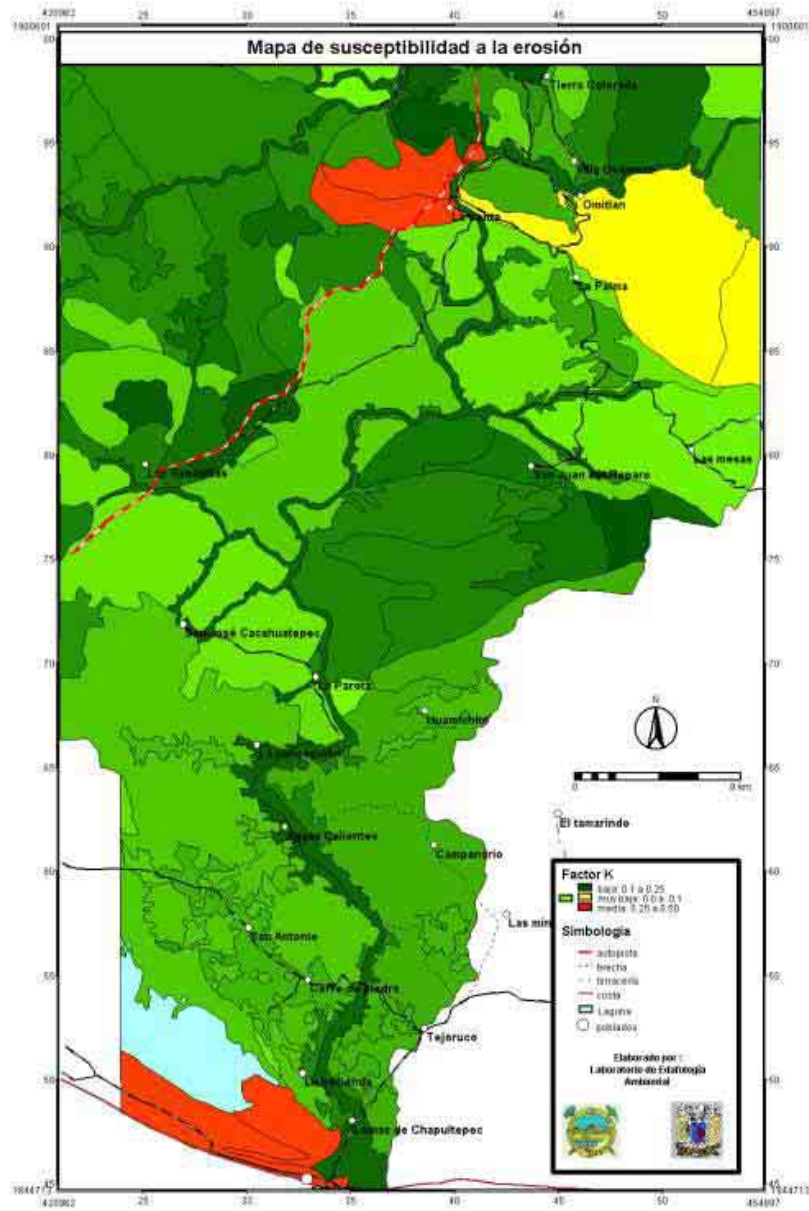


Figura H49. Distribución del factor K desde el sitio del P.H. La Parota hasta la desembocadura del río Papagayo al mar.

Tabla H24. Factor C ponderado para la estación climatológica 12003.

Factor		
C	Área (Km <sup>2</sup> )	(C) (Área)
0,007	7,813	0,055
0,007	68,794	0,482
0,007	2,125	0,015
0,010	23,243	0,232
0,025	12,035	0,301
0,025	14,734	0,368
0,025	1,661	0,042
0,025	27,903	0,698
0,025	4,542	0,114
0,100	0,029	0,003
0,150	4,908	0,736
0,650	4,084	2,655
0,650	1,378	0,896
0,650	8,923	5,800
<b>SUMA</b>	<b>182,172</b>	<b>12,395</b>

Tabla H25. Factores que conforman el aporte de sedimentos y su estimación promedio para cada estación climatológica disponible del P.H. La Parota.

Estación climatológica	Polígono de <i>Factor</i>		Factor	<i>Factor</i>		Factor	Aporte promedio sedimento	
	Thiessen	Ponderado		SL	Ponderado		DR	Periodo (1976-1996)
	Área (km <sup>2</sup> )	K (Ton-h/N-ha)			C		AS(ton/ha/año)	
12003	182	0,38	4		0,068	0,1082	0,32	
12020	316	0,36	1		0,065	0,0913	0,12	
12039	157	0,29	4		0,162	0,1129	0,65	
12045	217	0,38	4		0,105	0,1027	0,69	
12049	525	0,36	1		0,063	0,0768	0,20	
12050	100	0,26	1		0,091	0,1280	0,05	
12051	201	0,34	1		0,204	0,1050	0,27	
12056	697	0,28	7		0,051	0,0692	1,25	
12057	168	0,37	7		0,031	0,1107	0,42	
12059	496	0,38	4		0,052	0,0784	0,52	
12062	297	0,33	1		0,080	0,0931	0,11	
12075	206	0,34	1		0,075	0,1043	0,09	
12076	463	0,38	4		0,054	0,0803	0,80	
12088	337	0,36	4		0,204	0,0894	1,77	
12095	246	0,38	4		0,118	0,0988	0,79	
12096	376	0,29	1		0,139	0,0862	0,18	
12097	356	0,28	7		0,031	0,0878	0,54	
12111	127	0,29	1		0,164	0,1199	0,07	
12120	233	0,36	1		0,034	0,1005	0,05	
12134	56	0,29	1		0,203	0,1487	0,05	
12156	244	0,38	1		0,065	0,0990	0,15	
12188	190	0,26	1		0,311	0,1068	0,27	
12192	98	0,34	1		0,037	0,1287	0,02	
12198	230	0,29	2		0,181	0,1009	0,21	
12450	186	0,32	1		0,167	0,1075	0,19	
12500	363	0,29	3		0,062	0,0872	0,30	
<b>TOTAL</b>	<b>7067</b>							

Para Wischmeier y Smith (1978) una pérdida tolerable de suelo es la tasa máxima de erosión que aún permite la sustentabilidad económica a largo plazo del nivel de productividad del suelo. Los rangos de tolerancia para pérdida de suelo varían desde 11 ton/ha/año para suelos profundos, permeables y bien drenados con alto nivel productivo a 2 ton/ha/año para suelos delgados (Guevara, 1997).

Para predecir la cantidad del suelo perdido es necesario comparar las estimaciones del modelo con los valores medidos. Esto se puede llevar a cabo, dividiendo el valor de la predicción por el valor medido, cuya relación ideal sería uno. En términos generales, se considera una buena aproximación cuando la relación está entre 0,75 y 1,5, y en casos exigentes, entre los valores de 0,5 y 2,0 (Honorato *et al*, 2001). En la tabla H26 se muestra esta relación para cada uno de los años del periodo común analizado. Como se observa, en promedio esta relación es de 1,19, por lo que los factores utilizados para la aplicación del modelo se pueden considerar confiables para realizar futuras inferencias sobre el aporte de sedimentos hasta el sitio de proyecto.

Tabla H26. Relación entre el aporte de sedimentos estimado y medido hasta la estación hidrométrica La Parota.

Año	Aporte de sedimento (ton/ha/año)		relación (E/M)
	Estimado (E)	Medido (M)	
1977	8,10	4,27	1,90
1978	10,31	7,81	1,32
1979	8,37	6,05	1,38
1980	10,43	5,38	1,94
1981	12,94	14,56	0,89
1982	7,24	14,56	0,50
1983	9,93	3,76	2,64
1984	13,86	17,32	0,80
1985	9,93	13,25	0,75
1986	9,07	11,97	0,76
1987	9,35	8,48	1,10
1988	11,19	9,82	1,14
1989	11,60	14,41	0,81
1990	8,95	7,53	1,19
1991	9,19	8,40	1,09
1992	10,67	5,53	1,93
1993	11,03	15,32	0,72
1994	7,62	8,32	0,92
1995	11,47	12,46	0,92
1996	10,41	8,96	1,16
<b>PROMEDIO</b>	10,08	9,91	1,19

En la tabla H27 se presentan las áreas que aportan de más a menos sedimento en la región del proyecto. Se observa que dentro del área de influencia de las estaciones climatológicas 12088 y 12056 (887 km<sup>2</sup>, 12,6% del área total) se genera el 30% del sedimento de la cuenca. De esta tabla se pueden identificar las zonas que requieren medidas de conservación para reducir el aporte de sedimentos y prolongar la vida útil de la presa.

Tabla H27. Variación del aporte de sedimento promedio anual estimado para el periodo 1976-1996 hasta la estación hidrométrica La Parota.

Estación	Aporte sedimento	
	Promedio anual AS (ton/ha/año)	% total
12088	1,77	17,57%
12056	1,25	12,36%
12076	0,80	7,92%
12095	0,79	7,81%
12045	0,69	6,86%
12039	0,65	6,42%
12097	0,54	5,31%
12059	0,52	5,18%
12057	0,42	4,15%
12003	0,32	3,21%
12500	0,30	3,01%
12188	0,27	2,71%
12051	0,27	2,67%
12198	0,21	2,10%
12049	0,20	2,03%
12450	0,19	1,85%
12096	0,18	1,81%
12156	0,15	1,46%
12020	0,12	1,19%
12062	0,11	1,13%
12075	0,09	0,89%
12111	0,07	0,71%
12050	0,05	0,52%
12120	0,05	0,49%
12134	0,05	0,45%
12192	0,02	0,19%
<b>suma</b>	<b>10,08</b>	<b>100,00%</b>

Ahora se plantean dos escenarios, el primero considera la ocurrencia de la lluvia más probable, y el segundo la ocurrencia de la lluvia media anual. En el Anexo AH10, se presenta el aporte de sedimentos estimado para cada uno de los polígonos de Thiessen. Para el primer caso se esperan 11,33 ton/ha/año, mientras que para el segundo de 10,4 ton/ha/año. Para la vida útil del proyecto (50 años) se espera para el caso más desfavorable 357,5 millones de m<sup>3</sup> acumulados de material de lavado en la presa (tabla H28). Esta última cifra considera una densidad aparente del material de 1,12 ton/m<sup>3</sup>.

Tabla H28. Estimación del aporte de sedimento anual y esperado en 50 años considerando la ocurrencia de las lluvias más probables y las medias anuales en el P.H. La Parota.

<b>(ton/ha/año)</b>	<b>Aporte de sedimentos</b>		
	<b>ton/año</b>	<b>m<sup>3</sup>/año</b>	<b>m<sup>3</sup> en 50 años</b>
11,33	8 009 147,43	7 151 024,49	357 551 224,48
10,64	7 518 330,54	6 712 795,13	335 639 756,34

Mediante la aplicación de la Fórmula Universal de Pérdida de Suelos (USLE) y la tasa de entrega de sedimentos fue posible determinar con cierto grado de confiabilidad el aporte de sedimentos para las regiones delimitadas por el área de influencia de cada estación climatológica dentro de la región en estudio. La región de influencia se establece a través de la técnica de los polígonos de Thiessen.

Mediante esta delimitación es posible detectar las zonas que aportaran la mayor cantidad de sedimentos a la presa, con lo que es posible implantar medidas de conservación que permitan reducir el aporte.

Es significativo que cierta área que representa el 12.5% de la superficie total aporte el 30% del material.

De acuerdo con el escenario más desfavorable se tendrían, de mantenerse las condiciones actuales en la cuenca, un aporte de 11,3 ton/ha/año, equivalentes a 7,1 millones de m<sup>3</sup> al año, lo que representa para la vida útil del proyecto 357,5 millones de m<sup>3</sup> de material de lavado acumulados en el embalse.

#### IV.1.2.1 Delimitación del área de estudio

De acuerdo a los términos de referencia para este estudio el área general en donde se encuentra el proyecto está limitada por las coordenadas extremas UTM 422353,1844757 y 458910,1906014. En el área de estudio se encontraron dos biomas y varios tipos de vegetación en cada bioma (Cuadro VFT1). La presa se localiza cerca de la transición entre los biomas selvas tropicales y bosques templados. Sin embargo, la construcción de la presa sólo afectará directamente a tipos de vegetación del bioma selvas tropicales, e indirectamente a humedales. Por esto, el área de estudio se limitó a la zona del embalse y zonas aledañas dentro del bioma selvas tropicales (Figura VFT1).

El área de estudio abarca 70 095 ha (Figura VFT2). Se consideró como zona de afectación directa o impacto a la superficie que quedará inundada si se construye la presa. La zona de amortiguamiento es un área aledaña de alrededor de 55 000 ha, que incluye una franja aproximada de 5 km a cada lado del río, que es suficiente para cubrir los desplazamientos diarios las especies de mamíferos, aves pequeñas, reptiles y anfibios terrestres.

Una razón biológica fundamental para que esta evaluación de la vegetación y fauna se concentrara en el bioma selvas tropicales es que una proporción importante de las especies, especialmente las endémicas y un número considerable de especies de amplia distribución, son exclusivas de cada bioma, ya que sus requerimientos de hábitat les impiden distribuirse en otros tipos de vegetación. Es decir, las especies de selvas no utilizan los bosques templados y viceversa. No tiene sentido por lo tanto evaluar al bioma bosques templados y sus especies, ya que no se encuentran en el área de afectación directa de la presa. Este patrón de distribución está bien establecido por numerosos estudios (Janzen, 1983; Ceballos, 1995), y lo muestran especies endémicas de afinidades templadas como mamíferos (*Glaucomys volans*, *Reithrodontomys microdon*) y aves (*Cyanolyca sp*), y la mayoría de las especies tropicales endémicas. Una excepción importante a este patrón son algunas especies de amplia distribución, que incluyen principalmente a mamíferos (e.g. tlacuache - *Didelphis virginiana*; venado cola blanca - *Odocoileus virginianus*) y aves (zopilote - *Cathartes aura*), que tienen una alta movilidad. Dada su amplia distribución se consideraron a esas especies como de baja prioridad para la conservación.



Cuadro VFT1. Clasificación de las unidades ambientales bióticas para la determinación del área de estudio de la vegetación y fauna. La clasificación de los tipos de vegetación se basa en Miranda y Hernández X (1963),

---

**BIOMAS****TIPOS DE VEGETACIÓN****VEGETACIÓN TEMPLADA**

*Bosques de pino*  
*Bosques de encino*  
*Bosques mixtos*

**VEGETACIÓN TROPICAL**

*Selva baja caducifolia*  
*Selva mediana subcaducifolia*  
*Vegetación sabanoide*  
*Matorral xerófito*  
*Vegetación riparia (vegetación de galería)*  
*Humedales (Manglares y Lagunas)*

---

# Tipo de vegetación y uso de suelo

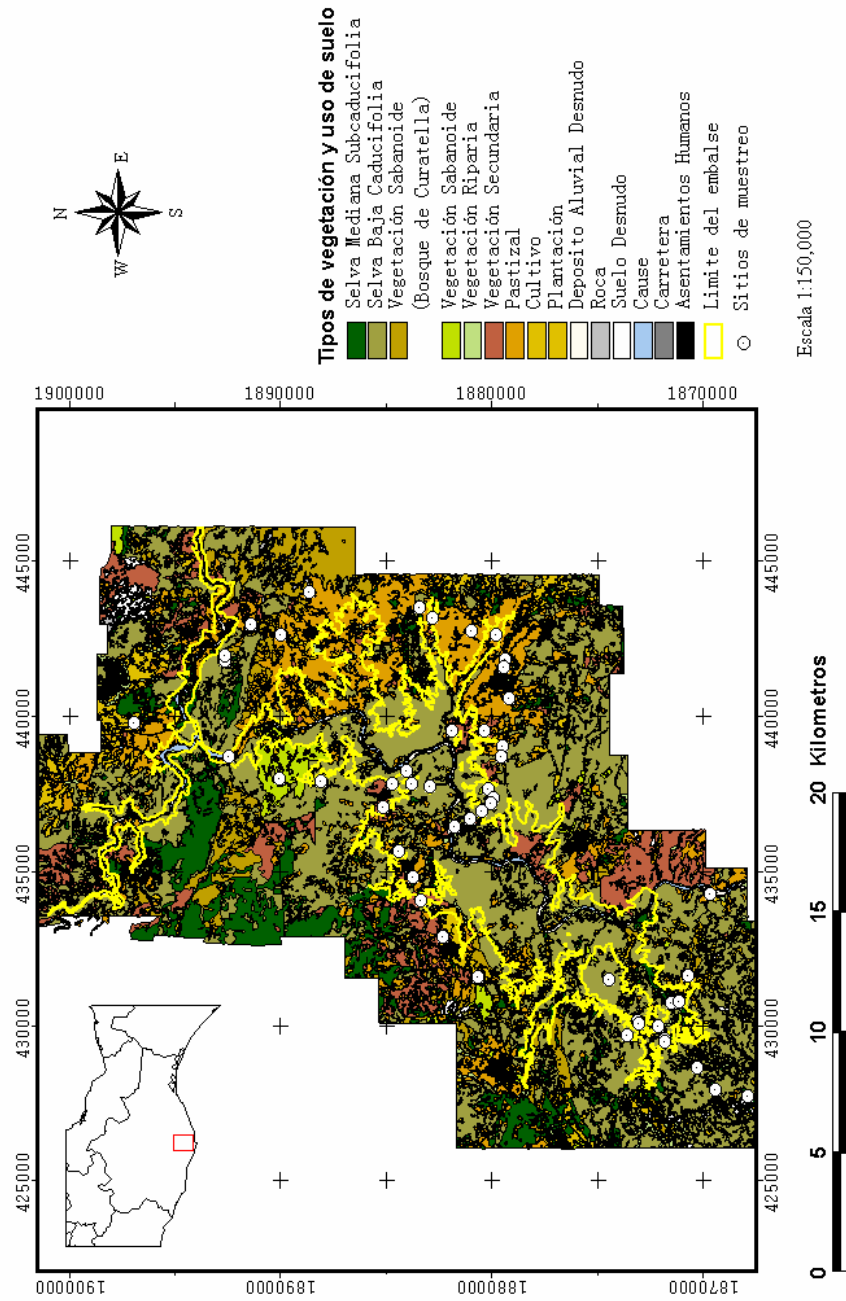


Figura VFT1. Usos de suelo y tipos de vegetación en el área de estudio.

F

# Tipo de vegetación y uso de suelo

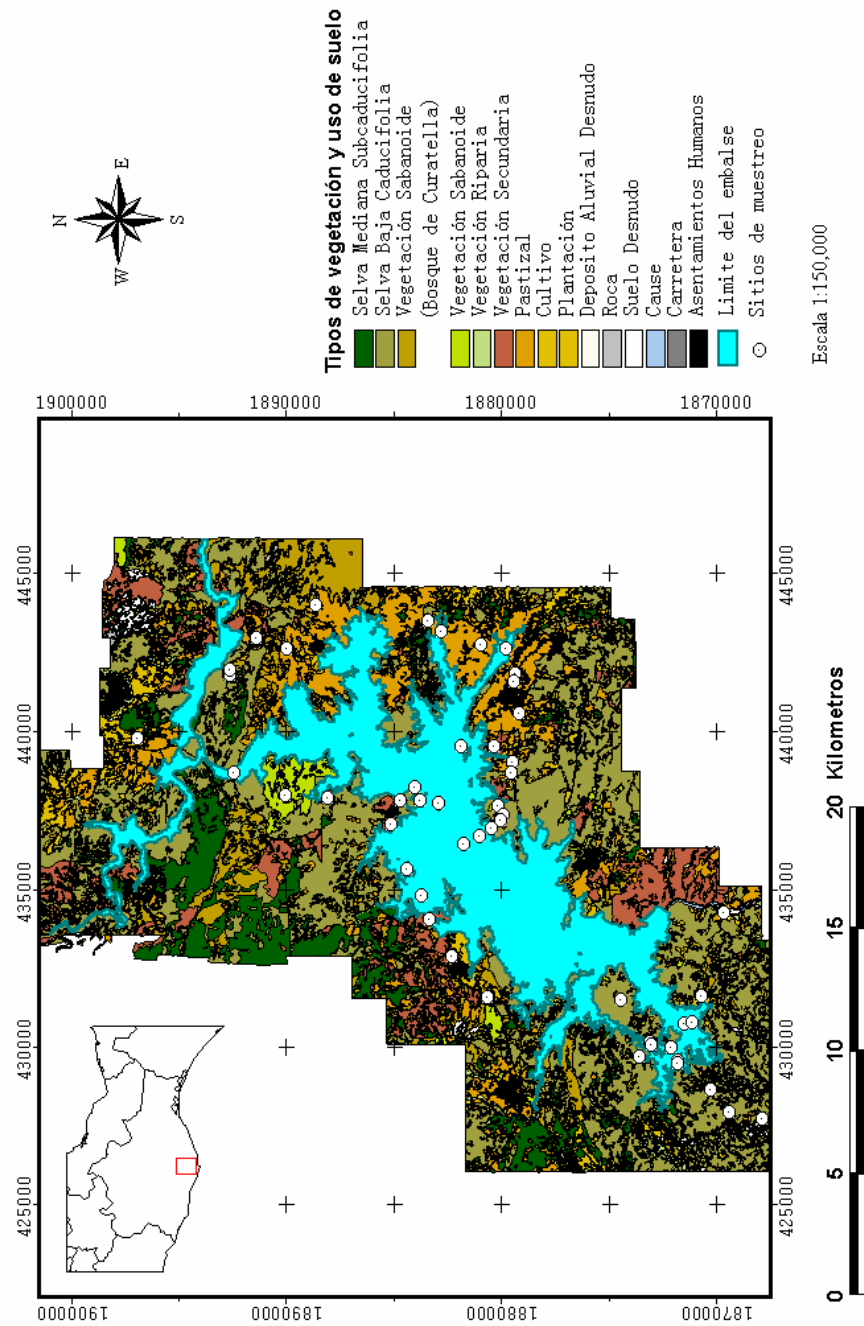


Figura VFT2. Área de afectación directa (embalse), área de amortiguamiento (superficie fuera del embalse), y localidades de colecta de vegetación y fauna.

#### **IV.2.2.2. Caracterización y análisis del sistema de vegetación y fauna regional.**

### **VEGETACIÓN**

#### **Tipos de Vegetación**

En el área de estudio existen cinco tipos de vegetación natural bien definidos, que de acuerdo a la clasificación de Miranda y Hernández X. (1963) son la selva mediana subcaducifolia, selva baja caducifolia, vegetación sabanoide, vegetación riparia (vegetación de galería) y matorral xerófito (Figura VFT1; Anexo AVFT1). Existe además vegetación secundaria o acahual y diversos usos del suelo, como cultivos y pastizales.

En este trabajo se decidió no utilizar las asociaciones vegetales que se señalan en el Inventario Forestal Nacional 2000, ya que en el área de estudio estas asociaciones forman un complejo mosaico ambiental, sin que sea posible diferenciarlas correctamente. Las equivalencias de los tipos de vegetación aquí usadas y las asociaciones vegetales del Inventario Forestal Nacional 2000 se presentan en el Cuadro VFT2.

Para determinar la distribución de los tipos de vegetación en el área de estudio se usaron la imágenes del Inventario Forestal Nacional 2000, fotografía aérea escala 1: 50 000 del año 2000 e imagen de satélite 1:20000, y trabajo de campo. La superficie de cada tipo de vegetación se estimó por medio de un Sistema de Información Geográfico (SIG) en *Arc View*. Los métodos se detallan en el Anexo AVFT 1. El mapa de vegetación y uso de suelo, escala 1:20 000, elaborado para este estudio, se presenta el Anexo Cartográfico correspondiente

La siguiente descripción de las selvas secas o estacionales, conocidas también como selva baja caducifolia, bosque tropical caducifolio, selva mediana subcaducifolia y bosque tropical subcaducifolio, es un resumen general sobre su distribución, estructura y diversidad. Estas selvas tienen una amplia distribución en el mundo. Cerca del 42% de las selvas tropicales corresponden a comunidades de plantas en condiciones secas y estacionales. En conjunto, las selvas secas de México son las más extensas del Neotrópico (Janzen, 1988); (Ceballos y García, 1995). En el oeste de México se les encuentra en la vertiente del Pacífico y en la Cuenca del Balsas, y en la vertiente del Golfo se encuentran en la Península de Yucatán, Tamaulipas, Veracruz y Querétaro (Rzedowski, 1978). La estacionalidad climática de las selvas bajas y medianas, con el fuerte contraste entre la época de lluvias y la de secas, es sin duda uno de los factores ambientales más relevantes para la fauna y flora, que influye en su diversidad y abundancia (Janzen, 1983; Ceballos y García, 1994). En este tipo de selvas es notable la disminución en número de especies frugívoras, de carnívoros y herbívoros especializados, cuando se compara con selvas más húmedas y menos estacionales. No obstante, las selvas bajas del oeste de México son muy diversas y con una alta concentración de especies endémicas (e.j. Flores Villeda, 1993; Howell y Webb, 1995; Ceballos et al., 1998; Ceballos y Miranda, 2000). Desgraciadamente, este ecosistema ha desaparecido prácticamente de Centroamérica, y en México presenta las tasas más altas de deforestación (Janzen, 1988; Trejo y Dirzo, 2000). Sólo se encuentran establecidas cuatro áreas naturales protegidas en selvas estacionales que incluyen a Chamela - Cuixmala en Jalisco, Manantlán en Jalisco y Colima, Sierra de Huautla en Morelos, Huatulco en Oaxaca y Cañon del Sumidero en Chiapas.

Cuadro VFT2. Equivalencias entre los tipos de vegetación y asociaciones vegetales del Inventario Nacional Forestal 2000 y las de este trabajo.

ESTE TRABAJO	INVENTARIO NACIONAL FORESTAL
<b>I. VEGETACIÓN TEMPLADA</b>	
Bosque de Encinos	Bosque de Encino Bosque de Encino con vegetación secundaria
Bosque Pino-Encino	Bosque de Pino-Encino Bosque de Pino-Encino con vegetación secundaria Bosque de Tascate Bosque Mesófilo de Montaña Bosque Mesófilo de Montaña con vegetación secundaria
<b>II. VEGETACIÓN TROPICAL</b>	
Selva Baja Caducifolia	Selva Baja Caducifolia y Subcaducifolia Selva Baja Caducifolia y Subcaducifolia con vegetación secundaria
Selva Mediana Subcaducifolia	Selva Mediana caducifolia y Subcaducifolia Selva Mediana caducifolia y Subcaducifolia con vegetación secundaria
Matorral Xerófito	Está incluido en la selva baja caducifolia
Vegetación Riparia	Está incluida en la selva baja caducifolia
Vegetación Sabanoide	Sabana
Humedales	Manglar Popal-Tular
<b>III. USOS DE SUELO</b>	
Pastizal	Pastizal cultivado Pastizal inducido
Agricultura	Agricultura de Temporal Agricultura temporal (cultivo anual) Agricultura temporal (cultivo permanente) Áreas sin vegetación aparente Palmar

Las selvas secas son comunidades difíciles de delimitar debido a que con frecuencia forman mosaicos complejos la selva mediana subcaducifolia, la selva baja caducifolia y el matorral xerófito y considerando que alrededor del 80% de la superficie que ocupan estas comunidades en el área de estudio se encuentran con diferentes grados de perturbación su estudio se vuelve más complejo. Debido a que aún es posible encontrar elementos primarios en aquellas comunidades muy perturbadas que se localizan principalmente dentro del embalse se prefiere definirlos como selvas bajas caducifolias y no como acahuales. El 20% restante de la superficie que ocupan las selvas son comunidades más o menos bien conservadas que se localizan principalmente en la margen izquierda del río Papagayo, fuera del embalse, y hacia el norte, hasta los cerros Las Piñas y Alto Tepehuaje. En la margen derecha, al este y sureste de la cortina se localiza otro manchón.

Debido al alto grado de perturbación de la vegetación y a problemas de acceso a ciertos lugares sólo se hicieron muestreos en la selva mediana subcaducifolia en el cerro Las Piñas y en la selva baja caducifolia de la parte alta del cerro Cebadilla, que se encuentra dentro del área de impacto directo pero que no será inundada cuando el llenado de la presa sea completado.

### ***Selva Mediana Subcaducifolia***

En el área de estudio este tipo de vegetación se localiza, como ya se mencionó, en la margen izquierda del río Pagayo y en los cerros Las Piñas y Alto Tepehuaje. Cubre aproximadamente 7 206 ha, de la que cerca del 8% (586 ha) se localizan en el área de afectación directa (Figura VFT1, Tabla VFT1). Hacia el sur y en los cerros mencionados, este tipo de vegetación forma un continuo con la selva baja caducifolia (Fotografías VFT1, VFT2). Específicamente esta comunidad fue estudiada en los cerros Las Piñas y Alto Tepehuaje (Anexo AVFT 3).



Fotografía VFT1. Matorral xerófito y selva baja en la parte alta del pedregal, con selva mediana subcaducifolia en la parte baja. Época de secas.



Fotografía VFT2. Selva mediana subcaducifolia. Época de lluvias. Cerro del Tepehuaje.

En general, en la selva mediana subcaducifolia cuando menos la mitad de los árboles dejan caer sus hojas durante la temporada de sequía, pero hay muchos componentes siempre verdes. En los cerros Las Piñas y Tepehuaje se encontró que la selva se compone de árboles de hasta 25 m de alto, destacando fisonómicamente *Aspidosperma megalocarpon* (Fotografía VFT3), *Astronium graveolens* (Fotografía VFT4), *Bursera arborea* (Fotografía VFT5), *Exothea paniculada* (Fotografía VFT6), *Jacaratia mexicana*, *Luehea candida*, *Peltogine mexicana*, *Pterocarpus acapulcensis*, *Thouinidium decandrum* y *Trichilia glabra* (Fotografía VFT7). Otros acompañantes pueden ser *Calophyllum brasiliense*, *Couepia polyandra*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Garcinia edulis*, *Hura polyandra* e *Hymenaea courbaril* (Anexo AVFT6).



Fotografía VFT3. *Aspidosperma megalocarpon*.



Fotografía VFT4. *Astronium graveolens*



Fotografía VFT5. *Bursera arborea*.



Fotografía VFT6. *Exothea paniculada*.



Fotografía VFT7. *Trichilia glabra*

Se observó también que el estrato arbóreo bajo o arbustivo está dominado por *Oxandra lanceolata* subsp. *macrocarpa*, y con menor frecuencia se encuentran las lauráceas *Nectandra ambigens* (Fotografía VFT8) y *N. salicifolia*, además de *Gyrocarpus jatrophifolius* y *Annona* sp. Como trepadoras destacan *Arrabidaea mollissima* y *Xilophragma seemannianum*.





Fotografía VFT8. Familia de las lauráceas. *Nectandra salicifolia* (Kunth) Nees

Desde el punto de vista florístico la selva mediana subcaducifolia es la comunidad vegetal más importante, a pesar de lo reducido de la superficie que ocupa en el área de estudio, ya que en ella se localizaron a dos especies presuntamente nuevas (i.e. *Jatropha* sp., *Hippocratea* sp) (Fotografías VFT9 y VFT10) y un nuevo registro para Guerrero (*Exothea paniculata*). En esta comunidad vegetal también se encuentran todas las especies endémicas de la zona o que se encuentran en alguna categoría de protección como se presenta más adelante.



Fotografía VFT9. *Jathropa* sp.



Fotografía VFT10. *Hippocratea* sp.

### **Selva Baja Caducifolia**

La selva baja caducifolia cubre una gran parte de los declives inferiores y medios de la vertiente del Pacífico de México. Se localiza de manera continua desde el sur de Sonora y el suroeste de Chihuahua hasta Chiapas y se extiende hasta Centroamérica. Su rango altitudinal se encuentra entre el nivel del mar y 1 600 msnm. En general, se caracteriza por la dominancia de especies arbóreas que pierden sus hojas en la época seca del año que va de seis a ocho meses. La pérdida de las hojas afecta a la mayoría de los componentes de la comunidad, aunque la caída del follaje no es necesariamente simultánea para las diferentes especies. Hacia mediados o fines de la época de sequía, muchas especies leñosas se cubren de flores, y numerosas plantas de esta comunidad nunca poseen hojas y flores al mismo tiempo (Rzedowski, 1978; Toledo, 1981).

En el área de estudio esta es la comunidad dominante, ya que está ampliamente distribuida a lo largo de toda el área de estudio (Figura VFT1). En esta región se encontró un mosaico de asociaciones de esta comunidad, determinadas por la perturbación antropogénica. Específicamente se localizó en la mayoría de las localidades muestreadas dentro del área que ocupará el embalse, en donde en general presenta un alto grado de

perturbación (Anexo AVFT 3). Cubre aproximadamente 31 025 ha, de las cuales 6 908 ha son del área de afectación directa (Fotografía VFT11). En los suelos profundos este tipo de vegetación es sustituido por la vegetación sabanoide.



Fotografía VFT11. Selva Baja Caducifolia. Chamizal, Guerrero.

El estrato arbóreo es relativamente bajo, con la copa de los árboles de entre 12 y 15 metros de altura. Presenta abundantes especies de árboles entre las que sobresalen *Haematoxylum brasiletto*, *Acacia cochliacantha*, *Cordia alliodora* y *Spondias purpurea*.

El estrato arbustivo alcanza 2 m de altura, y es menos denso y diverso que el estrato arbóreo, en el que se ubican *Croton suberosus* (Fotografía VFT12), *Jacquinia pungens* y *Manihot intermedia*. Entre las plantas trepadoras se encuentran *Ampelocissus acapulcensis*, *Cissus cacuminis*, *Dalechampia scandens* y *Gonotobus barbatus*.



Fotografía VFT12. Familia Euphorbiaceae. *Croton suberosus*.

El estrato herbáceo alcanza una altura de 0,8 m, cuya presencia se encuentra en estrecha relación con la temporada de lluvias. Su densidad llega a ser tan grande que dificulta el paso y la observación del sustrato. Como elementos representativos destacan *Elytraria imbricata*, *Oxalis yucatanenses*, *Ruellia foetida*, *R. petiolaris* y *Talinum paniculatum*.

### **Caracterización del estado de la selva baja caducifolia en el mapa de uso del suelo y vegetación escala 1:20,000.**

Siendo la Selva Baja Caducifolia (SBC) el principal tipo de vegetación dentro de la zona de estudio y la mayor parte del área que será embalsada, es necesario describir en mayor detalle el estado de conservación en que esta se encuentra.

La extensión de la SBC en la zona de influencia del proyecto puede apreciarse en la Figura 1. La SBC ocupa una superficie de 6 908 ha. dentro del área del embalse.

La extensión original de este tipo de vegetación era mucho mayor en el pasado cuando todavía no existían actividades humanas en la región. El estado actual muestra una disminución considerable en superficie, y de las áreas que todavía están ocupadas por SBC se aprecia una **fragmentación** severa y diversos grados de **perturbación**, de lo que resulta que sólo en algunas laderas con pendiente relativamente fuerte y en zonas de difícil acceso puede encontrarse SBC en un estado de conservación significativo.

La caracterización del estado de conservación de la SBC en la zona de estudio es muy difícil de realizar con precisión debido a que las áreas de selva se encuentran muy mezcladas con áreas de vegetación secundaria (acahuales) de muy diverso tamaño y en estado transicional variable, lo que dificulta sobremanera el trazado de límites aún en mapas a escala grande. Por esta razón los límites de la SBC que se muestran en el mapa de la Figura 1 deben tomarse con mucha reserva, teniendo en cuenta que para una evaluación objetiva del valor de la SBC en función de su estado de conservación y extensión, no debe olvidarse que esta se encuentra muy afectada por los problemas que a continuación se describen.

### **Fragmentación**

El problema de la fragmentación que se observa en la SBC ha sido consecuencia directa de la apertura de áreas agrícolas y el establecimiento de núcleos de población. Esto ha ocasionado que la SBC haya sido removida principalmente de terrenos relativamente planos o con pendiente moderada (Figura 2).

La fragmentación de la SBC dentro del área de estudio afecta su calidad como comunidad vegetal no sólo en el sentido de una reducción drástica de la extensión ocupada, sino también, y con el mismo grado de importancia, porque disminuye el tamaño promedio de los parches de SBC, lo cual tiene consecuencias serias sobre la calidad del hábitat de diversas especies de fauna.

### **Perturbación**

La perturbación es el problema más importante por su extensión. Este ha sido ocasionado principalmente por el aprovechamiento indiscriminado de la madera (para combustible y fabricación de muebles y viviendas), así como por el sobrepastoreo, siendo este último el responsable de la destrucción de los estratos herbáceos y arbustivos de la SBC. Esta perturbación es mucho más intensa mientras mas proximidad existe a núcleos de población, zonas agrícolas y caminos de acceso.

De la interpretación de fotografías aéreas, y la verificación de campo en helicóptero y a pié, se ha determinado que la extensión de la perturbación es muy grande. Calificando esta perturbación en tres grados, baja, moderada y severa, puede decirse que la mayor parte de la extensión de SBC, tal como se aprecia en la figura 1, tiene un grado de perturbación severa, mientras que sólo una proporción reducida de SBC presenta perturbación de baja a moderada.

En las zonas con perturbación severa, la SBC presenta sólo el estrato arbóreo, pudiéndose apreciar el suelo casi desnudo en muchas áreas.

Además, este estrato arbóreo tiene características de dispersión y de invasión de vegetación secundaria que señalan una condición crítica, esto es, que su capacidad de recuperación es mínima y muy posiblemente dichas áreas desaparecerán en el mediano plazo (10 años). Se estima que un 80 % de las áreas con SBC dentro de la zona del embalse tienen un grado de perturbación severa (Figura 3).

Las áreas con perturbación moderada y baja, se encuentran en zonas de difícil acceso, pero aún así son cada vez más susceptibles al sobrepastoreo y a la explotación de la madera para diversos fines, debido al tamaño relativamente pequeño (algunas hectáreas) de estas áreas (Figura 4).

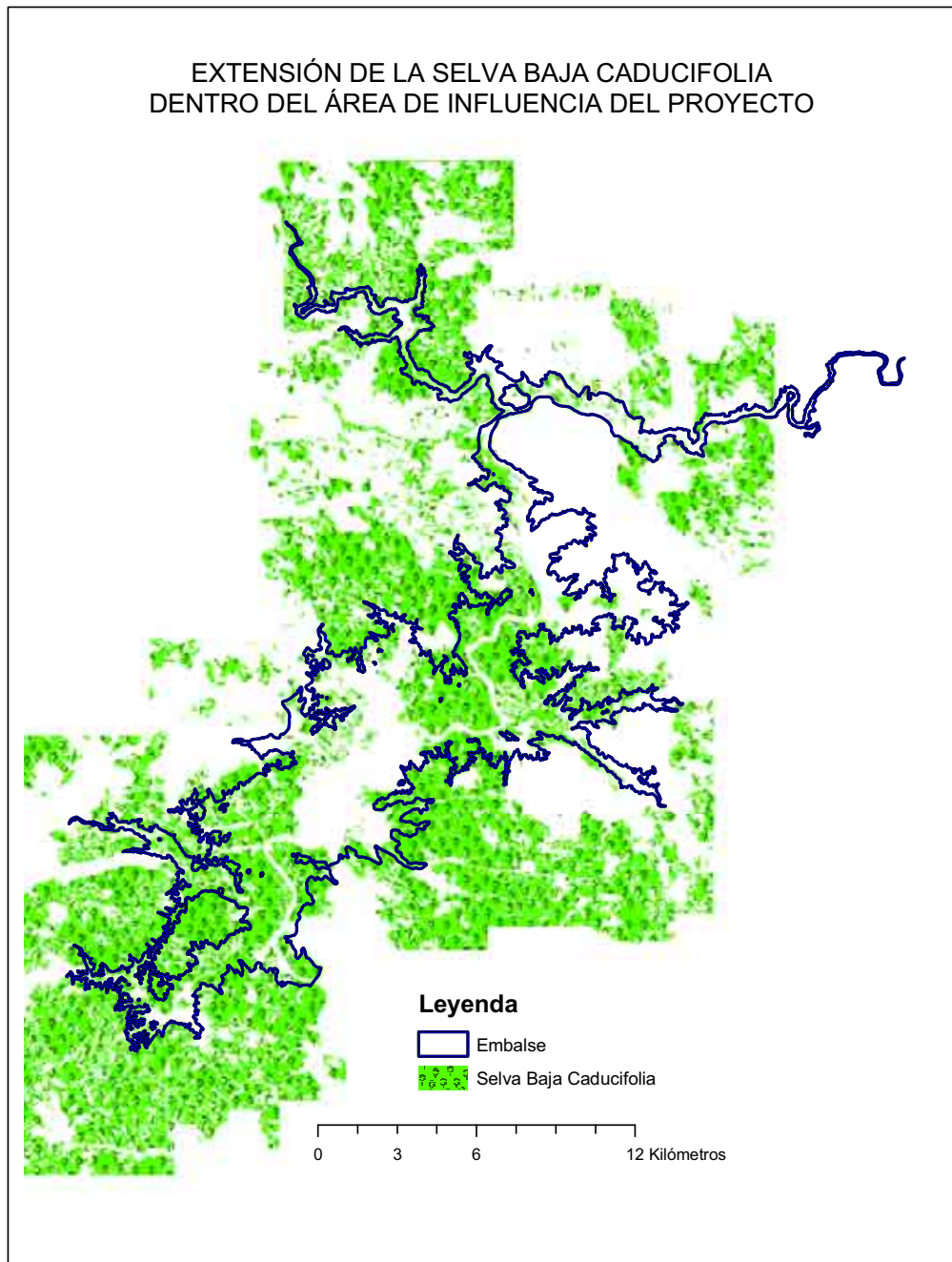


Fig. 1. Áreas ocupadas por Selva Baja Caducifolia en la zona de influencia del Proyecto Hidroeléctrico la Parota. La información proviene del Mapa de Uso del Suelo y Vegetación elaborado a escala 1:20,000 a partir de la interpretación de fotografías aéreas de marzo de 2003.





Figura 2. Patrón típico de fragmentación de la Selva Baja Caducifolia en la zona de estudio. Las zonas de color claro corresponden a zonas agrícolas o de pastoreo y a algunos asentamientos humanos. Las áreas de color más oscuro corresponden a zonas de selva, pero aún estas se encuentran mezcladas con zonas de acahual, o muestran diversos grados de perturbación.





Figura 3. En el área de estudio existen extensas áreas de Selva Baja Caducifolia con un deterioro muy severo. Aún cuando su fragmentación no es muy alta, estas zonas sólo preservan el estrato arbóreo y este muestra características de gran dispersión y de invasión por especies de vegetación secundaria. La mayor parte de las zonas con selva dentro de la zona del embalse del proyecto tienen estas condiciones.



Figura 4. Sólo en zonas de difícil acceso pueden encontrarse áreas con Selva Baja Caducifolia con un grado de deterioro mínimo. Estas áreas podrían destinarse a la conservación, por las instancias correspondientes, cuando no sean inundables.



### **Vegetación Sabanoide**

En el área de estudio se identificaron dos variantes de este tipo de vegetación, que se denominaron vegetación sabanoide y bosque de *Curatella* (Figura VFT1). La diferencia principal es que el bosque de *Curatella* tiene una cobertura arbórea más densa que la vegetación sabanoide. En términos prácticos, se trata del mismo tipo de vegetación.

En el área de estudio, la vegetación sabanoide cubre alrededor de 6 235 ha, entre la vegetación sabanoide y el bosque de *Curatella*, de las cuales 535 ha se localizan en el área de afectación directa. En esta región la vegetación sabanoide se desarrolla en laderas cercanas al río Papagayo y el bosque de *Curatella* se presenta principalmente en los lomeríos cercanos al poblado La Garrapata en forma de manchones muy reducidos y en forma continua en las cercanías del poblado Agua del Perro, al sur de la Presa de La Venta. Se estudio en dos localidades en el trabajo de campo (Anexo AVFT 3).

En las cercanías de la carretera que conduce a Ayutla de los Libres, a la altura de la desviación al poblado de Omitlán son al parecer producto del desmonte de la selva mediana subcaducifolia. En otros sitios, como en las cercanías del poblado de Agua del Perro, se trata de una comunidad primaria, caracterizada por árboles de 6 m de alto como *Curatella americana* y *Byrsonima crassifolia* y como acompañantes destacan *Genipa americana* (Fotografía VFT13). En las cañadas se encuentra *Coccoloba barbadensis*, *Luehea candida*, *Thouinidium decandrum* y *Vitex mollis*, elementos que también se encuentran en la selva mediana subcaducifolia y en la selva baja caducifolia. El estrato arbustivo se encuentra dominado por *Miconia albicans* y menos frecuente es *Jacquinia pungens*. Como trepadoras destacan *Lygodium venustum* y *Philodendron* sp.



Fotografía VFT13. Familia Rubiaceae. *Genipa Americana* L.

### **Vegetación Riparia**

Es una comunidad muy variable en estructura y composición florística, de hecho, se define principalmente por su establecimiento en los márgenes de los ríos y porque su composición florística presenta algunos elementos que no existen en la vegetación circundante (Rzedowski, 1978; Sánchez, 1986).

En el área de estudio ocupan alrededor de 3 581 ha, de las cuales 1 249 se localizan en el área de afectación directa (Figura VFT1). Se desarrollan a lo largo de corrientes de agua permanentes como el río Papagayo y Omitlán, o estacionales, como las que se localizan en las cañadas (Anexo AVFT 3). Su arreglo espacial se limita a una sola hilera de individuos a lo largo de ambos lados de las corrientes de agua y muy espaciados. Para la zona de estudio se caracterizaron dos asociaciones diferentes, determinadas en gran medida por las crecidas de los ríos, como ocurre en el Papagayo y Omitlán (Fotografías

VFT14 y VFT15). Se le encontró en tres localidades durante el trabajo de campo, de las cuales El Chamizal fue muestreada más intensamente.



Fotografías VFT14 y VFT15. Vegetación riparia. Chamizal, Guerrero.

En estos ríos el nivel del agua puede variar intempestivamente de 2,5 m o más, y esto determina que muy pocas especies se encuentren adaptadas para resistir el arrastre de esas corrientes. Estos cambios intempestivos en el flujo de agua determinan comunidades muy pobres florísticamente. En la zona de estudio sólo dos especies arbóreas se encuentran presentes en estos ríos, *Astianthus viminalis* (Fotografía VFT16) y *Salix humboldtiana*, con árboles de hasta 15 m de alto. Como arbustos que se encuentran adaptados a estas condiciones ecológicas destacan *Cephalanthus salicifolius* (Fotografía VFT17) y *Salix taxifolia*.



Fotografía VFT16. Familia Bignoniaceae. *Astianthus viminalis* (Kunth) Baill.



Fotografía VFT17. Familia Rubiaceae. *Cephalanthus salicifolius* Bonpl.

Fuera del cauce de estos ríos la vegetación riparia se vuelve más rica en especies, destacando como árboles de 15 m o más las siguientes dos especies exclusivas de estos ambientes: *Andira inermis* y *Homalium senarium* y como acompañantes destacan *Cecropia obtusifolia*, *Citharexylum affine*, *Citharexylum* sp., *Ficus glabrata*, *Tabebuia*

*chrysantha*. Un estrato arbóreo bajo de hasta 10 m, lo integran *Bixa orellana*, *Muntingia calabura* y *Trema micrantha*. Un estrato arbustivo de 3 m de alto lo forman *Byttneria aculeata*, *Ouratea nitida* y *Rauvolfia tetraphylla*. Como trepadoras destaca *Entada polystachya*. Como herbáceas se encuentran *Bacopa monnieri*, *Mercadonia procumbens*, *Heliotropium angiospermum* e *Hydrolea spinosa* (Anexo AVFT6).

En este tipo de vegetación, cerca de San Juan del Reparo y fuera del área de impacto, también se encontró una probable nueva especie (*Trichilia* sp.)

### **Matorral Xerófito**

Es una comunidad que se localiza únicamente en los cerros Alto Tepehuaje y las Piñas y que se define por la presencia del cacto columnar *Neobuxbaumia multiareolata*. Esta especie es endémica de la zona y tiene como hábitat los acantilados. Hacia las partes bajas se integra a la selva mediana subcaducifolia. Debido a lo inaccesible de su localización ha sido poco explorada, encontrándose además de las cactáceas columnares a especies como: *Bursera citronella* (Fotografía VFT18), *B. schlechtendalii* (Fotografía VFT19) y *Cnidoscolus* sp. (Fotografía VFT20) entre otras. Una porción pequeña de este tipo de vegetación será afectada por el embalse. Este tipo de vegetación no se encuentra dentro de las asociaciones vegetales incluidas en el Inventario Nacional Forestal por su limitada extensión. En el trabajo de campo se localizó en forma de pequeños manchones aislados en los cerros las Piñas y Alto Tepehuaje (Figura VTF 1, Anexo VTF 3)



Fotografía VFT18. Familia Burseraceae.  
*Bursera citronella* McVaugh & Rzed.



Fotografía VFT19. Familia Burseraceae.  
*Bursera schlechtendalii* Engl.



Fotografía VFT20. Familia Euphorbiaceae. *Cnidoscolus* n. sp.

**Vegetación Secundaria (Acahual), Cultivos y Pastizales**

Se incluye bajo esta denominación a las comunidades que se establecen como consecuencia de la destrucción total o parcial de la vegetación primaria (Sousa, 1964; Rzedowski, 1978). El criterio fundamental para denominarlas así es de carácter florístico, considerando en este agrupamiento aquellas en las que la especies primarias han sido eliminadas en su totalidad.

Rzedowski (1978) registró que en terrenos utilizados para fines ganaderos o agrícolas, se acostumbra con frecuencia dejar crecer individuos aislados de *Enterolobium cyclocarpum*, que en tales condiciones desarrollan una copa ancha. Los árboles de *Ficus* y de algunos otros géneros como *Swietenia* también en ocasiones son favorecidos. Tal situación se observa a lo largo de los caminos que conducen a los poblados de La Garrapa y San José Cacahuatpec, en donde existen terrenos agrícolas con individuos remanentes de la vegetación original. En el área de estudio, la vegetación de este tipo cubre aproximadamente 19 521 ha, de las cuales 3 595 se localizan en el área de afectación directa.



Fotografía VFT21. Familia Moraceae. *Ficus glabrata*.

En el área de estudio cerca del 27% de la vegetación natural, lo que equivale a alrededor de 19 500 ha, ha sido transformada en pastizales, cultivos o vegetación secundaria (Figuras VFT1 y VFT2).

Tabla VFT1. Cobertura de la vegetación natural y uso de suelo en el área de estudio en la región de La Parota, Guerrero.

SUPERFICIE (ha)	Área de Estudio	%	Área de impacto
Total	70 095	100	13 824
Vegetación natural	47 773	68	9 277
<i>Selva Baja Caducifolia</i>	31 025	44	7 177
<i>Selva Mediana Subcaducifolia</i>	7 206	10	583
<i>Vegetación Sabanoide</i>	6 235	9	972
<i>Vegetación Riparia</i>	3 306	5	979
Vegetación secundaria, Cultivos y Pastizales	19 521	28	3 597
Otros usos de suelo	2 800	4	950

### Composición florística

La lista actualizada de especies del área de estudio, elaborada a partir de la revisión bibliográfica y del trabajo de campo (visitando 55 localidades) incluyó 358 especies repartidas en 264 géneros comprendidos en 92 familias. La mayoría de las especies son árboles (180), 51 arbustos, seguidas por 72 especies herbáceas, 17 hierbas trepadoras, 16 bejucos, 2 epífitas, 1 hemiparásita y 4 cactáceas. Las familias con mayor número de especies son Fabaceae, Mimosaceae, Apocynaceae, Euphorbiaceae y Caesalpiniaceae (Tabla VFT2).

Es importante enfatizar que el número de especies registradas para el área será mayor cuando se completen los inventarios de la flora, ya que el tiempo para llevar a cabo la evaluación de campo fue reducido y a la restricción en el acceso a varias localidades por parte de los pobladores locales. El número de especies registrado en el área de estudio representa, probablemente, entre el 50 y 60% de la flora esperada para una región tropical de estas características. Por ejemplo, en la región de Chamela, Jalisco, se han registrado 1 200 especies en una región similar (Lott, 1993).

Tabla VFT2. Familias de plantas mejor representadas en el área de estudio.

Familia	No. de géneros	No. de especies
<b>Fabaceae</b>	20	27
Mimosaceae	11	15
Apocynaceae	10	15
Euphorbiaceae	10	14
Caesalpiniaceae	9	14
Acanthaceae	8	12
Rubiaceae	8	8
Bignoniaceae	7	9
Anacardiaceae	6	8
Moraceae	6	11
Malvaceae	5	13
<b>Total</b>	100	146

Dentro de las localidades visitadas en el área de estudio, destacan por su diversidad y estado de conservación las zonas de pedregal que se encuentra en los cerros Las Piñas y alto Tepehuaje, al sur de Tierra Colorada y cerca de la Presa de La Venta, en donde se han detectado especies nuevas de las familias Euphorbiaceae (géneros *Jatropha* y *Cnidocolus*) e Hippocrateaceae (*Hippocratea*). Además, se tiene como nuevo registro para el estado de Guerrero, la especie *Exothea paniculata* (Fotografía VFT22). También en esta zona se realizó el segundo registro de *Louleridium rzedowskii* (Fotografías VFT23 y VFT24), el primero después de la colecta con la que se realizó la descripción original de la especie en Rincón de la Vía (Rzedowski, 1973), región muy cercana a la zona de estudio.



Fotografía VFT22. Familia Sapindaceae *Exothea paniculata* (Juss.) Radlk.



Fotografías VFT23 y VFT24. Familia Acanthaceae. *Louteridium rzedowskii* T. F. Daniel

### ***Estructura y fenología***

De las especies recolectadas en los meses de febrero a julio (Tabla VFT3, Anexo VTF 1), en el mes de febrero el 29 % estaban en floración, el 20 % en fructificación y 7,2 % con flores y frutos. Esto se ajusta a los patrones fenológicos ya establecidos para las selvas bajas y medianas (Rzedowski, 1978; Lott et al., 1987).

Para determinar distintas características estructurales de las principales comunidades vegetales dentro del área de estudio, se muestreó la selva mediana subcaducifolia en el cerro Alto Tepehuaje, la selva baja caducifolia del cerro Cebadilla al norte de la comunidad de San José Cacahuatpec, y la vegetación sabanoide de *Byrsonima* y *Curatella*, cerca de la comunidad de Agua del Perro. Debido a su escasa extensión, se omitió muestrear el matorral xerófito encontrado principalmente en la zona de pedregal del cerro Alto Tepehuaje, y la vegetación riparia localizada en los márgenes de las corrientes permanentes y temporales dentro del área analizada. Las zonas de muestreo se seleccionaron por considerar que en éstas la estructura de la vegetación es la que se observa típicamente en estas comunidades.

Tabla VFT3. Fenología de las especies colectadas en el área de estudio de acuerdo a su hábitat.

Tipos de Vegetación	Floración			Fructificación			Floración/Fructificación		
	%			%			%		
	Febrero	Mayo	Julio	Febrero	Mayo	Julio	Febrero	Mayo	Julio
Selva baja caducifolia	6,50	2,87	-	5,03	0,72	0,72	1,44	-	-
Selva mediana subcaducifolia	12,23	9,35	2,87	10,07	5,76	2,16	5,76	1,44	0,72
Vegetación riparia	7,19	2,87	1,44	3,59	2,16	0,72	-	-	-
Vegetación Secundaria	1,44	0,72	0,72	0,72	-	-	-	-	-
Vegetación sabanoide	-	0,72	2,87	-	0,72	-	-	-	2,16
Matorral xerófito	0,72	1,44	-	-	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	28,80	18,69	7,90	20,13	9,36	3,60	7,20	1,44	2,88

La selva mediana subcaducifolia del cerro Alto Tepehuaje es una comunidad pobremente estratificada, con sólo tres estratos medianamente marcados: uno alto entre 12 y 20 m con árboles de *Trichilia glabra*, *Bursera* sp. y *Plumeria rubra*; uno bajo desde los 2,5 hasta los 10 m de altura con árboles y arbustos de *Pseudobombax ellipticum*, *Louteridium rzedowskii*, *Comocladia engleriana*, *Bursera arborea* y *Nopalea karwinskiana* como elementos predominantes, y uno herbáceo poco desarrollado debido principalmente a la alta proporción de rocas presentes en el suelo con *Calathea* sp., *Peperomia* sp. y *Anthurium nizandense*. De las 17 especies muestreadas el valor de importancia más alto correspondió a *Trichilia glabra* (Fotografía VFT25) con un V. I. R. de 37,55 (Cuadro VFT3), siguiendo con valores ligeramente menores *Pseudobombax ellipticum* (V. I. R. = 29,35) (Fotografía VFT26), *Louteridium rzedowskii* con un V. I. R. de 28,54, *Bursera* sp. (V. I. R. = 27,9) y *Bursera arborea* (V. I. R. = 25,35).

Fotografía VFT25. Familia Meliaceae. *Trichilia glabra* L.





Fotografía VFT26. Familia Bombacaceae. *Pseudobombax ellipticum* (Kunth) Dugand

La estructura vertical de la selva baja muestreada en el cerro Cebadilla comprende tres estratos. Uno alto entre 12 y 15 m conformado por individuos de *Haematoxylum brasiletto*, *Acacia cochliacantha*, *Cordia alliodora*, *Spondias purpurea* (Fotografía VFT27) y una especie de la familia Fabaceae no determinada, un estrato intermedio entre 6 y 9 m con *Samyda mexicana*, *Haematoxylum brasiletto* y *Bursera arborea* y uno arbustivo bajo con individuos jóvenes de *Cochlospermum vitifolium* y *Samyda mexicana* entre otras especies. Dentro de esta comunidad, *Haematoxylum brasiletto* resultó la especie con mayor valor de importancia (V. I. R. = 78.36, Cuadro VFT3), siguiéndola con valores muy semejantes entre sí *Samyda mexicana*, *Spondias purpurea* y *Acacia cochliacantha* (V. I. R. 32.27, 31.24 y 32.2, respectivamente) y con valores menores una fabácea no determinada, *Bursera arborea* y *Cordia alliodora*. De acuerdo con estos resultados la comunidad se puede definir como un bosque de *Haematoxylum brasiletto* con las restantes especies como componentes de importancia secundaria.



Fotografía VFT27. Familia Anacardiaceae. *Spondias purpurea* L.

La estructura vertical de la vegetación sabanoide comprende un estrato entre 4 y 5 m compuesto casi totalmente por árboles de *Curatella americana* e individuos aislados de otras especies como *Genipa americana* y *Randia armata*; emergencias aisladas de árboles de otras especies como *Byrsonima crassifolia*, *Pterocarpus acapulcensis* y *Luehea candida*, principalmente; un estrato arbustivo poco desarrollado con especies como *Coccoloba barbadensis*, *Miconia albicans*, *Krameria cuspidata* y *Helicteres guazumifolia*, y un estrato herbáceo pobremente desarrollado. En esta comunidad *Curatella americana* es con mucho la especie más importante, presentándose masas casi puras de esta especie con individuos aislados de las otras especies mencionadas.



Cuadro VFT3. Valores de importancia relativa (VIR) de las especies dominantes en la selva mediana subcaducifolia y selva baja caducifolia. En el Anexo (VFT 1) se presenta el método para calcular el VIR.

---

VEGETACIÓN / ESPECIE	V. I. R.
----------------------	----------

Selva Mediana Subcaducifolia

<i>Trichilia glabra</i>	37.55
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	29.35
<i>Louteridium rzedowskii</i>	28.54
<i>Bursera</i> sp.	27.9
<i>Bursera arborea</i>	25.35
<i>Comocladia engleriana</i>	22.73
<i>Nopalea karwinskiana</i>	19.67
<i>Jacaratia mexicana</i>	9.32
<i>Plumeria rubra</i>	16.52
<i>Malpighia novogaliciana</i>	15.72
<i>Jatropha</i> sp.	10.03
<i>Brosimum alicastrum</i>	9.89
URTICACEAE	9.6
<i>Senecio</i> sp.	7.63
Bejuco	7.59
<i>Oxandra lanceolata</i> ssp <i>macrocarpa</i>	7.55
<i>Erythrina</i> sp.	7.53
<b>TOTAL</b>	<b>300</b>

---

Selva Baja Caducifolia

<i>Haematoxylum brasiletto</i>	78.36
<i>Samyda mexicana</i>	32.27
<i>Spondias purpurea</i>	31.24
<i>Acacia cochliacantha</i>	30.2
FABACEAE	12.65
<i>Bursera arborea</i>	8.17
<i>Cordia alliodora</i>	7.09
<b>TOTAL</b>	<b>200</b>

---

### Especies prioritarias para la conservación

Para determinar a las especies de flora y fauna prioritarias para la conservación en este estudio, se evaluaron las consideradas en peligro de extinción según la Norma Mexicana de Especies en Riesgo (SEMARNAT, 2002) y la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (IUCN), las endémicas de México, las de distribución restringida y las presumiblemente nuevas para la ciencia. Esta clasificación considera como prioritarias a especies con las siguientes características: 1) que ya se ha determinado que se encuentran en peligro de extinción, y 2) que presentan distribuciones restringidas y una alta especificidad de hábitat, por lo que se encuentran restringidas a selvas. Existe abundante literatura que indica la relación entre la probabilidad de extinción, rangos geográficos y especialización de hábitat (ver Ceballos et al., 1998 para una revisión). Con relación a las especies de distribución restringida, se dio un mayor énfasis en las endémicas de México. Consideramos como especies de distribución restringida a aquellas que tienen rangos de distribución menores de 50 000 km<sup>2</sup>, siguiendo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2000).

#### *Especies bajo régimen de protección legal*

En el área de estudio se registraron ocho especies consideradas como en riesgo de extinción según la NOM-059-ECOL-2001 y IUCN (Tabla VFT4).

En la Tabla VFT4 las categorías de la clasificación se basan en SEMARNAT (A= amenazada) o la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN): LR/cd= En bajo riesgo/ dependiendo de conservación, LR/nt= Casi Amenazada.

Tabla VFT4. Especies de flora del área de estudio, que están incluidas bajo algún estado de conservación de acuerdo a SEMARNAT (2002) y la IUCN (2000). A = Amenazada. LR = bajo riesgo. Las especies con un asterisco no fueron registradas en el trabajo de campo.

FAMILIA Y ESPECIE	SEMARNAT	IUCN
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	A	
<i>Spondias mombin</i> L.	A	
* <i>Bursera arborea</i> (Rose) Riley	A	
<i>Peltogyne mexicana</i> Martínez	A	
<i>Licania arborea</i> Seem.	A	
<i>Sideroxylon cartilagineum</i> (Cronquist) Pennington		LR
* <i>Zamia loddigesii</i> Miq.	A	
<i>Guaiaacum coulteri</i> A. Gray		LR

#### *Especies endémicas y de distribución restringida*

Las especies identificadas en el área de estudio se distribuyen de la siguiente manera. La mayoría de las especies de amplia distribución, que son compartidas en México y parte de América, y siete especies son cosmopolitas o introducidas.

Noventa especies son endémicas de México, de las cuales 60 se restringen a la vertiente del Pacífico y 20 se encuentran tanto en la vertiente del Pacífico como la del Golfo. Las especies restantes, de las cuales cuatro son presumiblemente nuevas para la ciencia, *son las consideradas como prioritarias*, por ser todas endémicas del estado de Guerrero y cinco endémicas del área de estudio (Cuadro VFT4). Se consideran a estas especies como de una gran prioridad para la conservación, por su alta vulnerabilidad a la extinción, derivada de su microendemismo.

*Especies exclusivas de selvas bajas y medianas*

De las especies que se registraron para la zona de estudio alrededor de 70 fueron encontradas en selva baja caducifolia, 108 se registraron de selva media, 32 en la vegetación riparia, nueve de vegetación secundaria, dos en ambientes acuáticos, cuatro en vegetación sabanoide, 108 especies fueron encontradas en más de una comunidad vegetal y 22 especies son de ambientes perturbados (Anexo AVFT2). Nótese que la suma es mayor que el total de especies registradas, ya que algunas especies se encuentran en más de un tipo de vegetación.

Cuadro VFT4. Especies de plantas endémicas de la zona separadas según su grado de endemismo.

---

Del área de estudio

Acanthaceae

*Louteridium rzedowskii* T. F. Daniel

Cactaceae

*Neobuxbaumia multiareolata* Scheinvar

Caesalpiniaceae

*Peltogyne mexicana* Martínez

De Guerrero

Annonaceae

*Annona palmeri* Safford

Asteraceae

*Sinclairia caducifolia* (B. L. Rob. & Bartlett) Rydb.

*Vernonanthura cronquistii* (S. B. Jones) H. Rob.

Cactaceae

*Cephalocereus guerreronis* (Backeb.) F. Buxb.

Caesalpiniaceae

*Poincianella acapulcensis* (Standl.) Britton & Rose

Mimosaceae

*Mimosa acapulcensis* B. L. Rob.

Rutaceae

*Esenbeckia berlandieri* subs. *acapulcensis* (Rose) Castra

Nuevas para la Ciencia

Euphorbiaceae

*Jatropha* sp.

Meliaceae

*Trichilia* sp.

Hippocrateaceae

*Hippocratea* sp.

Euphorbiaceae

*Cnidocolus* sp.

---

Las especies que se consideran de mayor prioridad para la conservación, que incluyen a especies en riesgo de extinción y endémicas de México, se describen a continuación. Las localidades en las que se registraron se presentan en el Anexo VTF 2. No se incluye en este a *Spondias mombin*, aunque es una especie considerada en riesgo de extinción es un árbol relativamente común, de distribución muy amplia en el país y se cultiva como fuente de alimento.

***Astronium graveolens***: Es un árbol típico de la selva mediana que está considerado como riesgo de extinción. En el área de estudio se registro en la selva mediana subcaducifolia de los cerros Las Piñas y Tepehuaje

***Cnidoscopus sp.***: Es una especie nueva para la ciencia que hasta ahora es sólo conocida de una localidad en el cerro del Tepehuaje, por lo que se les considera microendémica y vulnerable a la desaparición. Se registró en las selvas de los cerros Las Piñas y Tepehuaje.

***Cnidoscopus tenuilobus***: Descrita en Xaltianguis, una localidad cercana a la zona del embalse. Se ha colectado solamente en manchones de selva baja caducifolia intercalados en la selva mediana subcaducifolia de los cerros y Tepehuaje.

***Exothea paniculata***: Esta especie aunque no cumple con los criterios arriba mencionados para ser consideradas como prioritarias para la conservación se incluye, ya que puede representar la segunda colecta para la vertiente del Pacífico.

***Hippocratea sp.***: Es una especie nueva para la ciencia que hasta ahora sólo es conocida en una localidad en el cerro del Tepehuaje, por lo que se le considera microendémica y vulnerable a la desaparición. Se registró en las selvas de los cerros Las Piñas y Tepehuaje.

***Jatropha sp.***: Es una especie nueva para la ciencia que hasta ahora sólo es conocida en una localidad en el cerro del Tepehuaje, por lo que se le considera microendémica y vulnerable a la desaparición. Se registró en las selvas de los cerros La Piñas y Tepehuaje.

***Licania arborea***: Es una especie de selvas que está considerado amenazada con la extinción (SEMARNAT, 2002), la cual tiene una amplia distribución en el Estado de Guerrero. En el área de estudio se registraron individuos aislados en dos localidades.

***Louteridium rzedowskii***: Especie endémica de una zona comprendida entre Rincón de la Vía (al sur de Chilpancingo) y el cerro Tepehuaje. Dentro del área de estudio es muy abundante en las selvas mediana y baja de los cerros Las Piñas y Tepehuaje, por lo que se puede considerar como vulnerable a la desaparición.

***Neobuxbaumia multiareolata***: Es una especie endémica de la región de La Parota, con grandes poblaciones en los cerros Las Piñas y Tepehuaje.

***Peltogyne mexicana***: Especie endémica de una zona comprendida entre Rincón de la Vía (al sur de Chilpancingo) y la ciudad de Acapulco con una distribución restringida a la selva mediana subcaducifolia. En el área de estudio se ha colectado solamente en los cerros Las Piñas y Tepehuaje y dado que se usa en la elaboración de artesanías de Palo de Rosa, se encuentra como especie amenazada.

***Sideroxylon cartilagineum***: Es un árbol típico de la selva mediana que está considerado como amenazado de extinción. En el área de estudio se registro en la selva mediana subcaducifolia de los cerros Las Piñas y Tepehuaje

***Trichilia sp.***: Esta especie nueva para la ciencia se encontró solamente en la vegetación riparia cercana a San Juan del Reparo, fuera de la zona de impacto de la presa.

### Usos

La tabla VFT5 resume los principales usos que se le da a la vegetación en la zona.

Tabla VFT5. Usos de la vegetación en el área de estudio.

Especie	Uso	Localidad / Zona
<i>Peltogyne mexicana</i>	Obtención de madera para elaboración de artesanías de palo de rosa.	Selva mediana subcaducifolia del Cerro Tepehuaje
<i>Acacia farnesiana</i>	Obtención de carbón.	Zona de selva baja caducifolia.
<i>Caesalpinia eriostachys</i>		
<i>Ceiba aesculifolia</i>		
<i>Luehea candida</i>		
<i>Piptadenia constricta</i>		
<i>Pterocarpus acapulcensis</i>		
<i>Byrsonima crassifolia</i>	Consumo de fruto, utilización de la madera para leña y carbón y con fines medicinales.	Zona de vegetación sabanoide.

Varias especies son utilizadas para la obtención de madera. *Peltogyne mexicana*, especie incluida dentro de la norma como amenazada, es cotidianamente explotada dentro de los terrenos con selva mediana subcaducifolia en el cerro Tepehuaje. La madera de esta especie ha sido utilizada dentro de la zona como materia prima para la elaboración de artesanías de palo de rosa.

Distintas especies como *Acacia farnesiana*, *Caesalpinia eriostachys*, *Ceiba aesculifolia*, *Luehea candida*, *Piptadenia constricta* y *Pterocarpus acapulcensis* abundantes dentro de la selva baja caducifolia, se utilizan para la obtención de carbón. Dado que la práctica cotidiana consiste en el corte de ramas y no del árbol completo, esta actividad no tiene un efecto considerable en la deforestación de este tipo de vegetación.

Otra especie con distintos usos es *Byrsonima crassifolia*, muy abundante sobre todo en la vegetación sabanoide dominada por *Curatella americana*. Además del fruto, ampliamente consumido y comercializado dentro de la zona, se ha registrado el uso de su madera para leña y para la producción de carbón con buenas características energéticas así como en construcción por ser dura y flexible, además de distintas partes de la planta dentro de la medicina.

En la selva baja y mediana varias especies de árboles son utilizadas por los habitantes de las diferentes poblaciones que se encuentran en la región para la elaboración de carbón, como en los poblados de La Garrapata, San José Cacahuatpec y Arroyo Verde. Esta práctica supone una utilización selectiva de los árboles de la selva, basada en las especies que sirven para la elaboración de carbón y el tamaño de los individuos. Esta práctica no es tan dañina, ya que no supone la eliminación de la selva de un determinado lugar, a diferencia de lo que ocurre cuando se desmonta completamente el terreno para instalar cultivos de maíz, jamaica o de flores, que después de un corto tiempo, cuando los terrenos se vuelven infértiles, se abandonan y donde antes había selva se desarrollan bosques secundarios dominados por leguminosas espinosas, en ocasiones pertenecientes a una sola especie, como *Acacia cochliacantha* y *A. farnesiana*.

## FAUNA TERRESTRE

La evaluación de la diversidad y estado de conservación de la fauna silvestre se llevó a cabo a través de una extensa revisión bibliográfica y de trabajo de campo (Anexo VTF 1)> Sin embargo, con el trabajo de campo realizado no se puede aseverar que se tiene un inventario completo de la fauna de vertebrados de la zona, pero se tiene la suficiente información para establecer una caracterización general de la fauna existente en el área de estudio.

### Composición y riqueza de especies

La región de La Parota es muy diversa en vertebrados terrestres (Cuadro VFT5, Anexo VFT2). El trabajo de campo ha permitido afinar la lista de especies con la que se contaba originalmente al inicio del estudio del área, que comprenden 32 órdenes y 508 especies de vertebrados. El grupo mejor representado son las aves (330 especies) seguidas de mamíferos, reptiles y anfibios (Figura VFT3).

La riqueza de especies y los porcentajes entre los diferentes órdenes de la región de La Parota son similares a los observados en otras regiones de la Costa del Pacífico mexicano. El patrón de distribución latitudinal de especies está bien establecido (ver Ceballos, 1995), por lo que se esperaba que hubiera más especies que en regiones más al norte como en la Reserva Chamela – Cuixmala en la costa del Pacífico y menos especies que en la costa de Chiapas, predicción que se cumplió.

Cuadro VFT5. Diversidad de vertebrados encontrados en la región de La Parota, Guerrero. Se indica el número de especies endémicas de México y las consideradas en riesgo de extinción de acuerdo a la Norma Mexicana (SEMARNAT, 2002) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2000). Listado generado con base en información bibliográfica

CLASE	Órdenes	Familias	Géneros	Especies	Endémicas	En Riesgo
Mamíferos	8	25	74	98	19	24
Aves	19	52	202	330	43	59
Reptiles	2	20	46	59	24	24
Anfibios	3	7	14	21	9	6
TOTAL	32	104	336	508	95	113

### **Mamíferos**

Los mamíferos están representados por ocho órdenes, 25 familias, 74 géneros y 98 especies (Cuadro VFT5). Los órdenes mejor representados en número de especies son los murciélagos, carnívoros y roedores (Anexo VFT2). El resto de los órdenes tiene entre una y dos especies. Durante el trabajo de campo, se registraron seis órdenes, 17 familias y 33 especies, entre los que destaca la presencia del oso hormiguero *Tamandua mexicana*, del puma *Puma concolor* y del zorrillo pigmeo *Spilogale pygmaea*, ya que están incluidos en las listas de especies en riesgo (Anexo VFT 2). Es de interés hacer notar que la presencia de puma fue confirmada por el hallazgo de excretas pertenecientes a dicho animal y que contenían restos de armadillo.

### **Aves**

En el área de estudio se han registrado 330 especies de aves pertenecientes a 202 géneros, 52 familias y 19 órdenes (Cuadro VFT5, Anexo VFT2). El orden mejor representado, Passeriformes (pájaros), contribuye con 152 especies (47%), seguido los otros órdenes. En el Anexo VFT 2 se presenta a las especies registradas en el trabajo de campo y las localidades en las que se registraron.

Para tomar en cuenta los movimientos migratorios de las aves, en la lista se señalan no sólo a las aves que son endémicas a México durante todo el año (32 especies), sino también a las migratorias cuya distribución invernal es restringida a México (11 especies).. De estas 43 especies con distribuciones totales o invernales restringidas a México, 15 son particularmente vulnerables a la fragmentación o perturbación de su hábitat y a la captura por parte del hombre. Las tres especies endémicas potencialmente más amenazadas por la sobreexplotación para el comercio de aves enjauladas son *Amazona finschi*, *Amazona oratrix* y *Passerina leclancherii*. Las endémicas de distribuciones más restringidas que son más vulnerables a la fragmentación y alteración del hábitat son *Xenotriccus mexicanus*, *Deltarhynchus flammulatus*, *Vireo nelsoni*, *Granatellus venustus* y *Amaurospiza relicta*.

### **Reptiles y anfibios**

En el área de estudio se han registrado 80 especies de reptiles y anfibios, de las cuales 21 son anfibios y 59 reptiles (Cuadro VFT5, Anexo VFT2). En el trabajo de campo confirmamos la presencia de 33 de estas especies lo que corresponde al 41% del total de especies esperadas en el área. El grupo taxonómico más diverso es el de las serpientes con 31 especies seguido por los saurios con 25 especies, los anfibios anuros (ranas y sapos) con 19 especies, las tortugas representado con 3 especies y por último las cecilias (Gymnophiona) con dos especies. En el Anexo VFT 2 se presenta a las especies registradas en el trabajo de campo y las localidades en las que se registraron.

El patrón de distribución de especies entre los órdenes de reptiles y anfibios fue similar al observado en aves y mamíferos, donde la mayoría de los órdenes estuvo representada por pocas especies, pero la diversidad de órdenes en estas dos Clases fue muy baja

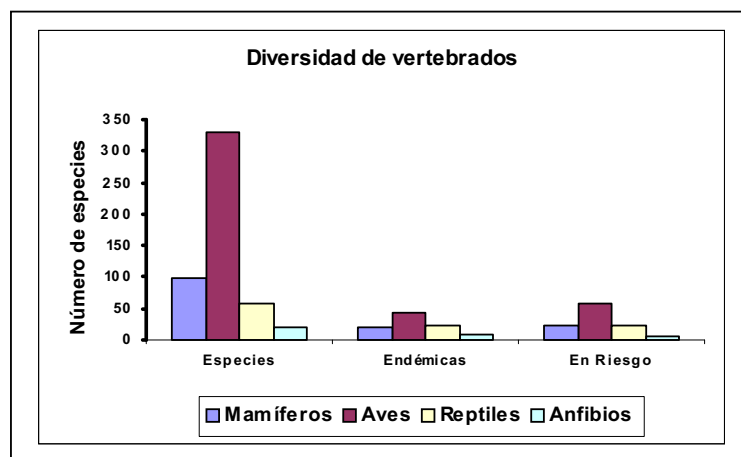


(Anexo VFT2). En reptiles y anfibios las serpientes y las ranas hílidos fueron los grupos más diversos.

En el área de estudio se ha detectado la presencia de especies importantes por ser microendémicas como *Anolis taylori*, *A. dunnii*, y *Rana sp.* “forma Papagayo”. *A. taylori* es una especie de lagartija descrita en 1945 de ocho ejemplares procedentes una milla al norte de Acapulco, Guerrero (Smith & Spieler, 1945). Desde entonces sólo ha sido registrada en varios parches de selva mediana subcaducifolia al norte de Acapulco, esta especie se encuentra dentro del grupo *A. gadovii* que incluye también a las especies *A. dunnii* y *A. gadovii* (Fitch, 1976; Lieb, 1981). Las diferencias morfológicas entre estas tres especies no han sido claramente definidas. *A. dunnii* se ha registrado en Guerrero solamente en una localidad al norte Agua de Obispo y en Palo Blanco, sin embargo existe una población de esta especie 300 Km al norte en el oeste de Michoacán (cerca de Arteaga, Duellman, 1961). Esta situación requiere sin duda de un estudio taxonómico detallado. Finalmente, *A. gadovii* es una especie que sólo se conoce de Tierra Colorada. En este estudio la especie se registró exclusivamente en el Cerro Tepehuaje y se piensa que algunas de sus poblaciones han sido extirpadas de las áreas adyacentes al cerro ya que no fue registrada en localidades donde anteriormente era muy abundante, como Palo Gordo (Fitch, 1976); en esta última localidad el hábitat original ha sido seriamente transformado por las actividades humanas.

La especie de rana que se registró a la orilla del río Papagayo (El Chamizal) pertenece al grupo *Rana forreri* (Hillis et al., 1983; Zaldivar-Riverón, et al., 2003), es una especie aparentemente conocida desde la década de los de los 80's (Hillis et al., 1983). Los registros de esta rana son escasos y permiten ubicarla exclusivamente a lo largo del río Papagayo sin embargo, no es posible definir aún su distribución.

Figura VFT3. Riqueza de especies de vertebrados terrestres en el área de afectación indirecta de La Parota.



Las especies que fueron detectadas durante los trabajos de campo en el área de estudio se indican en el anexo correspondiente a flora, aves, mamíferos y reptiles.

### **Especies prioritarias para la conservación**

Para determinar a las especies que se consideran prioritarias para la conservación se evaluaron las reconocidas en peligro de extinción, las endémicas de México, las de distribución restringida y las encontradas exclusivamente en selvas estacionales, siguiendo el esquema de Ceballos *et al.* 1998; (Cuadro VFT6). Esta clasificación se basa en dos premisas fundamentales: por un lado, considera como prioritarias a especies a las que ya se ha determinado que se encuentran en peligro de extinción. Por otro lado, también considera como prioritarias a especies que presentan características asociadas a una mayor vulnerabilidad a la extinción, que son las de distribuciones restringidas, con mayor énfasis en las endémicas de México, y las que están especializadas en un solo tipo de hábitat. Se consideraron como especies de distribución restringida aquellas que tienen rangos de distribución menores de 50 000 km<sup>2</sup>, siguiendo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2000). Existe abundante literatura que indica la relación entre la probabilidad de extinción, rangos geográficos y especialización de hábitat.

Cuadro VFT6. Jerarquización de las especies de fauna y flora para priorizar su conservación (Modificado de Ceballos *et al.*, 1998).

---

#### I. Especies clasificadas en peligro extinción

- ◇ Especies endémicas de distribución restringida
  - Exclusivas de un tipo de vegetación
  - No exclusivas de un tipo de vegetación
  
- ◇ Especies de amplia distribución
  - Endémicas
    - Exclusivas de un tipo de vegetación
    - No exclusivas de un tipo de vegetación
  
  - No endémicas
    - Exclusivas de un tipo de vegetación
    - No exclusivas de un tipo de vegetación

#### II. Especies de distribución restringida

- ◇ Especies endémicas
  - Exclusivas de un tipo de vegetación
  - No exclusivas de un tipo de vegetación
  
- ◇ Especies no endémicas
  - Exclusivas de un tipo de vegetación
  - No exclusivas de un tipo de vegetación

### **Especies bajo régimen de protección legal**

Ciento trece especies de la fauna que ha sido reportada para el área de estudio se encuentran catalogadas en riesgo de desaparición, según la NOM-059-ECOL-2001, CITES y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Este número es considerable ya que representan el 23% del total de las especies (Cuadro VFT7; Figura VFT3). Las aves es el grupo que presenta el mayor número de especies en riesgo (59 especies, 52,2%), e incluye a especies como la paloma (*Columbina passerina*), el halcón (*Falco femoralis*), vireo enano (*Vireo nelson*) y el jilguero piñero de Chiapas (*Carduelis pinus*). Le siguen los reptiles (24 especies, 21,2%) con especies como la iguana (*Iguana iguana*) y la víbora de cascabel (*Crotalus durissus*). Los mamíferos en riesgo de extinción incluyeron a 24 especies (21,2%) como el murciélago (*Musonycteris harrisoni*), el jaguarundi (*Herpailurus yagouaroundi*) y el zorrillo pigmeo (*Spilogale pygmea*). Finalmente, los anfibios tuvieron seis especies (5,4%), como la rana (*Rana forreri*) y el sapo (*Bufo gemmifer*).

Cuadro VFT7. Grupos de especies analizados para determinar a las especies prioritarias para la conservación del área de estudio. .

	Mamíferos	Aves	Reptiles	Anfibios
En peligro de extinción	24	59	24	6
Endémicas	19	43	24	9
Distribución restringida	0	2	6	8
Especialistas en selvas	36	94	25	7
Especialistas selva mediana	8	17	5	2
Prioritarias	19	53	15	6

### **Especies endémicas**

Un número alto de las especies registradas en el área de estudio son endémicas de México (Cuadro VFT7; Figura VFT3). Entre los vertebrados por lo menos 95 especies son endémicas de las selvas bajas y medianas del Pacífico en México. El mayor número de especies endémicas es el de aves (43 especies, 45,2%), e incluye especies como la chachalaca (*Ortalis poliocephala*), la codorniz (*Philortyx fasciatus*) y la cotorra frente púrpura (*Amazona finschi*). Es importante indicar que con el objetivo de tomar en cuenta los movimientos migratorios de las aves, en el anexo VFT2 se señalan no sólo a las aves que son endémicas a México durante todo el año (33 especies), sino también a las migratorias cuya distribución invernal es restringida a México (11 especies); la pérdida de hábitat en México impacta significativamente a su supervivencia de la misma manera y con la misma magnitud.

El segundo grupo con mayor número de especies endémicas es el de los reptiles (24 especies, 25,3%), con serpientes como *Leptophis diplotropis*, lagartos como la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) y el escopión (*Heloderma horridum*), y tortugas como el casquito (*Kinosternon integrum*). Los mamíferos endémicos incluyeron 19 especies (20%), y especies como el tlacuachín (*Tlacuatzin canescens*), un murciélago nectarívoro (*Musonycteris harrisoni*) y el zorrillo pigmeo (*Spilogale pygmea*). A pesar de que anfibios fue el grupo con el menor número de especies endémicas, en porcentaje fue el que

presentó la mayor proporción (40%), e incluyó básicamente a ranas y sapos como *Bufo gemmifer*, *Pachymedusa dacnicolor* y *Eleutherodactylus rugulosus*.

La concentración de especies endémicas en la región de La Parota es similar al de otras regiones en la costa del Pacífico (Flores Villela, 1993; Ceballos y García, 1995). De hecho para vertebrados terrestres con excepción de anfibios, las selvas tropicales del Pacífico son, junto con algunos bosques mesófilos y de coníferas, las regiones de México con las mayores concentraciones de especies endémicas, lo que las hace prioritarias para la conservación a nivel nacional y continental.

### **Especies de distribución restringida**

Las especies de distribución restringida se consideran más susceptibles a las perturbaciones antrópicas que las especies de distribución amplia. De especial interés para las evaluaciones de impacto ambiental son las especies de distribución restringida que además son endémicas de México o se encuentran en riesgo de extinción (Figura VFT3; Cuadro VFT7; Anexo VFT2). El mayor número de especies con distribución restringida se encuentra en anfibios, seguidos de reptiles y aves. No se identificaron mamíferos con esta característica. Varias de estas especies como geckos (*Phyllodactylus delcampoi*), anolis (*Anolis dunnii*, *Anolis gadovii*), sapos (*Bufo gemmifer*) y ranas (*Rana sp* forma “papagayo”) sólo se conocen de la región de La Parota. Todas estas especies con excepción del la *Rana sp* forma “Papagayo” se encuentran totalmente fuera del área de influencia directa de la obra.

### **Especies exclusivas de selvas bajas y medianas**

La especificidad del hábitat puede ser usada como un indicador de la fragilidad o vulnerabilidad de una especie a la extinción global o local, causada por perturbaciones antropogénicas. Entre más especializada este una especie mayor será su fragilidad. Un total de 162 especies son especialistas de selvas en general y 32 especies de selvas medianas en particular (Cuadro VFT7; Anexo VFT2).

El mayor número de especies especialistas de selvas son las aves (94). De éstas, 32 son particularmente vulnerables por ser endémicas a México con distribución (o distribución invernal) que ocupa menos del 15% de la República. Particularmente amenazadas están *Otus seductus*, *Centurus hypopolius*, *Vermivora luciae*, *Granatellus venustus* y *Amaurospiza relicta*.

En mamíferos se reconocieron 36 especies como exclusivas de selvas, de las cuales 11 son particularmente vulnerables por ser además endémicas de México. Entre los reptiles 25 especies son exclusivas de selvas, y 22 endémicas de México y con distribución restringida. Finalmente, entre los anfibios siete especies se clasificaron como especialistas de selvas, de las cuales dos son además endémicas de México.

**Especies prioritarias para su conservación**

En este apartado se enuncian las especies reportadas para el área de estudio que debido a sus características están incluidas como prioritarias para la conservación. Es importante enfatizar, como se menciona en la sección de vegetación y flora, que existe una zona relativamente extensa y bien conservada que incluye a los Cerros Tepehuaje y Las Piñas. Los resultados del trabajo de campo indican que el mayor número de las especies aparentemente nuevas de plantas, además de las endémicas y en peligro de extinción se encuentran en esa zona. Por lo tanto parece ser la zona más propicia para la conservación de estas especies prioritarias por medio del establecimiento de medidas de manejo y de un área natural protegida.

Las especies que se consideran de mayor prioridad para la conservación son las siguientes:

**MAMÍFEROS**

***Tamandua mexicana*** (Saussure, 1860): Este oso hormiguero se distribuye desde México hasta el norte de América del Sur al oeste de los Andes. En México se encuentra en las zonas tropicales, desde Michoacán en la vertiente del Pacífico, y la Huasteca Potosina en la vertiente del Golfo, hasta Chiapas y la península de Yucatán. Se encuentra predominantemente en el bosque tropical perennifolio, bosque tropical subcaducifolio, bosque tropical caducifolio, bosque mesófilo de montaña, así como en manglares. Es capaz de vivir en áreas transformadas a actividades agropecuarias (e.g. potreros), sobretodo si están próximas a sitios con vegetación natural. Se encuentra en el Apéndice III de CITES. Debido a la destrucción de su hábitat y a la explotación a la que es sujeta la especie es probable que sus poblaciones estén declinando y en México se encuentra como amenazada. Se registró en el área de estudio (Anexo VFT2).

***Musonycteris harrisoni*** Schal & McLaughL, 1960: Es un murciélago endémico de México, restringida a las áreas cubiertas con selva baja y matorral seco del occidente de México. Se le ha encontrado en localidades de la costa del Pacífico y de la depresión del Balsas. Se conoce solamente de áreas que originalmente estaban cubiertas con bosques tropicales caducifolios o con matorrales xerófitos cercanos a esos bosques. No se encuentra en ninguna lista oficial de especies en peligro. Su extrema rareza y densidad local baja, su área de distribución restringida y su gran especificidad de hábitat que sugiere que esta especie estaría seriamente amenazada en caso de que su hábitat fuese perturbado. El género *Musonycteris* es endémico de México. En la región de La Parota hay registros y en el área de estudio se encuentra hábitat apropiado para la especie.

***Artibeus hirsutus*** Andersen, 1906: Es un murciélago endémico de México que se distribuye en la vertiente del Pacífico, desde el sur de Sonora hasta el sur del estado de Guerrero penetrando a las tierras bajas del Eje Neovolcánico hasta el estado de Morelos. Prefieren sitios de vegetación tropical sin perturbar. Se refugian en cuevas, minas abandonadas y en ocasiones casas habitación. Es una especie poco común de la que se conoce poco sobre sus poblaciones. Se registró en las selvas del área de estudio (Anexo VFT2).

***Leopardus pardalis*** (Linnaeus, 1758): El ocelote se encuentra en regiones tropicales y subtropicales desde el sur de Texas, en los Estados Unidos, hasta el norte de Argentina.

En México se distribuye a lo largo de las planicies costeras del Pacífico y del Golfo de México, desde los estados de Sinaloa y Tamaulipas, hacia el sur, incluyendo a toda la península de Yucatán. Habita principalmente en los bosques tropicales perennifolio, subcaducifolio, caducifolio y en manglares. El ocelote está permanentemente bajo una fuerte presión de caza sin control con el objeto de comerciar con su piel. Se encuentra en el Apéndice II de CITES y bajo la categoría de vulnerable para la UICN. En México tiene el status de especie en peligro de extinción y su caza está prohibida. Al igual que el jaguar, sus mayores amenazas son la destrucción del hábitat y la caza sin control. La prohibición internacional del comercio de ocelote ayudó a la recuperación de sus poblaciones en las últimas décadas. Los pobladores locales son quienes indicaron su presencia en el área de estudio .

***Leopardus wiedii*** (Schinz, 1821): El tigrillo habita en las regiones tropicales y subtropicales desde el norte de México hasta el norte de Argentina. En México se distribuye en zonas costeras del Pacífico y del Golfo de México, desde Sinaloa y Tamaulipas hacia el sur y en la península de Yucatán. Habita en los bosques tropicales perennifolio, subcaducifolio y caducifolio, en manglares y en bosque mesófilo. Aparece en el Apéndice I de CITES y como vulnerable en la lista roja de la IUCN. En México está en peligro de extinción y su caza está prohibida. No existe algún estudio sobre su población en el país, pero es común en los bosques tropicales no alterados por el hombre, posiblemente su situación sea más crítica que la del ocelote. En el área de estudio los pobladores locales lo reconocen, pero no se registró en el trabajo de campo. *Es posible que esté localmente extinto.*

***Puma concolor*** (Linnaeus, 1771): El puma es uno de los mamíferos con la distribución más amplia en América. En México se le ha registrado en todo el país. Se le puede encontrar en el bosque tropical caducifolio, subcaducifolio o perennifolio, bosque espinoso, matorral xerófito y bosque mesófilo de montaña. El puma es considerado por la SEMARNAT como especie cinegética que requiere un permiso especial para ser cazada de acuerdo al Calendario Cinegético de la misma secretaria. Mientras que, en la NOM-059-ECOL-2001 es considerada como una especie que requiere protección especial. De acuerdo a CITES y UICN, ciertas subespecies se encuentran en peligro de extinción. Se registró en el área de estudio (Anexo VFT2).

***Panthera onca*** (Linnaeus, 1758): A pesar de que existen registros históricos de jaguar en la región de La Parota es casi seguro que *la especie está localmente extinta* por la pérdida de hábitat y la caza sin control.

***Lontra longicaudis*** (Olfers, 1818): La nutria se encuentra distribuida en las vertientes de las grandes Sierras, regiones subtropicales y tropicales, húmedas y secas de México, y América Central hasta Panamá. Habita en vegetación riparia asociada con bosque mesófilo de montaña, bosque tropical perennifolio, bosque tropical caducifolio y bosque tropical subcaducifolio. Se encuentra en la lista de especies amenazadas en México, y está protegida por la Ley General de Vida Silvestre. Se encuentra enlistada en el Apéndice I del CITES, como especie en peligro de extinción. Las poblaciones de nutria neotropical en México se encuentra en buen estado de conservación, dependiendo de la lejanía a los centros de población, industriales y de agricultura intensa. En el área de estudio los pobladores locales indicaron que todavía existen nutrias en la zona de la presa La Venta y las condiciones del hábitat son óptimas para esta especie.

***Spilogale pygmaea*** Thomas, 1898: Este zorrillo pigmeo (Fotografía VFT 28) es una especie endémica de México que se distribuye a lo largo de la estrecha franja costera tropical del Pacífico desde el norte de Mazatlán, en Sinaloa, hasta la región del Istmo de Tehuantepec, en Oaxaca. Habita principalmente en zonas de bosque tropical caducifolio, bosque tropical subperennifolio y matorral xerófito (así como en las respectivas zonas de transición), aunque también se ha observado en bosque espinoso, en dunas de arena con vegetación herbácea, y entre maleza secundaria rodeada por bosque mesófilo de montaña. La Norma Oficial Mexicana considera a esta especie en la categoría de amenazada. Se registró en el área de estudio (Anexo VFT2).



Fotografía VFT28. El zorrillo pigmeo (*Spilogale pygmaea*) es una especie prioritaria para la conservación.

***Potos flavus*** (Schreber, 1774): La martucha se distribuye desde el sur de México, por el Pacífico desde la costa de Guerrero, y por el Golfo de México desde el sur de Tamaulipas, incluyendo parte de la península de Yucatán, hasta la zona de Matto Grosso en la parte central de Brasil. Habita principalmente el bosque tropical perennifolio. Se le ha reportado además en selva mediana subcaducifolia y baja caducifolia, vegetación riparia y en estados secundarios y perturbados de selva alta, y ocasionalmente en huertos. La martucha prefiere, sin embargo, sitios no perturbados y estadíos maduros de bosque tropical perennifolio. Se encuentra catalogado en el Apéndice III del CITES para Honduras y se la considera como una especie frágil en México. Es posible que en el área de estudio ya no exista por la destrucción de su hábitat.

***Hodomys alleni*** (Merriam, 1892): Es una especie de rata endémica de México (Fotografía VFT 29), con una distribución restringida a la vertiente del Pacífico desde el Rosario, Sinaloa hasta Acapulco, Guerrero. Habita en selva tropical caducifolia, matorral espinoso y chaparral espinoso, vegetación secundaria y cultivos como cocotales, plantaciones de mango, maizales o cultivos de melón. *Hodomys alleni* no aparece registrada en las listas de CITES, ni en las de IUCN o en la Norma Oficial Mexicana, en ninguna categoría de riesgo. Esta especie se encontró en las selvas medianas en el área de estudio (Anexo VFT2).



Fotografía VFT29. Rata (*Hodomys alleni*). Selva mediana subcaducifolia, Tepehuanes.

#### REPTILES

***Heloderma horridum*** (Wiegmann, 1829): El escorpión es la única lagartija venenosa en México. Se distribuye en las tierras bajas de la vertiente del Pacífico, desde el sur de Sonora hasta el norte de Guatemala. Suele encontrarse durante el día en zonas de selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia y el matorral xerófito. Son raras y la Norma Oficial Mexicana la considera amenazada. En la lista roja de UICN se encuentra como vulnerable. Esta especie se encontró en las selvas medianas en el área de estudio (Anexo VFT2).

***Anolis dunnii*** Smith, 1933: Es una especie de lagartija endémica de México (Fotografía VFT30). Se conoce de varias localidades en el centro-oeste de Guerrero, con una población disyunta en Michoacán. Se ha registrado en bosques de pino-encino y selva baja caducifolia en altitudes que van de los 900 hasta los 1200 m. La Norma Oficial Mexicana la considera bajo Protección especial. Esta especie se encontró en las selvas medianas en el área de estudio en el Cerro El Tepehuaje (Anexo VFT2).



Fotografía VFT30. Anolis (*Anolis dunnii*). Selva mediana subcaducifolia. Cerro Tepehuaje.

***Anolis gadovii*** Boulenger, 1905: Es una lagartija endémica de México cuya distribución se encuentra restringida a los alrededores de Tierra Colorada, Guerrero. Habita entre rocas y riscos dentro de selva mediana subcaducifolia. Esta especie se encontró en las selvas medianas en el área de estudio en el Cerro El Tepehuaje (Anexo VFT2).



***Anolis nebulosus*** (Wiegmann, 1834): Es una lagartija endémica de México. Se distribuye a lo largo de la vertiente del Pacífico, desde el sur de Sonora hasta Guerrero. Suele encontrarse en las ramas y troncos de los árboles en diferentes ambientes como la selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia y la vegetación riparia. Esta especie se encontró en el área de estudio (Anexo VFT2).

***Lampropeltis triangulum*** (Lacépède, 1788): Comúnmente llamada “falsa coralillo” (Fotografía VFT31). Es una especie de serpiente de amplia distribución en Norteamérica conocida como falsa coralillo. Se encuentra desde el sur de Canadá y el oeste de Estados Unidos, México, y Centro América hasta el norte de Venezuela. Habita en la selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia y en zonas de cultivo y vegetación secundaria. La Norma Oficial Mexicana la considera como amenazada. Esta especie se encontró en el área de estudio (Anexo VFT2).



Fotografía VFT31. *Lampropeltis triangulum* (Falsa coralillo). Selva baja y Vegetación riparia ,El Chamizal.

***Leptophis diplotropis*** (Günther, 1872): Comúnmente llamada “bejuquillo verde”. Es una serpiente endémica de México habita en la costa del Pacífico desde Nayarit, incluyendo las Islas Marías hasta el Istmo de Tehuantepec aunque existen algunos registros no confirmados en Sonora y Sinaloa. Es una especie tropical que suele habitar en zonas de selva baja, selva mediana y bosques de encino. Está incluida dentro de la Norma Oficial Mexicana en la categoría de amenazada (A). Con frecuencia es perseguida ya que su mordedura es ligeramente venenosa. Esta especie se encontró en el área de estudio (Anexo VFT2).

***Loxocemus bicolor*** Cope, 1861: Esta boa es la única especie de la familia que se distribuye en las tierras bajas de la vertiente del Pacífico, desde Nayarit hasta Costa Rica. (Fotografía VFT32). Suele encontrarse en zonas de selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia, vegetación riparia e incluso en zonas de cultivo y vegetación secundaria. La Norma Oficial Mexicana la considera bajo Protección especial. Esta especie se encontró en el área de estudio (Anexo VFT2).



Fotografía VFT32. La boa rosada (*Loxosemus bicolor*). Selva baja y Vegetación riparia. El Chamizal.

***Rhinoclemmys pulcherrima*** (Gray, 1855): Comúnmente llamada “tortuga payaso”. Es una tortuga que habita en las tierras bajas de la vertiente del Pacífico, desde el sur de Sonora hasta Costa Rica (Fotografía VFT33). No son muy comunes y suelen refugiarse debajo de la tierra. Se les encuentra en zonas de selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia, y en vegetación riparia. Esta especie se encontró en el área de estudio (Anexo VFT2).



Fotografía VFT33. *Rhinoclemmys pulcherrima*. Vegetación riparia, El Chamizal.

#### ANFIBIOS

***Bufo gemmifer*** Taylor, 1939: Es un sapo endémico de México que se distribuye exclusivamente en áreas de selva baja caducifolia y matorrales xerófitos al norte y oeste de Acapulco, Guerrero. La Norma Oficial Mexicana la considera bajo protección especial. Se encuentra dentro del área de afectación indirecta del proyecto. Esta especie no se registra en el área de estudio, pero sabemos que se encuentra en el área de estudio por los registros en la literatura.

***Ptychohyla erythroma*** (Taylor, 1937): Es una especie de rana endémica de México que se distribuye en el sur de Guerrero. Habita en áreas de selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia en altitudes de 700 a 900 m aunque se puede encontrar en bosques de encinos a mayor altitud. Se le ha registrado en la región de La Parota por registros en la literatura, pero no se encontró en el área de estudio.

***Eleutherodactylus rugulosus*** (Cope, 1870): Es una especie endémica de México que se distribuye a lo largo de la costa del Pacífico desde Guerrero, en la cuenca de los ríos Balsas y Papagayo hacia el este hasta el sur de Puebla y Oaxaca y llegando al suroeste de Chiapas. Suele encontrarse a lo largo de las riberas de los ríos debajo de rocas y arena en diferentes ambientes como la selva baja caducifolia, bosques de encino y bosques de coníferas. No se encontró en el área de estudio a pesar de que es una especie común y con numerosos registros en la literatura que indican que es abundante en la zona.

***Rana sp “forma Papagayo”***: Es una especie de rana endémica de México que se distribuye exclusivamente en las riberas del río Papagayo (Fotografía VFT34). Hasta el momento sólo se ha registrado en dos localidades, El Guayabal y El Chamizal. Por ser una nueva especie no está considerada en la Norma Oficial Mexicana, sin embargo es importante por que además de que se distribuye solo en la Cuenca del Río Papagayo es una especie no descrita para la ciencia. Esta especie se encontró en el área de estudio (Anexo VFT2). De acuerdo con un análisis preliminar de las características de la cuenca del río Papagayo, hay otras zonas aguas arriba y aguas abajo fuera del área que será embalsada con características similares a los donde fue colectada esta especie, en las cuales es posible que se encuentre. Es prioritario que se evalué la presencia de esta especie en tales áreas.



Figura VFT34. Ejemplar adulto de la especie nueva para la ciencia (*Rana sp forma papagayo*).  
Vegetación riparia, El Chamizal

***Rana zweifeli*** Hillis, Frost y webb, 1984: Es una especie de rana endémica de México que se distribuye en tierras bajas del Pacífico desde Colima y Jalisco hasta Michoacán, Guerrero y al centro en Morelos y el Estado de México. Suele encontrarse en áreas de selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia y puede tolerar ambientes perturbados y vegetación secundaria. Se infiere su presencia por los registros en la literatura.

### **Usos**

Desde mucho antes de la llegada de los europeos a América, las culturas mesoamericanas daban diferentes usos a la flora y la fauna silvestre, En la región de La Parota los campesinos usan de varias maneras a la fauna. En el trabajo de campo se constataron algunos de estos.

### **Autoconsumo**

Uno de los animales más apreciados en la región de La Parota es la iguana (*Ctenosaura pectinata Iguana iguana*) ya que se caza para autoconsumo de manera muy común e incluso se vende a turistas preparada en diferentes platillos.

Entre los mamíferos mas comúnmente utilizados para autoconsumo se encuentra el armadillo (*Dasypus novemcinctus*), el venado (*Odocoileus virginianus*), la ardilla de árbol (*Sciurus aureogaster*). Los armadillos por otra parte, son utilizados como alimento en la región bajo la creencia de tener virtudes curativas como acontece con otros mamíferos, como los zorrillos, por ejemplo, cuya carne y sangre se cree que alivia ciertas enfermedades.

Sin embargo, la destrucción de las selvas y las actividades del ser humano, han ocasionado que los recursos para la flora y la fauna sean cada vez más escasos y por lo tanto que desaparezcan sus poblaciones a un ritmo muy acelerado.

### **Valor científico**

El valor científico de las especies de fauna es evidente si se considera el papel fundamental que juegan para mantener la estructura y función de los ecosistemas, y los bienes y servicios ambientales que proveen. Un buen ejemplo de esto son los murciélagos que polinizan y dispersan muchas especies de plantas de las selvas. La desaparición de estos murciélagos tiene consecuencias a nivel de todo el ecosistema.

Además de esto, es importante enfatizar que las especies endémicas y de distribución restringida y en alguna categoría de conservación son fundamentales para evaluar las prioridades de conservación de esta región. Ejemplo de estas especies son el ratón tlacuache (*Marmosa canescens*), que es endémico de las selvas secas; el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) se encuentra en peligro de extinción y la posible presencia de varios felinos que se encuentran el algún riesgo de conservación. Importantes por este valor serían también las tres especies con menor extensión de área ocupada en el país y que potencialmente estarían en la región: *Musonycteris harrisoni*, *Spilogale pygmaea* y *Orthogeomys grandis*.

**Comercio**

Aunque cada vez son más escasos los sitios con una cobertura vegetal que permitan la permanencia de diferentes especies, existen en la región especies que soportan cierto grado de perturbación y que todavía son cazadas para venderlas como mascotas e, incluso, para utilizar su piel y venderlos como artesanía. De los mamíferos más cazados en la región de la Parota se encuentran: el armadillo *Dasybus novemcinctus*, el mapache (*Procyon lotor*), el zorrillo (*Conepatus mesoleucus*) y el venado (*Odocoileus virginianus*).

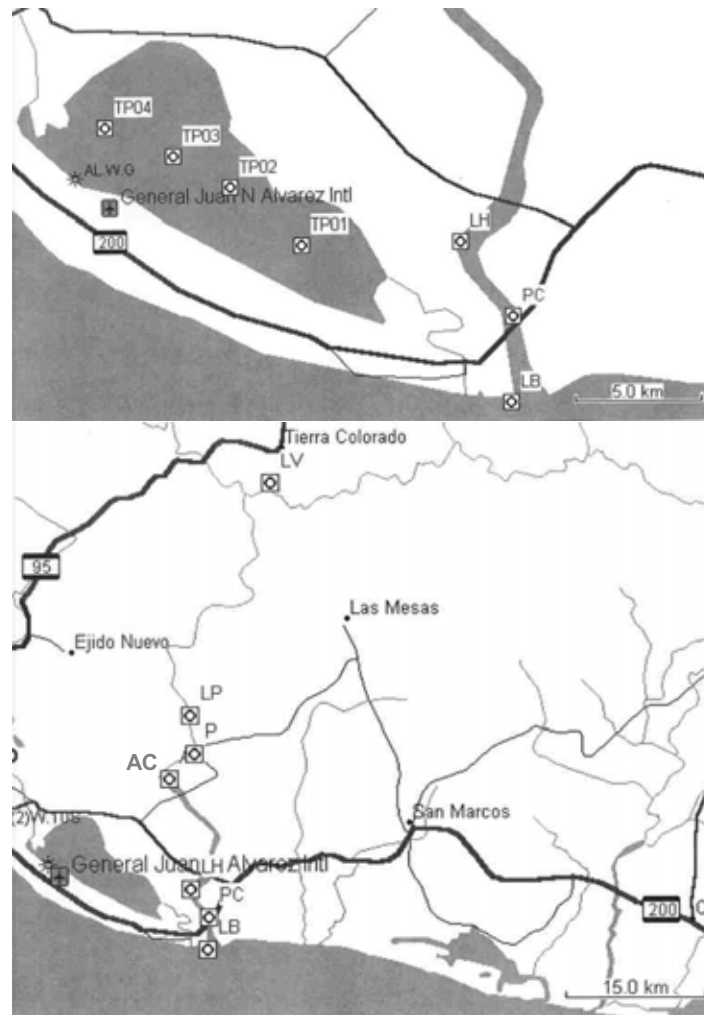
A pesar de que no se constató en el trabajo de campo, pobladores locales informaron que algunas especies de aves, especialmente pericos (*Aratinga* y *Amazona*) y aves de ornato como *Passerina leclancherii* son capturadas para el mercado nacional de mascotas.

#### **IV.1.2.2 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

El área de estudio para realizar la caracterización de los componentes bióticos (Plancton, Bentos, Ictiofauna) y socioeconómicos (pesquerías) del sistema acuático se circunscribió a los ambientes acuáticos epicontinentales –limnológicos- involucrados; éstos son:

- a) el ambiente lótico constituido por el río Papagayo, desde su conjunción con el río Omitlán y hasta su desembocadura, y
- b) el ambiente léntico compuesto por la Laguna de Tres Palos y el embalse de la hidroeléctrica La Venta; localizada aguas arriba de donde se planea construir la cortina de la presa La Parota.

El área abarca desde la conjunción de los ríos Omitlán y Papagayo a la altura de la hidroeléctrica La Venta (17° 08.192' N, 99° 32.514' W, 131 msnm) hasta la barra del río (16°41.198' N, 99° 36.330' W, 0 msnm); por el otro lado, se incluye la Laguna de Tres Palos por considerar que el proyecto en el largo plazo pudiera tener influencia sobre sus características (Fig. FVA 1)



Estación	Latitud N	Longitud W	Z (m)	a (m)
TP1 Tres Palos 1	16° 44.336'	99° 40.582'	4.5	5
TP2 Tres Palos 2	16° 45.486'	99° 42.338'	6.5	2
TP3 Tres Palos 3	16° 42.279'	99° 43.500'	6.8	2
TP4 Tres Palos 4	16° 47.055'	99° 45.205'	7.1	1
LV La Venta	17° 08.192'	99° 32.514'	ND	131
LP La Parota	16° 54.628'	99° 37.371'	ND	27
P Parotillas	16° 52.472'	99° 37.148'	ND	27
AC Aguas Calientes	16° 51.039'	99° 38.670'	ND	25
LH La Hacienda	16° 44.617'	99° 37.423'	ND	9
PC Puente Caído	16° 43.032'	99° 36.283'	ND	5
LB La Boca	16° 41.198'	99° 36.330'	ND	1

Figura FVA 1. Ubicación de las estaciones de muestreo en la Laguna de Tres Palos (arriba) y el Río Papagayo (al centro). En el panel inferior se indica la localización geográfica, profundidad (Z) y altura sobre el nivel del mar (a) de las estaciones de muestreo realizadas en la Laguna de Tres Palos (TP) y el Río Papagayo. (ND = no determinado).

#### IV.2.2.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

##### Análisis de antecedentes bibliográficos

Como parte del marco teórico de esta caracterización, en este apartado se presenta inicialmente un resumen de la información bibliográfica sobre plancton y bentos, analizada para elaborar el escenario retrospectivo de esta biota. Las referencias consideradas para ello se enlistan en el anexo AFPVA 7.

- Fitoplancton

De acuerdo con la Manifestación de Impacto Ambiental de TecnoConsult, en marzo de 1994 se encontraron 48 géneros de fitoplancton. Sin embargo, sólo la mitad de ellos son verdaderamente planctónicos, siendo el resto algas bentónicas desprendidas del sustrato e incluso hay algunas algas macroscópicas. Se reportan géneros de la mayor parte de los grupos taxonómicos establecidos a la fecha (clorofitas, diatomeas, cianoficeas, criptofitas, euglenofitas, dinoflagelados, etc.), pero los nombres se toman con muchas reservas debido a que los cuantiosos errores en la escritura de los mismos hacen presumir que las muestras no fueron revisadas por una persona con la calificación necesaria.

De la Laguna de Tres Palos se cuenta con información más antigua. Los resultados de fitoplancton que presentan Barrera (1975) y Sevilla et al. (1980) son los mismos, obtenidos por una campaña realizada en la Laguna de Tres Palos en septiembre de 1971. Esta información corresponde por lo tanto a la comunidad fitoplanctónica presente durante la temporada de lluvias.

El método empleado para realizar los recuentos de algas tiene un gran margen de error, aunque es útil para hacer comparaciones *grosso modo* dentro de un mismo estudio: la densidad de organismos era más o menos homogénea horizontalmente, presentándose sin embargo un gradiente vertical con densidad algal decreciente a mayor profundidad.

La composición del fitoplancton se describe como predominantemente de agua dulce, con una influencia marina mínima. A pesar de encontrarse un total de 42 géneros, principalmente cianoficeas, diatomeas y cloroficeas, se observó que en la mayoría de las zonas muestreadas, más del 70% de los individuos correspondieron a las cianoficeas *Microcystis*, *Anabaena* y *Spirulina*. De manera particular, *Microcystis* formaba masas flotantes, limitando la penetración de la luz en la columna de agua a un máximo de 0.5 m medido con disco de Secchi. La dominancia numérica de *Microcystis* sp. es mencionada también por Lemos et al. en 1978 a partir de un estudio bimensual, infiriéndose que esta dominancia se presentaba a lo largo de todo el año.

Con las reservas debidas a que sólo se conocen los géneros pero no las especies, se puede comentar que las algas presentadas como dominantes son características de ambientes someros, eutróficos, con limitación de luz en la columna de agua. Algunas especies de *Anabaena* suelen abundar cuando la proporción de nitrógeno es baja frente a la de fósforo.

Además, bajo ciertas condiciones ambientales, algunas cepas de *Microcystis* pueden ser tóxicas para la micro y macrofauna acuática, y para los vertebrados terrestres que consuman el agua del sistema en el que se encuentren estas algas. Los autores de estos trabajos determinaban que la Laguna de Tres Palos era eutrófica, proceso que ha avanzado hasta llevar al sistema al estado hipertrófico en el que hoy se encuentra (Arriaga et al. 2000), en el que



puede deducirse, la comunidad de fitoplancton seguirá dominada por especies propias de ambientes ricos en nutrientes, con poca luz en la columna de agua.

- Microfitobentos (Perifiton)

En la Manifestación de Impacto Ambiental de Tecnoconsult aparece un listado de algas que se reportan como fitoplancton. Sin embargo, por lo menos la mitad de los géneros ahí reportados no son planctónicos, sino bentónicos, que suelen encontrarse en la columna de agua tras ser desprendidos de sus sustratos por diversas causas. Entre estos géneros hay algunos de algas verdes que forman “matas” visibles conocidas como “lama”, por ejemplo *Spirogyra* y *Zygnema*. El de las diatomeas es el grupo que aporta el mayor número de géneros en este apartado. Se encontró una mayor diversidad en la zona de La Venta, disminuyendo aguas abajo hacia la desembocadura del río. Los numerosos errores y discordancias en la escritura de los nombres científicos de las algas hacen sospechar que los autores del trabajo no están familiarizados con estos organismos, por lo que los nombres reportados se tomaron con muchas reservas.

- Microzooplancton (Protozooplancton)

Las muestras de Barrera (1975) fueron obtenidas en el año de 1971. Dentro de los organismos del plancton encontrados en la laguna de Tres Palos se menciona la presencia de protistas ciliados de los géneros *Stylonychia*, *Strombilidium*, *Vorticella*, *Vaginicola*, *Cothurnia*, *Epystilis* y *Zoothamnium*. De éstos, los últimos cinco son organismos sésiles que se encontraron habitando principalmente encima de algas. Adicionalmente, se menciona la presencia del protista sarcodino *Diffugia*, el cual es una ameba con testa.

- Zooplancton

Después de hacer una búsqueda intensiva en diversas bases de datos de ámbito nacional e internacional, podemos concluir que el metazooplancton (rotíferos, cladóceros y copépodos) del Río Papagayo no se conoce ni en sus fundamentos más básicos. En lo que respecta a la Laguna de Tres Palos, aunque existen unos cuantos trabajos realizados hace más de 20 años, estos se caracterizan por ser muy básicos y con información exigua. De los tres trabajos que se encontraron, cabe destacar el de Barrera-Huerta (1975), en el que se enlista la presencia de rotíferos (Rotifera, Monogononta) pertenecientes a los géneros *Keratella*, *Brachionus*, *Asplanchna*, *Testudinella*, *Enteroplea*, *Trichocerca*, *Collotheca* y *Filinia*. Además de estos, se menciona la presencia de algunos ejemplares de copépodos y cladóceros, los cuales no fueron determinados taxonómicamente. Los resultados presentados están basados en un solo muestreo, en 15 estaciones localizadas a lo largo y ancho de la laguna, realizado en septiembre de 1971. El autor describe una distribución más o menos homogénea en cuanto a distribución y abundancia de estos organismos, encontrando la mayor concentración en el margen oeste de la laguna en la zona cercana a la desembocadura del río La Sabana. Por su parte, los trabajos de Sevilla et al. (1980) y Yañez-Arancibia (1981), el primero basado en los resultados obtenidos por Barrera-Huerta (1975), analizan el plancton (incluido el zooplancton), básicamente como elemento primordial para el mantenimiento de los organismos explotados comercialmente (charra, camarón, robalo, lisa, mojarra y camarón prieto) en la Laguna de Tres Palos y las implicaciones sociales y sanitarias de estas pesquerías en las comunidades ribereñas.

- Macroinvertebrados bentónicos

Las referencias publicadas de 1976 a 1988 al respecto de la Laguna de Tres Palos coinciden en mencionar la presencia constante del langostino *Macrobrachium tenellum* así como, algunas, del camarón *Liptopenaeus vannamei*, ambos crustáceos bentónicos de interés comercial.

En el informe de la Corporación Internacional Tecnoconsult (1995) se hace referencia de algunos organismos presentes principalmente, en las zonas estuarinas y lagunares (estuario, canal meándrico, laguna costera) como los langostinos *Macrobrachium tenellum*, *M. occidentale*, *M. acanthochirus* y *M. americanus*, la jaiba *Callinectes*, los camarones *Liptopenaeus vannamei* y *P. stylirostris*. Se hace mención a otros crustáceos de los cuales solo se da el nombre común, estos son, “burrita” y “jaloncillo”. Sin embargo, en el mismo informe también se mencionan otros organismos sin aclarar exactamente su procedencia, aunque algunos de ellos están presentes en el ambiente lótico. Entre los anteriores se mencionan el odonato *Progomphus* (Odonata, Anisoptera, Gomphidae), la larva del díptero *Chaoborus* (Insecta, Diptera) y el caracol *Campeloma decisum* (Gastropoda, Viviparidae). Sin embargo también se hace referencia al isópodo *Ligia occidentalis* (Crustacea, Isopoda) y al anfípodo *Leucothoe* (Crustacea, Amphipoda), ambos de procedencia marina. Algunas de las determinaciones presentaban errores taxonómicos, incluso a grandes taxa (i.e., confundir Isopoda y Amphipoda) por lo cual es necesario tomar las debidas precauciones en la interpretación. Algunas identificaciones son extremadamente gruesas como, por ejemplo, se mencionan lombrices de agua (Annelida) e insectos denominados “cucarachas de agua”. Por último, se hace mención de un género *Cirula*, el cual no ha sido posible ubicar taxonómicamente.

Las densidades que se mencionan son claramente erróneas ya que, por ejemplo, se mencionan alrededor de 30 langostinos por unidad de muestreal, pero tan solo 2 lombrices de agua en la misma. Es evidente que la densidad de los anélidos debe ser muy superior, simplemente por su pequeña talla, a la de los langostinos que, en añadidura, son más difíciles de atrapar por su gran movilidad.

### **Escenario retrospectivo**

- **Fitoplancton:** Las fuentes bibliográficas indican que hace 30 años, el fitoplancton de la Laguna de Tres Palos estaba integrado por especies de agua dulce. Desde entonces y por lo menos durante algunos años más, la comunidad fitoplanctónica estaba dominada numéricamente por cianofíceas de los géneros *Microcystis*, *Anabaena* y *Spirulina*, característicos de ambientes eutróficos. Aunque se sabe que el grado de influencia marina ha variado a lo largo de las últimas décadas, no hay registro bibliográfico de cómo pudo afectar este hecho a la composición, abundancia y distribución del fitoplancton, si bien actualmente se reporta que la laguna es hipertrófica, por lo que puede presumirse que la abundancia algal se ha incrementado en los últimos años. Por su parte, no existe información retrospectiva publicada disponible para el Río Papagayo por lo cual no es factible elaborar un escenario retrospectivo.
- **Microfitobentos** (Perifiton): No es posible realizarlo ya que no existe información retrospectiva disponible.
- **Microzooplancton** (Protozooplancton): Con la escasa información retrospectiva publicada disponible al respecto no es factible elaborar un escenario retrospectivo.
- **Zooplancton:** A pesar de que la determinación de rotíferos en la bibliografía solo fue hecha hasta nivel genérico, basándose en estos datos y en las tolerancias fisiológicas reportadas para las especies de estos géneros, se puede vislumbrar que hace treinta años la Laguna de Tres Palos se caracterizaba por tener una salinidad muy baja, o con una influencia muy importante del río La Sabana, y que probablemente este sistema era eutrófico. Desafortunadamente no existe información retrospectiva publicada disponible para el Río

Papagayo, por lo cual no es factible conocer los antecedentes del zooplancton en este ambiente.

- **Macroinvertebrados bentónicos:** En cuanto a La Laguna de Tres Palos, la información que existe se limita a mencionar la presencia de “langostinos” a lo largo de los últimos 30 años, principalmente debido a que están sujetos a pesca. Las especies que se mencionan son *Macrobrachium tenellum*, *M. occidentalis*, *M. acanthochirus* y *M. americanus*. Asimismo, algunas referencias mencionan la presencia del camarón junto con el langostino. Desafortunadamente no existe información retrospectiva publicada disponible para el Río Papagayo, por lo cual no es factible saber sobre la presencia del langostino o de otros macroinvertebrados bentónicos en este ambiente.

### **Medio Biótico**

En la Tabla FVA 1 se resumen la riqueza taxonómica así como la diversidad calculada de acuerdo al índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') para cada estación y fecha de muestreo. En esta se observa que tanto la riqueza taxonómica como la diversidad biológica del Río Papagayo es mayor en la época de secas que para la de lluvias, mientras que en la Laguna de Tres Palos presentó valores constantes de febrero a octubre, con una ligera disminución en octubre. En general, en el embalse de La Venta se encontró mayor riqueza taxonómica en el plancton que la encontrada en las estaciones del Río Papagayo. Hay que considerar que tres estaciones del río no se pueden comparar ya que solo se cuenta con información de un muestreo. La situación opuesta se observó con relación al bentos.

Con respecto a la diversidad biológica en el río Papagayo, ésta también fue mayor en la época de secas con relación a la de lluvias. En el plancton, la diversidad resultó similar en el río y en La Venta, mientras que para el bentos, el río fue más diverso que la presa.

A continuación se hace un análisis detallado de cada uno de los grupos estudiados, por estación y por fecha de muestreo.

### **Vegetación acuática microscópica**

- **Fitoplancton**

El Río Papagayo y la Laguna de Tres Palos están caracterizados por comunidades de fitoplancton muy bien diferenciadas entre sí, en cuanto a su composición y su abundancia. El fitoplancton del río pudo cuantificarse solamente durante la época de secas, es decir, la correspondiente a los muestreos de febrero y mayo. Las especies que integraron el fitoplancton fueron más o menos las mismas a lo largo del tramo estudiado, con abundancias muy bajas en el vaso de la presa la Venta y más altas aguas abajo. No se encontraron especies de uso comercial, ni bajo normas de conservación. La abundancia y la composición del fitoplancton encontradas fueron propias de un ambiente con una moderada carga de materia orgánica. En junio y septiembre, la fuerza del flujo hídrico y la elevada turbidez disminuyeron la abundancia de las poblaciones algales, al grado de no ser posible su observación ni cuantificación.

Por otra parte, en la Laguna de Tres Palos la abundancia de fitoplancton fue muy elevada durante los cuatro muestreos realizados, lo que sumado a las características de las especies más abundantes (cianoprocariontes), indica que se trata de un ambiente contaminado con una alta carga de materia orgánica, ubicado dentro de las categorías de eutrófico e hipertófico. Esta condición se observa en toda la laguna y a lo largo de todo el año. **No se encontraron especies de uso comercial, ni bajo normas de conservación. Se registró la presencia de**

**especies potencialmente tóxicas para la fauna acuática, sin que ello signifique que actualmente esa toxicidad esté activa.**

		RÍO PAPAGAYO				BENTOS			
		PLANCTON				BENTOS			
Riqueza taxonómica		Feb	May	Jun	Oct	Feb	May	Jun	Oct
	LV	36	40	16	2	7	1	0	0
	LP	31	NM	NM	NM	18	NM	NM	NM
	P	28	NM	NM	NM	20	NM	NM	NM
	AC	21	NM	NM	NM	22	NM	NM	NM
	LH	27	34	12	1	34	16	6	1
	PC	29	30	8	0	4	17	1	1
	LB	NM	19	8	1	NM	11	4	4
	<b>R Prom</b>	<b>29</b>	<b>31</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>18</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>2</b>

		PLANCTON				BENTOS			
Diversidad biológica		Feb	May	Jun	Oct	Feb	May	Jun	Oct
	LV	3.5	3.55	2.638	0.69	1.67	0	0	0
	LP	3.35	NM	NM	NM	2.72	NM	NM	NM
	P	3.22	NM	NM	NM	2.95	NM	NM	NM
	AC	2.95	NM	NM	NM	3.05	NM	NM	NM
	LH	3.21	3.49	2.374	0	3.31	2.6	1.5	0
	PC	3.28	3.35	1.991	0	1.24	2.64	0	0
	LB	NM	2.8	2.023	0	NM	2.34	1.25	1.27
	<b>H' Prom</b>	<b>3.25</b>	<b>3.3</b>	<b>2.257</b>	<b>0.17</b>	<b>2.49</b>	<b>1.89</b>	<b>0.69</b>	<b>0.32</b>

		LAGUNA DE TRES PALOS				BENTOS			
		PLANCTON				BENTOS			
Riqueza taxonómica		Feb	May	Jun	Oct	Feb	May	Jun	Oct
	TP1	32	33	30	24	0	0	0	0
	TP2	34	31	32	23	0	0	0	0
	TP3	30	31	33	26	0	0	0	0
	TP4	32	34	31	27	0	0	0	0
	<b>R Prom</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>25</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

		PLANCTON				BENTOS			
Diversidad biológica		Feb	May	Jun	Oct	Feb	May	Jun	Oct
	TP1	3.32	3.35	3.232	3	0	0	0	0
	TP2	3.37	3.25	3.293	2.98	0	0	0	0
	TP3	3.24	3.32	3.383	3.09	0	0	0	0
	TP4	3.35	3.4	3.326	3.16	0	0	0	0
	<b>H' Prom</b>	<b>3.32</b>	<b>3.33</b>	<b>3.309</b>	<b>3.06</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Tabla FVA 2. Riqueza taxonómica y diversidad biológica (H') del plancton y bentos para las distintas estaciones y fechas de muestreo del Río Papagayo y la Laguna de Tres Palos. (Las abreviaturas empleadas son las mismas que en la Fig.VFA 1; NM =Muestreo no realizado por problemas logísticos entre la CFE y las comunidades locales).

### **Composición, abundancia y variación temporal del fitoplancton**

El listado taxonómico del fitoplancton en el área de estudio comprende 45 taxa bien delimitados hasta la fecha (Tabla 1, anexo AFPVA 2). En conjunto, se han encontrado representantes de los principales grupos de algas continentales, si bien hay una gran diferencia tanto en la composición como en la abundancia entre el ensamblado algal del Río Papagayo y el de la laguna de Tres Palos, por lo cual se discutirán separadamente.

#### *Río Papagayo*

En el tramo del Río Papagayo estudiado, comprendiendo el vaso de la Presa La Venta y posteriormente, aguas debajo de la cortina a partir de La Parota y hacia el mar, se han encontrado 29 taxa de algas fitoplanctónicas (Tabla 2, anexo AFPVA 2). De ellos, no se conoce ninguno que esté en algún estatus especial de conservación, ni que tenga usos comerciales o de algún otro tipo. De las especies a las que se les ha asignado categoría o valor saprobio, encontramos que la mayoría se agrupan entorno a la beta-mesosaprobiedad. La densidad de individuos es relativamente baja, sobre todo en el vaso de la presa La Venta.

En febrero, la densidad de individuos del fitoplancton osciló entre 2 700 ind/ml y 7 000 ind/ml en el río, mientras que en el vaso de La Venta, la densidad fue aún menor, de apenas 180 ind/ml. La composición taxonómica fue bastante homogénea a lo largo del tramo estudiado, encontrándose 25 taxa, de los cuales por lo menos la mitad son de diatomeas (Tabla 3, Fig. 1, anexo AFPVA2). Diatomeas (45-60%) y criptofíceas (30-45%) fueron los grupos que constituyeron la mayor parte de la densidad fitoplanctónica entre La Parota y Puente Caído. El alga más abundante fue una pequeña diatomea que aún no ha sido determinada (40-50%), seguida por la criptofícea *Rhodomonas* sp. (30-40%).

En mayo, el panorama fue semejante: la densidad en La Venta (900 ind/ml) fue más baja que en el río (1 400 ind/ml a 4 600 ind/ml). Igualmente, la composición taxonómica no presentó grandes variaciones a lo largo del río, siendo muchas de las especies encontradas ahí, las mismas que en el vaso de la Venta (Tabla 5, Fig. 1, anexo 2, AFPVA2).

En junio y septiembre (Fig. 1, anexo AFPVA2), el flujo hídrico aumentó considerablemente en el cauce del río y de la presa, y aunque se tomaron muestras, la velocidad y fuerza del flujo que literalmente barrió los ensamblados algales, aunado a la gran cantidad de sedimento presente en el agua impidió hacer una evaluación del fitoplancton del sistema utilizando el método estándar. Se han realizado pruebas con técnicas alternativas para cuantificar a este componente de la comunidad acuática, pero sin éxito (no se han encontrado algas), por lo que presume que la abundancia es muy escasa, ya que las condiciones ambientales imperantes (fuerza del flujo, turbidez) no favorecen su crecimiento.

#### *Laguna de Tres Palos*

El fitoplancton de la laguna de Tres Palos está integrado en su mayor parte por taxa pertenecientes a la división Cyanoprokariota, es decir, por bacterias fotosintetizadoras, también conocidas como cianofitas o cianofíceas. De los 22 taxa que hasta la fecha se han documentado en este sistema acuático (Tabla 5, Fig. 2, anexo 2, AFPVA2), 14 son cianoprocariontes, que pertenecen a los 3 órdenes reconocidos por Komárek y Anagnostidis (1999): Chroococcales, Oscillatoriales y Nostocales. Entre estas últimas, se encontró la especie *Cylindrospermopsis raciborskii*, un alga característica de ambientes tropicales que es potencialmente tóxica.

Ninguna de las algas encontradas en esta Laguna presenta algún estatus especial de conservación, ni se conoce que tenga usos comerciales o de otro tipo (Tabla 5 anexo AFPVA 2, Fig. 2, anexo AFPVA 2). Son pocas las especies para las que se encontró una categoría o valencia como indicadores de calidad de agua, pero de las que se tiene información se ubican principalmente dentro de la zona de beta-mesosaprobiedad. Sin embargo, la composición y la abundancia del fitoplancton reflejan que este cuerpo de agua se encuentra entre la eutrofia y la hipertrofia. La abundancia del fitoplancton es más o menos homogénea horizontalmente, y aunque se observaron algunas variaciones estacionales, los números de organismos fueron siempre muy elevados.

En febrero la abundancia promedio de organismos fitoplanctónicos en la laguna fue de 760 000 ind/ml. Los cianoprocariontes aportaron entre el 95% y el 97% de la densidad en todas las muestras observadas y fueron también el grupo dominante en términos de biomasa (Tabla 6, Fig. 2, anexo AFPVA2). Hubo algunos otros grupos de algas, aunque aportaron bajas proporciones de individuos: diatomeas (2-3%), clorofíceas (1-2%), criptofíceas y dinoflagelados (< 1% cada uno).

En mayo la abundancia de fitoplancton aumentó, encontrándose un promedio de 1 600 000 ind/ml. La composición taxonómica no cambió significativamente, siendo los cianoprocariontes los organismos que dominaron la comunidad fitoplanctónica, condición que se repitió en los siguientes dos muestreos (Tablas 7 a 9, Fig. 2, anexo AFPVA2) En la segunda mitad del año la abundancia del fitoplancton disminuyó, de manera que en junio el promedio fue de 620 000 ind/ml, y en octubre, de 450 000 ind/ml. Esta disminución puede deberse a una dilución provocada por el aumento en el volumen de agua de la laguna durante la temporada de lluvias. En los últimos dos muestreos se observó una ligera disminución de la diversidad algal, aunque el patrón general de composición taxonómica fue el mismo que durante la primera mitad del año.

### **Clorofila “a” fitoplanctónica**

#### *Río Papagayo*

Las concentraciones de clorofilas “a” (Clor.) en el Río Papagayo son reducidas (i.e. 2-4  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) y semejantes a lo largo del trayecto muestreado (Fig. 3, anexo AFPVA2) en el mes de febrero. La concentración mayor se obtuvo en la estación de Puente Caído (3.99  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) y la más baja en La Venta (0.63  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ). Para el mes de mayo, la estación de La Boca presentó la concentración máxima (5.73  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) mientras que La Venta mostró la mínima (1.77  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ). En esta época los valores de Clor. aumentaron en todas las estaciones. En el mes de junio los valores más altos se registraron en La Venta (6.24  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) y los más bajos en La Boca (0.58  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ), teniendo de forma general una disminución con respecto a las concentraciones encontradas en los meses anteriores. Hacia el mes de octubre las concentraciones de Clor. disminuyeron en general con respecto a las de junio, con excepción de La Boca donde el valor se incrementó más del doble siendo el valor más alto el obtenido en octubre (2.79  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ), mientras que en La Hacienda se determinaron los valores más bajos (1.69  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) (Fig. 3, anexo AFPVA2).

#### *Laguna de Tres Palos*

Las cuatro estaciones ubicadas en la Laguna de Tres Palos presentan concentraciones de clorofila “a” (Clor.) semejantes tanto en la vertical -columna de agua- como a lo largo del transecto muestreado (Fig. 3, anexo AFPVA2). Para los meses de febrero y mayo, los valores más altos se presentaron en TP1 (129.35 y 155.47  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$  respectivamente); para los siguientes dos muestreos (junio y octubre) TP4 presentó las concentraciones de Clor. más elevadas (133.40 y 141.77  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ). La menor concentración de Clor. se encontró en TP3 (113.39  $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ )

en el mes de febrero, en TP4 para mayo ( $106.62 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ), en TP3 para junio ( $96.06 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) y en TP1 para octubre ( $121.27 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ ) (Fig. 3, anexo AFPVA2).

En general se observa que existe una buena relación entre las densidades fitoplanctónicas (obtenidas por conteo directo) con las concentraciones de Clor. Las concentraciones determinadas en el Río Papagayo corresponden a un ambiente oligotrófico a mesotrófico, mientras que las de la Laguna de Tres Palos a uno eutrófico-hipertrófico.

### **Microfitobentos (Perifiton)**

Los géneros de diatomeas encontrados en el Río Papagayo durante la época de secas muestran una composición similar a lo largo del tramo estudiado, indicando condiciones ambientales similares, de baja a moderada contaminación orgánica. En la estación La Boca se encontraron taxa diferentes, debido probablemente a su cercanía con el mar. Durante la época de lluvias no se encontraron comunidades de microfitobentos, sólo en La Hacienda en junio, y su composición refleja el deterioro del entorno ambiental provocado por los cambios hidrológicos estacionales. En la Laguna de Tres Palos no se encontró microfitobentos por la falta de los sustratos y las condiciones ambientales adecuadas.

### **Río Papagayo**

El microfitobentos pudo ser muestreado en las localidades en las que se encontró el sustrato adecuado (es decir, cantos rodados sometidos a cierta velocidad de corriente), previamente establecido en la metodología. Sin embargo, este sustrato no estuvo presente en todas las localidades visitadas, como en Puente Caído en el muestreo de febrero. Posteriormente, durante el período de lluvias, la fuerza del flujo hídrico removió el lecho del río, lo que aunado al incremento en la turbidez por la gran cantidad de sedimentos suspendidos, produjo un ambiente inadecuado para el crecimiento de las comunidades de microfitobentos. Por esa razón, se ofrecerán resultados de microfitobentos de febrero y mayo (época de secas), pero no de junio y octubre (época de lluvias), con la excepción de una muestra que pudo obtenerse en junio en la localidad de La Hacienda.

De los resultados obtenidos a la fecha, se observa que los géneros de diatomeas –único grupo de microfitobentos que se evaluará- se repiten en todo el tramo del río estudiado, lo que indica condiciones ambientales similares a lo largo del tramo estudiado, aunque en La Boca encontramos algunos taxa diferentes probablemente debido a la influencia marina (Tabla 10, anexo AFPVA2). Algunas de las especies identificadas se relacionan en la literatura con ambientes de ligera a moderada contaminación orgánica, si bien de otras especies no existe información disponible. En la única muestra de junio se observa la dominancia numérica de un solo género (*Gomphonema*), lo que podría ser un reflejo del deterioro de las condiciones ambientales para el desarrollo de las comunidades de diatomeas epilíticas en el río.

### **Laguna de Tres Palos**

No se encontró el sustrato pre-establecido para tomar muestras de microfitobentos, por lo que no pudieron colectarse estos organismos en la laguna. Debido a su carácter eutrófico-hipertrófico, el microfitobentos en este tipo de cuerpos de agua tiene una importancia menor, ya que sus poblaciones suelen ser muy escasas debido a que el fitoplancton retiene la mayor parte de los nutrientes y de la luz. Por lo tanto, en este ambiente es el fitoplancton el que tiene mayor relevancia en el diagnóstico de sus condiciones generales.

## Fauna acuática

### Microzooplancton (Protozooplancton)

Los organismos del protozooplancton, a pesar de su tamaño microscópico, tienen una función importante en los ecosistemas acuáticos ya que son los principales consumidores de bacterias, controlando su crecimiento y permitiendo una óptima degradación de los materiales, principalmente orgánicos (Laybourn-Parry, 1992). Debido al poco conocimiento que se tiene de este grupo no se sabe con precisión si existen especies con distribución restringida. El punto de vista más generalizado es que la mayoría de las especies se distribuyen ampliamente e inclusive existen algunas que son cosmopolitas (Fenchel 1987). Por este bajo nivel de conocimiento y por la amplitud de distribución, ninguna especie del protozooplancton está considerada actualmente como en peligro de extinción o endémica.

La relación de los protozoos con las bacterias y el proceso de degradación de materia orgánica es uno de los factores que ha permitido el uso de este grupo como un buen indicador de las condiciones de contaminación por materia orgánica que existen en un cuerpo de agua (Fenchel 1987). El sistema de los saprobios es uno de los métodos más antiguos en este tema y considera ampliamente a los protistas como indicadores de contaminación (Sládeček 1973).

Se identificaron 42 taxa de protozooplancton de los cuales el mayor número (22 taxa) correspondió a los flagelados, seguido por los ciliados (14 taxa) y los sarcodinos (6 taxa). El mayor número de especies se encontró en las estaciones del río Papagayo, en donde además predominaron especies indicadoras de condiciones de contaminación de bajas a moderadas.

Temporalmente, durante los muestreos de febrero y mayo se encontraron pocas especies y bajos números de organismos en la mayoría de las estaciones del río. Durante el muestreo de junio, el número de especies y su abundancia aumentaron. Las estaciones de La Venta y Puente Caído presentaron el mayor número de especies. En las muestras de octubre estos organismos prácticamente desaparecieron de las muestras del río una, probablemente debido al arrastre de la fuerte corriente y a los efectos de la elevadísima concentración de sólidos suspendidos (principalmente arcillas) que se presentó durante esta época.

Para el caso de la laguna de Tres Palos el número de especies fue menor y el comportamiento observado fue el inverso. Mayor número de especies y de organismos se presentaron en los muestreos de febrero y mayo, mientras que en el de junio ambas variables disminuyeron. En octubre el comportamiento fue similar a lo observado en el río, con una drástica disminución en el número (4) de especies. En este sitio la mayor parte de las especies identificadas fue indicadora de condiciones de contaminación de moderada a muy elevada.

Los resultados de las observaciones se muestran en la Tabla 11 (anexo AFPVA3) que es el listado taxonómico de las especies encontradas. Para la determinación taxonómica de las especies se emplearon las claves de Calaway y Lackey (1962), Deflandré (1959), Hänel (1979), Foissner 1994, Foissner *et al.* (1991), Foissner *et al.* (1992, 1994), Foissner *et al.* (1999), Huber-Pestalozzi (1941), Lee *et al.* (2000), Page (1988), Page y Siemensma (1991), Patterson y Larsen (1991).



En la tabla 11 se observa que el grupo de los flagelados (Clases Phytomastigophorea y Zoomastigophorea) fue el que mayor número global de taxa presentó (aproximadamente 22 spp.) mientras que las amibas (Clase Lobosea) únicamente presentaron 6 taxa. En los ciliados (Clase Ciliophora) se encontraron 14 taxa.

En la tabla 13 (anexo AFPVA3) se muestran las especies observadas en las muestras correspondientes al río Papagayo. Nuevamente los flagelados mostraron el mayor número de taxa (aproximadamente 16) seguidos por los ciliados (12 taxa) y al final las amibas (4 taxa).

Ninguna de las especies de protozooplancton cuenta con un nombre común y –debido principalmente al escaso conocimiento que tenemos de ellos- tampoco son organismos que aparezcan en listados de especies en peligro de extinción, endémicas o de importancia comercial. Sin embargo, muchas de ellas han sido utilizadas como especies indicadoras de contaminación por materia orgánica en cuerpos de agua dulce, siendo el sistema de los saprobios uno de los métodos más utilizados. En la misma tabla 13 se presentan las condiciones de contaminación en donde más frecuentemente está presente cada especie (columna de categoría saprobia (S) (Sládecek 1973, Foissner 1992).

Para el río Papagayo se observa que la mayoría de las especies se encuentra en el intervalo entre oligosaprobiedad (aguas limpias) hasta alfa-mesosaprobiedad (aguas contaminadas). Cabe mencionar que la mayoría de las especies indicadoras de mayores niveles de contaminación orgánica fueron observadas en el muestreo de junio, en donde debido a las lluvias, el caudal del río y la cantidad de materia orgánica arrastrada se incrementaron notablemente.

En la Laguna de Tres Palos el número de taxa (Tabla 13, anexo AFPVA3) fue menor (aproximadamente 20) y los flagelados (9 taxa) apenas superaron a los ciliados (8 taxa). Las amibas continuaron siendo el grupo con menos taxa aunque mostraron abundancias importantes en algunas estaciones. En cuanto al sistema de los saprobios, predominaron las especies indicadoras de condiciones de elevada contaminación (alfa-mesosaprobiedad) hasta muy fuerte contaminación (meta-saprobiedad), señalando la presencia continua de muy elevadas concentraciones de materia orgánica en la laguna.

#### Río Papagayo

En el muestreo del mes de febrero del 2003 (Tabla 14, Fig. 4, anexo AFPVA3) en el río se encontraron pocas especies de protistas y –en general- bajas abundancias de organismos. Los flagelados heterótrofos (*Bodo*, *Spumella*, *Monosiga*) y flagelados mixótrofos (*Rhabdomonas*, *Cryptomonas*) generalmente fueron los prevalecientes en la mayor parte de las estaciones del río. En la estación de Puente Caído, donde existe mayor presencia de materia orgánica debido a su mayor proximidad con el mar, y en la estación de la presa de La Venta -donde la cortina también promueve la acumulación de materia orgánica- las abundancias fueron algo mayores y se encontraron algunas especies de ciliados.

En el muestreo del mes de mayo (Tabla 15, Fig. 4, anexo AFPVA3) se observaron 13 especies de protistas a lo largo de la presa La Venta y de tres estaciones ubicadas en el río. En esta época resaltan dos características importantes: el amplio dominio de los taxa (9) presentes de flagelados y las muy bajas abundancias de todos los taxa. Igualmente predominaron especies indicadoras de contaminación orgánica baja a moderada.

En el muestreo del mes de junio (Tabla 16, Fig. 4, anexo AFPVA3) el número de especies de protistas en las estaciones del río se incrementó notablemente. Por única ocasión el grupo de los ciliados pasó a ser el de mayor número de taxa (11) superando a los flagelados (8) y a las amibas (2). Sin embargo, en diversas muestras los flagelados mostraron abundancias muy considerables, superando a las de los ciliados. La tendencia general fue a indicar condiciones saprobias un poco mayores, entre oligo y alfa-mesosaprobiedad. Lo anterior parece ser un reflejo de la presencia de mayores cantidades de materia orgánica favorecidas por el incremento en el flujo del río debido a la temporada de lluvias y a la apertura de la presa La Venta.

En el mes de octubre el río mostró niveles de agua muy elevados y un fuerte arrastre de materiales suspendidos, principalmente inorgánicos. Esto se reflejó en las muestras obtenidas en las cuales el número y la abundancia de las especies de protozooplancton fue ínfimo (Tabla 17, Fig. 4, anexo AFPVA3) al igual que se ha observado en otros estudios (Primc-Habdija *et al.* 1998).

#### Laguna de Tres Palos

En el muestreo de febrero de la Laguna de Tres Palos (Tabla 18, Fig. 5, anexo AFPVA3) las especies observadas reflejaron las condiciones de presencia de elevadas cantidades de materia orgánica en el agua. Las estaciones muestreadas son bastante parecidas en cuanto a su composición indicando una buena homogeneidad de la porción muestreada. En ninguno de los muestreos se observaron protistas asociados al sedimento, posiblemente debido a la ausencia frecuente de oxígeno disuelto en esa zona.

En el muestreo de mayo de la Laguna de Tres Palos (Tabla 19, Fig. 5, anexo AFPVA3) las especies observadas nuevamente reflejaron las condiciones de presencia de elevadas cantidades de materia orgánica en el agua. Con relación al muestreo anterior el número de especies fue ligeramente menor, aunque los flagelados heterótrofos y algunos ciliados mostraron abundancias elevadas. Nuevamente, las estaciones muestreadas mostraron bastante similitud en cuanto a su composición indicando una buena homogeneidad del protozooplancton.

En el mes de junio el número de especies de protozooplancton en la Laguna de Tres Palos (Tabla 2, Fig. 5, anexo AFPVA3) fue menor al de los dos muestreos anteriores. Casi todas las especies presentes fueron típicas de aguas con elevada cantidad de materia orgánica y varios flagelados heterótrofos presentaron las mayores densidades. Los resultados señalan un incremento de la materia orgánica en la laguna durante esta época.

Finalmente, durante octubre prácticamente no se observaron protozoos en la laguna (Tabla 21, Fig. 5, anexo AFPVA3). Un aparente factor para lo anterior es la dilución que se presentó, pues en general se observaron bajas densidades de organismos de todo tipo.

- **Zooplancton (metazooplancton)**

Se determinaron organismos pertenecientes a 48 categorías con la resolución taxonómica más baja posible (47 especies y 1 orden), de los cuales el número mayor corresponde a los rotíferos (37 taxa; Clase Eurotatoria), seguido de los copépodos y de los cladóceros (7 y 4 taxa, respectivamente). El mayor número de especies se ha encontrado en las estaciones del río Papagayo (41 taxa), donde se han encontrado representantes de los tres grupos (ca. rotíferos, cladóceros y copépodos), mientras que en la Laguna de Tres Palos, la riqueza específica es notablemente menor (10 taxa) y constituida solamente por rotíferos y copépodos.

Debido a su pequeño tamaño y lo limitado de su estudio, ninguna especie del metazooplancton está considerada como en peligro de extinción o endémica. La mayor utilidad de estos organismos consiste en su valor indicador de las condiciones de contaminación por materia orgánica que existe en un cuerpo de agua. De acuerdo con ésta, en el Río Papagayo los taxa encontrados indican condiciones de contaminación orgánica de baja a moderada, mientras que en la Laguna de Tres Palos los taxa indican contaminación de moderada a muy alta.

En general, la composición y dinámica del zooplancton mayor o metazooplancton es muy diferente entre los dos sistemas. Mientras que el Río Papagayo la composición y abundancias de todos los taxa encontrados fue heterogéneo entre las diferentes estaciones, mientras que la Laguna de Tres Palos fue relativamente homogénea en ambos parámetros.

En el Río Papagayo se observó un efecto muy marcado entre las temporadas de secas y de lluvias. En los muestreos de febrero y mayo (secas) la mayor diversidad se observó en el embalse de La Venta, mientras que en las estaciones posteriores a la cortina, los taxa encontrados en cada estación fueron menos en número y además todos ellos también habían sido registrados en el embalse. La excepción a este patrón se observó en La Boca, estación próxima a la desembocadura del río en el mar, en la que dada la mezcla de aguas dulces con marinas, la diversidad de especies también fue relativamente mayor. En época de lluvias (muestreos de junio y octubre), dado el incremento del caudal, se dio un marcado efecto de barrido y dilución del metazooplancton, con lo que en junio solo se registraron 9 de los 41 taxa y ninguno (organismos no detectables con el método empleado) en octubre.

En La Laguna de Tres Palos, la dinámica fue diferente al Río Papagayo. Durante los tres muestreos la composición y abundancias de los taxa encontrados vario relativamente poco tanto en el espacio como en el tiempo. Aunque fue poco evidente, se puede decir que hubo una sustitución de taxa propios de aguas salobres presentes en secas, por taxa dulceacuícolas en la temporada de lluvias.

### ***Composición, abundancia y variación temporal del zooplacton***

Los resultados que a continuación se describen se presentan son consecuencia de analizar un total de 71 muestras de organismos zooplanctónicos de cuatro campañas de muestreo. En la primera salida se colectaron 10 muestras en el Río Papagayo (i.e., una muestra en la zona de aguas corrientes y una en la zona litoral en cada una de las cinco estaciones) y 16 muestras en la Laguna de Tres Palos (i.e., tres muestras por cada una de las cinco estaciones y una muestra de arrastre). En la segunda, tercera y cuarta salidas se colectaron 10 muestras por salida en el Río Papagayo (i.e., una muestra en aguas corrientes y una en la zona litoral en cada una de las cinco estaciones; 30 muestras totales), y 5 muestras por salida en la Laguna de Tres Palos (i.e., una muestra en cada una de las cuatro estaciones, más una muestra de arrastre 15 muestras totales), respectivamente.

Se determinaron organismos pertenecientes a 2 Phyla, 3 Clases, 6 Ordenes, 16 Familias, 27 Géneros y 47 Especies (Tabla 22, anexo AFPVA3), con lo que se reconocen en este inventario 48 categorías con la resolución taxonómica más baja posible (47 especies y 1 orden), de los cuales el número mayor corresponde a los rotíferos (37 taxa; Clase Eurotatoria), seguido de los copépodos (7 taxa; Clase Copepoda) y de los cladóceros (4 taxa, Orden Anomopoda) (véase Tabla 22, anexo AFPVA3). El mayor número de especies se ha encontrado en las estaciones del río Papagayo (41 taxa; Tabla 23, anexo AFPVA 3), donde se han encontrado representantes de los tres grupos (ca. rotíferos, cladóceros y copépodos), mientras que en la Laguna de Tres

Palos, la riqueza específica es notablemente menor (10 taxa; Tabla 24, anexo AFPVA 3) y constituida solamente por rotíferos y copéodos.

Es importante resaltar que de todos los taxa encontrados, ninguno se encuentra enlistado con categoría de conservación según la NOM-059-ECOL-2001. Según CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*) (Tablas 23 y 24, anexo AFPVA3). Sin embargo, esta condición no es exclusiva de los organismos provenientes del Río Papagayo y la Laguna de Tres Palos, sino que es general para todos los organismos zooplanctónicos de aguas continentales, ya que en este tipo de normativas o convenios internacionales no han sido incluidas especies pertenecientes a ninguno de estos taxa (ca. Eurotatoria, Branchiopoda y Copepoda). Sin embargo, también es importante resaltar que estos organismos son considerados como buenos indicadores de contaminación por materia orgánica de las aguas que habitan (Sládeček, 1973). En el Río Papagayo los taxa encontrados indican una condición de saptobiedad entre oligosaptobia y b-mesosaptobia (Tabla 23, anexo AFPVA3), es decir, especies indicadoras de condiciones de contaminación de bajas a moderadas, mientras que en la Laguna de Tres Palos la condición saptobia va de oli-beta-mesosaptobiedad a b-mesosaptobiedad, es decir, de moderada a muy alta contaminación orgánica (Tabla 24, anexo AFPVA3).

De los 48 taxa encontrados solo tres rotíferos se encuentran tanto en el río como en la laguna (*Keratella americana*, *Filinia terminalis* y el Orden Bdelloidea; Tablas 23 y 24, Figs. 6 y 7, anexo AFPVA3). Los taxa encontrados se caracterizan por ser especies registradas como de distribución pantropical (p. ej., *Lecane papuana*, *L. leontina*; *Ilyocryptus spinifer*), neotropical (*Trichocerca elongata braziliensis*, *Moina cf. minuta*, *Apocyclops panamensis*; *Eucyclops cf. conrowae*), y algunos con distribución neártica (*Keratella americana*, *Pseudodiaptomus marshi*, *Mastigodiptomus cf. montezumae*) o probablemente cosmopolita (p. ej., *Platias quadricornis*, *Brachionus* grupo *plicatilis*, *Lecane elsa*, *Lecane bulla*). Al menos ocho especies (*Brachionus* grupo *plicatilis*, *B. cf. forficula*, *Alona cf. rectangula*, *Moina cf. minuta*, *Metacyclops cf. gracilis*, *Eucyclops cf. conrowae*, *Microcyclops sp.* y *Mastigodiptomus cf. montezumae*), son de particular interés científico (Tabla 22, anexo AFPVA3) dado su estatus taxonómico ambiguo, pudiendo representar nuevos registros para la región o para el país, complejos de especies crípticas (véase p. ej., Knowlton, 1993; Gómez et al., 2002), o nuevas especies para la ciencia. Un análisis detallado posterior de estos organismos, basado en análisis comparados (p. ej., morfología comparada, autoecología, etología de reconocimiento de pareja, marcadores moleculares, etc.) permitirá dilucidar la identidad taxonómica y biológica de estos taxa. De los taxa hasta ahora encontrados, no se reconocen especies introducidas por actividades humanas.

En las tablas 25 a la 32 y las figuras 6 y 7 (anexo AFPVA3) se resumen los resultados de las abundancias (abundancias relativas) y de la distribución de los diferentes taxa en las localidades en cada uno de los muestreos realizados.

La localidad con la mayor riqueza específica es La Venta, con 19 taxa en los muestreos de febrero y mayo (Tablas 25 y 27, Fig. 6, anexo AFPVA3). Los ensamblados zooplanctónicos en La Venta se caracterizan por estar constituidos por una mezcla de diversas especies de hábitos limnéticos (p. ej., especies de los géneros *Brachionus*, *Filinia*, *Hexarthra*, *Polyarthra*, *Conochillus*, *Moina* y *Mastigodiptomus*) con especies típicamente asociadas a algún sustrato (p. ej., *Euchlanis*, *Lecane*, *Notommata*, Bdelloidea, *Alona*, *Ilyocryptus*), lo que denota la naturaleza lótico-léntica de esta localidad. Por su parte, las localidades posteriores a la cortina del embalse de La Venta, se caracterizaron en febrero y mayo (véanse las Tablas 25 y 27, Fig. 6, anexo AFPVA3) por presentar ensamblados poco diversos, con densidades relativas bajas, conformados principalmente por especies asociadas a sedimentos, acompañadas de pocos

ejemplares de taxa limnéticos, que además, son especies que también están presentes en La Venta. Estas características revelan una fuerte influencia del represamiento de las aguas en las partes bajas del río, así como de la práctica habitual en el manejo del embalse, caracterizado por un régimen intermitente del caudal, con pulsos de incremento en las horas de generación de energía seguidos de la subsiguiente fase de poco caudal cuando las compuertas son nuevamente cerradas. Estas fluctuaciones pueden conducir a que los organismos de nado libre no puedan establecerse y prosperar debido al continuo barrido al que es ven sometidos.

Los muestreos de finales de junio y principios de octubre (Tablas 29 y 31, Fig. 6, anexo AFPVA3), que caracterizan el inicio y la temporada plena de lluvias (además de que en estas fechas las compuertas del embalse La Venta estaban completamente abiertas) soportan esta hipótesis. Dado el incremento del caudal con un tiempo bajo de residencia de las aguas en el embalse y en el río, la riqueza específica y las poblaciones zooplactónicas de La Venta, así como de las estaciones río abajo, se vieron reducidas en junio respecto a febrero y mayo (véanse Tablas 25, 27 y 29; Fig. 6, anexo AFPVA3) y en octubre prácticamente desaparecieron (Tabla 31 anexo AFPVA3; dado el tipo de muestreo, no fue posible detectar organismos zooplanctónicos en el muestreo de octubre en ninguna de las localidades del río).

La única localidad en el Río Papagayo que se alejó de este patrón general en la temporada de secas, fue La Boca, que en mayo (Tabla 27, anexo AFPVA3) presentó una diversidad relativamente alta (15 taxa), con especies encontradas en esta localidad exclusivamente. Esta peculiar y alta diversidad es seguramente el resultado de que es en esta parte del río en donde se da una mezcla de aguas dulces y marinas, que promueven la existencia de una alta diversidad de recursos (fitoplancton y/o materia orgánica particulada) que facilita que especies zooplanctónicas con tolerancia a los cambios de salinidad prosperen (p. ej., *Brachionus angularis*, *B. urceolaris*, *Cephalodella gibba*, *Halicyclops* cf. *neglectus*). En la temporada de lluvias el destino de esta comunidad fue el mismo que en las otras estaciones del río, fue arrastrada por la corriente (Tablas 29 y 31, anexo AFPVA3).

En cuanto a la Laguna de Tres Palos, los ensamblados zooplanctónicos en las tres fechas de muestreo están constituidos casi en su totalidad por taxa limnéticos, característicos de sistemas hipohalinos y carga orgánica y de materia orgánica altas (p. ej., *Brachionus* grupo *plicatilis*, *B. havanensis*, *Apocyclops panamensis*, *Pseudodiaptomus marshi*; véanse Tablas 26, 28, 30 y 32 Fig. 7, anexo AFPVA3). La riqueza específica y abundancias son relativamente homogéneas entre las diferentes estaciones y entre los diferentes muestreos. La riqueza específica general osciló entre 9 y 10 especies entre las diferentes campañas de muestreo. La principal diferencia se observó nuevamente en el muestreo de julio (Tabla 30, Fig. 7, anexo AFPVA3), en el que a pesar de que la riqueza específica global fue mayor en junio (10 especies), la riqueza de cada estación fue ligeramente menor (6-7 taxa) que en los otros muestreos. Observándose, además, un ligero gradiente en la composición específica, siendo relativamente mayor la abundancia y riqueza de especies con hábitos “dulceacuícolas” (p. ej., *Filinia terminalis*, *Asplanchna sieboldi*, *Brachionus leydigi*, *Keratella americana*), en las estaciones más cercanas a la desembocadura del Río La Sabana. Esta situación también se observó en octubre.

- **Macroinvertebrados bentónicos**

#### *Río Papagayo*

El mayor número de taxa se encontró en la estación de La Hacienda del río Papagayo, con 25 taxa. Se identificaron 36 taxa siendo los efemerópteros el grupo con mayor diversidad. De los taxa con mayor abundancia relativa fueron los quironómidos y los tricópteros; éstos últimos

predominan en ambientes de corrientes rápidas y limpias asociados a sustratos rocosos, y catalogados como especies indicadoras de condiciones de contaminación de bajas a moderadas. De acuerdo al número de taxa el sistema se puede clasificar como de oligo a beta-mesosaprobio, con un índice de saprobiedad de 1.7. **Ninguno de los macroinvertebrados bentónicos encontrados en el río Papagayo se encuentra en el listado de conservación de acuerdo a la NOM-059-ECOL-2001, ni enlistado en CITES.** Con relación a su tolerancia a metales pesados, acidez y a desechos orgánicos, de los macroinvertebrados del río Papagayo solo la familia Hydropsychidae es tolerante a la presencia de metales pesados y *Paraleptophlebia*, Siphonuridae, Hydropsychidae y *Hydropsyche* sp. no son resistentes a la acidez y solo Chironomidae si la toleran. En cuanto a la tolerancia a los desechos orgánicos diez taxa fueron facultativos y solo uno tolerante. Lo anterior indica que la comunidad refleja la presencia de bajas cantidades de materia orgánica presente en el río como es el caso de los otros grupos de organismos encontrados en el río.

Los resultados que a continuación se describen corresponden a las cuatro salidas de campo realizadas en los meses de febrero, mayo, junio y octubre del 2003. Se identificaron un total de 36 taxa distribuidos en 4 phyla, 5 clases, 10 órdenes, 14 familias y 7 géneros. Los taxa estuvieron constituidos por nemátodos (2.9 %), oligoquetos (2.9 %), moluscos (2.9 %) y 33 artrópodos (91.3 %). Los artrópodos se dividieron en insectos y crustáceos presentando un número mayor de taxa los primeros (24). Dentro de los insectos se encontró un coleóptero (2.9 %), seis dípteros (17.4 %), 11 efemerópteros (34.8 %), un lepidóptero (2.9 %), un nematocero (2.9 %), un odonato (2.9 %), un ortóptero (2.9 %) y siete tricópteros (20.3 %). Para los coleópteros se ha identificado la familia Noteridae mientras que para los dípteros se han identificado las familias Ceratopogonidae y Chironomidae. En la Tabla 33 (anexo AFPVA4) se muestra el listado taxonómico de los grupos encontrados correspondientes al macrozoobentos.

El orden con el mayor número de taxa fue el de los efemerópteros, donde se han encontrado cinco familias (i.e., Baetidae, Leptophlebiidae, Leptophlebioidae, Siphonuridae y Tricorythidae) y potencialmente podría haber dos más. Dentro de la familia Leptophlebiidae se han identificado los géneros *Paraleptophlebia* y *Traverella*. Para los tricópteros se encontraron cuatro familias (i.e. Hydropsychidae, Hydroptilidae, Leptoceridae y Philopotamidae). En la familia Hydropsychidae se identificó el género *Hydropsyche* y posiblemente exista un género más de esta familia; en la familia Hydroptilidae se identificó el género *Hydroptila*; en la familia Leptoceridae se identificó el género *Nectopsyche*; finalmente para la familia Philopotamidae se identificó la especie *Chimarra (Ch.) angustipennis* y con la posibilidad de otra especie.

**Ninguno de los macroinvertebrados bentónicos encontrados hasta el momento en el río Papagayo se encuentra en el listado de conservación de acuerdo a la NOM-059-ECOL-2001. Tampoco se encuentran especies en veda ni en el calendario cinegético, así como no se encontraron organismos listados en la CITES** (Tabla 34, anexo AFPVA 4). La razón principal por la que no se pudo dar una categorización a la macrofauna es que la NOM-059-ECOL-2001 tiene muy pocos invertebrados en su lista ya que en este tipo de normativas o convenios internacionales no han sido incluidas muchas especies pertenecientes a estos taxa.

Sin embargo, la mayoría de los de los macroinvertebrados bentónicos encontrados sí tienen una categoría e índice saprobio de acuerdo a los listados de Sládeček (1973, 1981). Trece tienen una categoría de beta-mesosaprobiedad (b) y ocho están entre oligo y beta-mesosaprobiedad (o-b). De los trece taxa beta-mesosaprobios hay un gasterópodo, seis efemerópteros, un lepidóptero, un nematocero, un odonato y tres tricópteros. Tres dípteros, un ostrácodo, un notérido y tres efemerópteros se encontraron entre oligo y beta-mesosaprobiedad. El índice Saprobio varió de 1.4 a 2 siendo 1.7 el valor más común. El valor

más bajo fue para un ostracodo mientras que el más alto fue para un lepidóptero y un gasterópodo (Tabla 34, anexo AFPVA 4).

La macrofauna bentónica también se ha utilizado como indicadora de tolerancia a metales pesados, acidez y a desechos orgánicos (Weber 1973, Klemm et al. 1990). Del macrozoobentos encontrado en el río Papagayo solo la familia Hydropsychidae es tolerante a la presencia de metales pesados. Se encontraron tres que no resisten la acidez (*Paraleptophlebia*, *Siphonuridae*, *Hydropsychidae* y *Hydropsyche* sp.) y solo los Chironomidae que si la toleran. Entre los invertebrados bentónicos se presentaron tres categorías de tolerancia a los desechos orgánicos (Intolerante, Facultativo y Tolerante). Diez taxa fueron facultativos y solo uno tolerante (Tabla 34, anexo AFPVA 4). Los anteriores resultados indican que la cantidad de materia orgánica es reducida

Durante el mes de febrero se registró el mayor número de taxa siendo la estación La Hacienda la que presentó un número mayor de macroinvertebrados bentónicos (22) seguida de Aguas Calientes y Parotilla con dieciocho taxa, respectivamente. La estación con un número menor de taxa fue Puente Caído (4). La estación de la presa La Venta presentó siete macroinvertebrados bentónicos. En la estación La Hacienda los macroinvertebrados bentónicos que presentaron una mayor abundancia relativa fueron *Leptophlebioidae* sp.1, *Paraleptophlebia* y *Chimarra* (*Ch.*) *angustipennis* considerándose como dominantes. Estos tres taxa presentaron abundancias mayores a cien individuos por metro cuadrado. Como organismos ocasionales se encontraron a Chironomidae, *Leptophlebioidae* sp.2, *Diptera* sp.2 y a *Traverella*. El resto de los taxa en esta estación se clasificaron como raros ya que mostraron una abundancia reducida. Los taxa encontrados en el resto de las estaciones del río tuvieron abundancias relativas bajas por lo que se les consideró como raras (Tabla 35 anexo AFPV 4, Fig. 8, anexo AFPVA3).

Hacia el mes de mayo se encontraron tres familias que no se habían observado en la salida anterior. Asimismo, se notó la ausencia de 18 taxa que se habían registrado en febrero. Durante el muestreo realizado en mayo el número total de taxa se redujo en comparación de aquél realizado en febrero. Las estaciones con mayor riqueza taxonómica de macroinvertebrados bentónicos fueron La Hacienda y Puente Caído con cuatro taxa cada una. Con un número menor de taxa se encontró La Venta y La Boca con dos y un taxón, respectivamente.

En La Hacienda el taxón que mayor abundancia tuvo fue *Nectopsyche* por lo cual se clasificó como dominante. El resto de los grupos de la macrofauna bentónica en esta estación fueron raros debido a que presentaron una abundancia baja (Tabla 36 anexo AFPVA 4, Fig. 8, anexo AFPVA3). En Puente Caído la familia Chironomidae fue la que se encontró como dominante por su elevada abundancia mientras que *Diptera* sp.2 fue frecuente y como raras se clasificaron a los otros dos taxa. Los macroinvertebrados bentónicos que se encontraron en las otras dos estaciones se consideraron como raras por su abundancia baja (Tabla 36 anexo AFPVA 4, Fig. 8, anexo AFPVA3).

Para el mes de junio se encontró un nuevo taxón y cuatro que en febrero estuvieron registrados pero no en mayo. Los quironómidos fueron el único grupo presente en las tres salidas. En el mes de junio el número de taxa fue el más bajo de las anteriores. La estación con mayor riqueza específica fue La Boca con cinco taxa y las de menor riqueza fueron La Hacienda y Puente Caído. Solo en La Venta no se encontró ningún taxón.

En La Boca las especies más abundantes fueron el *Macrobrachium* sp. y *Macrobrachium tenellum* los cuales se clasificaron como dominantes. Como organismos frecuentes se

determinaron a los gasterópodos y *Macrobrachium olfersii* fue raro. Los taxa de las otras estaciones fueron clasificados como raras (Tabla 37 anexo AFPVA 4, Fig. 8, anexo AFPVA 3).

En el mes de octubre sólo se presentaron organismos de *Macrobrachium* y un gasterópodo de la familia Viviparidae. *M. olfersii* solo se presentó en La Boca como organismo raro, *M. tenellum* como ocasional, aunque su frecuencia de aparición fue mayor ya que se registró en La Hacienda, Puente Caído y La Boca. *Macrobrachium s* fue el taxón más abundante en La Boca (Fig. 8, anexo AFPVA 3).

Para las últimas dos salidas los organismos de *Macrobrachium sp.* se encontraron en etapas larvales tempranas por lo que no es posible concretar una identificación a nivel de especie. Sin embargo, lo anterior ubica su una etapa de reproducción y desove lo cual concuerda con reportes previos de trabajos enfocados a la reproducción de *M. tenellum* como los de Guzmán *et al.* (1982) y Guzmán (1987) quienes encontraron que la época de reproducción se presenta en los meses de junio a noviembre teniendo su pico máximo en octubre.

**El langostino *Macrobrachium* es la única especie de importancia local** (i.e. autoconsumo y venta en pequeños restaurantes) y con potencial de explotación económica. Tiene una distribución mundial la cual está comprendida dentro de la isoterma de 18°C (Guzmán 1987). Son habitantes de agua dulce y salobre pero aún los de agua dulce tienen que ir a agua salobre en la época de reproducción, la que se lleva a cabo en la parte superior del estuario (Panikkar 1968 en Granados 1984). Negrete (1977) y Román (1980) registraron el periodo de reproducción de *M. tenellum* de junio a diciembre el cual coincide con la baja salinidad y abundancia de detritus acarreados por los afluentes de agua dulce. En el pasado, en la Laguna Tres Palos la época de reproducción iniciaba en el mes de junio y finalizaba en el mes de noviembre (González 1979). Sin embargo, también se indica que la especie es capaz de reproducirse a lo largo de gran parte del año como se ha observado cerca de la desembocadura en del Río Balsas (Cabrera *et al.* 1979).

#### *Laguna de Tres Palos*

En la Laguna de Tres Palos no se encontró ninguna especie de macroinvertebrado bentónico. Se han revisado un total de 16 estaciones (cuatro en cada salida). La ausencia de la macrofauna bentónica se debe, muy probablemente, a que en el fondo de la laguna existen condiciones anóxicas en forma conjunta, seguramente, con la presencia de sustancias tóxicas (e.g., organofosforados y organoclorados provenientes del Río La Sabana), por lo que es difícil el establecimiento y desarrollo de los macroinvertebrados bentónicos.

Las condiciones ambientales de esta laguna han cambiado considerablemente ya que estudios anteriores como los de Ramírez (1952) encontraron diversos macroinvertebrados como isópodos, anfípodos y hemípteros en bajo número y muy abundantes dípteros de la familia Chironomidae entre la vegetación ribereña y en el tubo digestivo de ciertos peces. También se reporta la presencia de camarones peneidos en los fondos fangosos. Stuardo *et al.* (1974) registra la existencia de macroinvertebrados como *Chironomus* y *M. tenellum*. Román (1976) y Román-Contreras (1979) determinan en zonas litorales en profundidades de 0.3 hasta 1.5 m. y fondos arenosos con abundancia de detritus entre las raíces de manglares y lirio acuático la captura de juveniles de *M. tenellum*, mientras que los ejemplares adultos fueron colectados principalmente en áreas abiertas. Sevilla *et al.* (1980) encontraron isópodos y anfípodos así como larvas de hemipteros entre las raíces del lirio.



### ***Ictiofauna***

Day (1951) y Myers (1963) clasifican a los peces por la capacidad que tienen para desplazarse como población desde el mar hacia ambientes completamente dulceacuícolas, de manera estacional u ocasional, así como a las poblaciones que han desarrollado mecanismos osmorreguladores eficientes que les facilitan su incursión y colonización en ambientes muy dinámicos como los sistemas estuarino-lagunares (Castro-Aguirre *et al.*, 1999). Las siguientes categorías corresponden a las especies encontradas tanto en el Río Papagayo como en la Laguna de Tres Palos, Gro., durante las colectas de mayo, junio y septiembre del 2003.

1B.- Habitante permanente del conjunto estuarino-lagunar. Son especies que habitan normalmente dentro de las aguas mixohalinas, es decir, que todo su ciclo de vida incluida su reproducción, transcurre dentro del ambiente estuarino.

2A.- Especie eurihalina del componente marino. Especies marinas capaces de tolerar grandes cambios en salinidad, entran a aguas continentales en busca de alimento y protección, su ciclo de vida no está relacionado de manera obligada con aguas dulceacuícolas o estuarinas.

2B.- Especie estenohalina del componente marino. Especies marinas que penetran a aguas continentales de modo ocasional cuando la salinidad se incrementa por diversas causas, sin embargo su ciclo de vida no manifiesta ningún tipo de relación con estos sitios.

3A.- Especie catádroma. Es aquella que habita el medio dulceacuícola y obligadamente se dirige al mar, con el propósito de completar su ciclo reproductivo.

S.- Especie secundaria, que puede tolerar pequeños intervalos de salinidad y son capaces de cruzar la barrera salina.

P.- Especie primaria, restringida exclusivamente a ambientes dulceacuícolas, con ocasionales incursiones en aguas salobres.

En las figuras FVA 2 y FVA3 se muestra la participación de cada una de las categorías ecóticas, tanto en el Río Papagayo como en la Laguna de Tres Palos, durante las tres colectas realizadas.

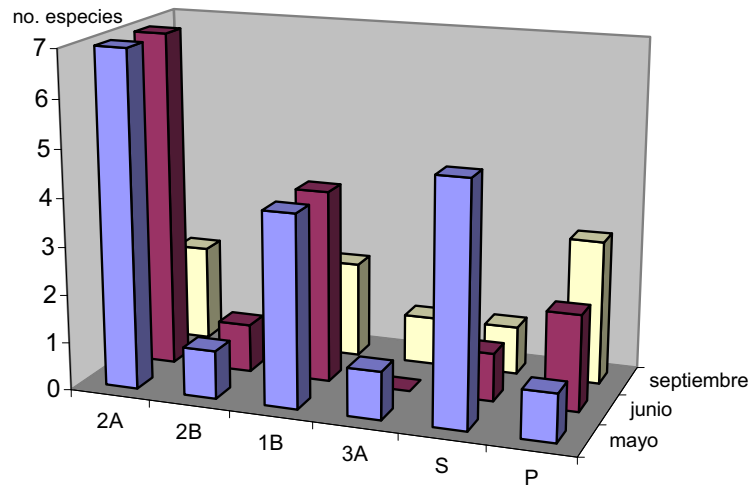


Figura FVA 2. Distribución de categoría ecótica en el río Papagayo, Gro.

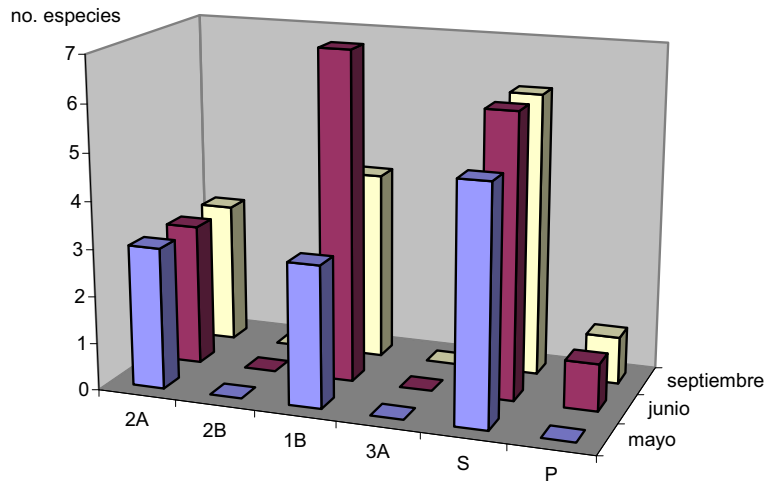


Figura FVA 3. Distribución de categoría ecótica en la Laguna de Tres Palos, Gro

En el Río Papagayo, se observó la dominancia de especies eurihalinas de origen marino (2A) tanto en mayo como en junio, de las cuales solo dos fueron colectadas durante los tres meses de muestreo: *Achirus mazatlanus* y *Citarichthys gilberti*. Lo que indica que estas especies forman parte importante de la diversidad íctica en el río y que su presencia es constante a lo largo del año, cabe mencionar que las colectas fueron realizadas en época de secas y durante lluvias, cuando las condiciones ambientales eran totalmente distintas. La dominancia de estas especies se manifiesta principalmente en el estuario hasta 6 o 7 km río arriba en el sitio de

colecta La Hacienda. Conforme se alejan del mar dichas especies son reemplazadas por especies secundarias y primarias como los cíclidos *Cichlasoma trimaculatum*, *Oreochromis aureus*, los pecílidos *Poecilia sphenops*, *Poeciliopsis fasciata*, *P. gracilis* y el carácido *Astyanas aeneus*. La colecta de septiembre fue la menos diversa por las condiciones de escasa transparencia del agua, alta velocidad de corriente y poca heterogeneidad de hábitas. Lo que limita la incursión de un mayor número de especies marinas hacia el estuario en busca de alimento, protección o zonas de reproducción.

En la Laguna de Tres Palos, hubo dos grupos de especies dominantes; el primero pertenece al componente dulceacuícola con especies secundarias (S) como *Oreochromis aureus*, *O. mossambicus*, *O. niloticus*, *Cichlasoma trimaculatum* y *P. sphenops*. Mientras que el segundo lo integran especies del componente estuarino-lagunar (2A y 1B) como son: *Ariopsis guatemalensis*, *Atherinella guatemalensis*, *Lile gracilis* y *Dormitator latifrons*. Estas especies estuvieron presentes en los tres muestreos, incrementándose en un 34% la riqueza específica en el mes de junio, probablemente por el mayor esfuerzo de captura aplicado, y porque los sitios de colecta están ubicados cerca de la desembocadura del río La Sabana en la laguna, lo que favorece la presencia de especies con afinidades dulceacuícolas, además de que son áreas someras con menos de 1.5 m de profundidad.

La distribución ecótica de las especies en cada uno de los sitios de muestreo en el Río Papagayo durante los tres meses de colecta (Figuras. 10, 11 y 12 anexo AFVA 5), muestra que en el Estuario siempre predominó la presencia de especies estuarino-lagunares por la cercanía con el mar.

La distribución de las distintas categorías ecóticas encontradas de manera particular en cada uno de los sitios de colecta del Río Papagayo, muestra que conforme se incrementa la distancia del mar y los metros sobre el nivel del mar (Río Omitlán) (Fig. 13, anexo AFVA 5), las proporciones del componente marino van disminuyendo y, a su vez se incrementa la participación de las especies secundarias y dulceacuícolas dentro de la comunidad íctica.

En el caso de la Laguna de Tres Palos, la distribución de las diferentes categorías es característica de cada uno de los sitios de muestreo, como se muestra en las figuras 14 y 15, (anexo AFVA 5). El componente estuarino-lagunar se mantiene constante en cada uno de los sitios de colecta. La mayor participación dentro de la comunidad íctica está a cargo de las especies estuarino-lagunares que habitan permanentemente en el sistema, donde llevan a cabo cada una de las diferentes funciones del ciclo de vida como son reproducción y alimentación. Otro componente importante son las especies secundarias como los cíclidos y los pecílidos bien adaptados a las condiciones oligohalinas de la laguna.

En el sitio de muestreo el Radar, la vegetación aledaña de tular favoreció la presencia de una mayor cantidad de especies tanto dulceacuícolas como estuarino-lagunares (Fig. 16, anexo AFVA 5), ya que ofrecía áreas de protección para especies como el charal (*Lile gracilis*); áreas de alimentación de especies piscívoras y herbívoras como *Diapterus peruvianus*, *Mugil cephalus* y *Oreochromis* spp. Conforme se acercaban los sitios de muestreo a la boca del Río La Sabana (La Barda y Rinconada del Río), se incremento la presencia de especies dulceacuícolas y de menor talla como los pecílidos *Poecilia sphenops* y *Poeciliopsis fasciata*.

## **Inventario ictiofaunístico**

### **Río Papagayo**

Como resultado de las colectas de peces realizadas en este estudio, se obtuvo el inventario de la ictiofauna del Río Papagayo, registrándose 628 individuos correspondientes a 15 familias, 24 géneros y 26 especies (Anexo AFVA 5). Destaca que aproximadamente el 50% de las especies documentadas en la literatura y depositadas en colecciones ictiológicas, hasta el 2002, fueron registradas en el presente estudio. Con un nuevo registro para *Pseudophallus starksi* colectado en el sitio de muestro denominado La Hacienda, el cual representa el segundo registro de incursión en aguas dulceacuícolas, ya que es un habitante permanente de ambientes estuarinos. Esta especie está reportada hacia el norte de la vertiente del Pacífico mexicano, en el río Cuitzmala, Jal. (Espinosa-Pérez *et al.*, 1988).

### **Laguna de Tres Palos**

La lista sistemática en la laguna estuvo integrada por 795 individuos, pertenecientes a 10 familias, 15 géneros y 20 especies (Anexo AFVA 5).

Para la Laguna de Tres Palos, el elenco sistemático en este estudio corresponde aproximadamente al 40% de las especies conocidas para la laguna. Se encontraron dos nuevos registros de peces, uno de ellos fue el pez soleido *Trinectes fonsecensis*, así como la tilapia del Nilo *Oreochromis niloticus*, este último; probablemente como resultado de recientes introducciones con fines de acuicultura (Arredondo-Figueroa y Guzmán-Arroyo, 1986, Arredondo-Figueroa, *et al.*, 1994).

### **Riqueza específica**

La mayor riqueza específica en el Río Papagayo se encontró en el Estuario y en La Hacienda (Fig. 17, anexo AFVA 5), donde pueden presentarse especies tanto del ambiente marino como estuarino y algunas especies secundarias. En Puente Roto las condiciones de crecidas del río no permitieron explorar más de tres puntos de muestreo durante las colectas de junio y septiembre-octubre, por lo que el valor de la riqueza específica fue bajo. En el río Omítlán, aún cuando sólo se realizaron dos colectas (mayo y septiembre), se mantuvo el mismo valor de riqueza específica.

En la Laguna de Tres Palos la mayor riqueza específica (13 spp) se encontró en Rinconada del río durante el muestreo de junio, el sitio de colecta era una zona de poca profundidad, con vegetación ribereña cercana a la orilla de la laguna, la mayoría de las especies colectadas fueron de talla pequeña, muchas de ellas en estadio juvenil. Tales características del sitio lo hacen idóneo como área de reproducción y protección para estas especies. Tanto el sitio denominado El radar y La Barda tuvieron en promedio ocho especies durante todo el muestreo (Fig. 18, anexo AFVA 5).

### **Abundancia relativa por especie**

En el Río Papagayo las especies más abundantes se registraron en mayo (Fig.19, anexo AFVA 5); en cuanto a número de individuos, éstas fueron *Poeciliopsis gracilis* y *Poecilia sphenops* con el 50% de total de individuos colectados. Mientras que en junio a *Gobiomorus maculatus* le correspondió el 46%, el restante 54% estuvo repartido entre 14 especies principalmente estuarinas (Fig.20, anexo AFVA 5). En septiembre la participación tanto de *Achirus mazatlanus* como de *Astyanax aeneus* fue semejante en cuanto a número de individuos; en conjunto contribuyeron aproximadamente con el 70 % de la abundancia total (Fig. 21, anexo AFVA 5). En el Río Papagayo no hubo una especie dominante durante todo el año, la distribución y

abundancia estuvieron definidas por el tipo de hábitat y la temporada del año como época de lluvias y secas.

En la Laguna de Tres Palos, la dominancia en especies fue para *Lile gracilis* en mayo, *Lile gracilis* y *Microgobius miraflorensis* en junio, *Lile gracilis*, *Poeciliopsis fasciata* y *Atherinella guatemalensis* en septiembre-octubre (Figs. 22, 23 y 24, anexo AFVA 5). Es evidente la dominancia de éstas sobre las restantes especies, ya que representan alrededor del 80 % del total de la colecta, lo que indica que dichas poblaciones están bien establecidas en el sistema lagunar, puesto que mantuvieron niveles altos de dominancia tanto en temporada de secas como lluvias. Estos datos corroboran las estadísticas de pesca en señalar al charal *Lile gracilis* como el recurso pesquero más importante en la laguna

### Índice de Diversidad

Los índices de diversidad (Tabla FVA3) por colecta muestran que la localidad y mes con mayor diversidad fue el Estuario en el muestreo de junio (1.82), seguido por un valor cercano (1.79) para la Hacienda durante el mes de mayo. Ambas localidades presentaron mayor variedad de microhábitats como playas, zonas de rápidos, zonas con troncos, pozas a la orilla del río y áreas protegidas por vegetación aledaña de tipo arbórea y carrizo como *Salix humboldtianum* y *Phragmites australis* respectivamente. En el Estuario la cercanía con el mar aumentó la probabilidad de coleccionar especies marinas. Mientras que en la Hacienda se encontró una gran cantidad de individuos en estadio juvenil de *Cichlasoma trimaculatum* y *Poeciliopsis fasciata*, así como hembras ovígeras del pez pipa *Pseudophalus stasksi*, lo que indica que es un área utilizada como de protección y reproducción.

Tanto el Río Omítlán como en el Puente Roto, tuvieron valores semejantes 1.26 y 1.11, respectivamente; en ambas localidades solo se realizaron dos de las tres colectas en el estudio. El tipo de hábitat fue de playita con fondo arenoso y una pequeña zona inundada. Esta escasa variedad de microhábitats y la falta de muestreo, contribuyeron a obtener valores bajos de diversidad.

Tabla FVA 3. Índices para cada uno de los sitios de colecta en el Río Papagayo, Gro.

Índices	Estuario			La Hacienda			Puente Roto			Río Omítlán		
	M	J	S	M	J	S	M	J	S	M	J	S
Riqueza específica	10	8	3	9	6	3	-	3	4	5	-	5
Abundancia absoluta	99	30	59	54	69	10	-	9	20	228	-	50
Diversidad (H')	1.63	1.82	0.62	1.79	1.12	0.898	-	0.84	1.26	1.19	-	0.89

En la Laguna de Tres Palos, la mayor riqueza específica correspondió a El Radar y La Barda (Tabla FVA 4). La mayor abundancia se observó en Rinconada del Río con aproximadamente 300 individuos, la mayoría de ellos en estadio juvenil. El segundo lugar en abundancia fue La Barda con 189 individuos. Ambos valores corresponden al mes de junio. Sin embargo, la mayor diversidad a nivel sitio de colecta se registró en El Radar, donde la proporción de individuos por especie fue mayor. El Radar es un área rodeada por tular (*Typha dominguensis*) que ofrece protección, alimentación y áreas de reproducción para muchas especies de la laguna.

Tabla FVA 4. Índices para cada uno de los sitios de colecta en la Laguna de Tres Palos, Gro.

Índices	El Radar			La Barda			Rinconada del Río		
	M	J	S	M	J	S	M	J	S
Riqueza específica	9	6	10	-	8	7	2	13	6
Abundancia absoluta	72	26	44	-	189	26	4	293	141
Diversidad (H')	0.82	1.42	2	-	0.42	1.67	0.69	1.34	1.21

## ANÁLISIS DE LAS ESPECIES

### Distribución geográfica de las especies

La mayoría de las especies colectadas tienen un amplio intervalo de distribución a lo largo de la vertiente del Pacífico mexicano (Miller, 1983, Abele y Kim, 1989, Nates y Villalobos, 1990, Espinosa-Pérez *et al.*, 1993, Castro-Aguirre *et al.*, 1999, Allen y Robertson, 1998). Ver anexo AFVA 5

### Endémicas

No hay ninguna especie que sea endémica de la cuenca del Río Papagayo o de la Laguna de Tres Palos. Pero si hay algunas nativas en la región costera de Guerrero-Chiapas, como *Cichlasoma trimaculatum* y *Eleotris picta*.

### Peligro de extinción o amenazada.

Ninguna especie entra en alguna de las categorías de conservación de la norma oficial mexicana NOM-059-ECOL-2001.

### Crustáceos

El objetivo principal de este estudio fue la ictiofauna del Río Papagayo y Laguna de Tres Palos, sin embargo en los arrastres efectuados en el Río Papagayo se colectaron algunas especies de crustáceos como *Macrobrachium hobbsi*, *M. olfersi* y *M. tenellum*, así como un ejemplar de *Callinectes* sp. En el muestreo del Puente Roto (septiembre), en la orilla del río se colectaron 26 ejemplares en un solo arrastre, había hembras ovígeras y muchos juveniles de *M. tenellum*.

## ANÁLISIS PESQUERO DEL RÍO PAPAGAYO.

En el Río Papagayo no existe una pesquería como tal, por lo que son escasas las capturas de las cuales se tiene registro en los reportes de producción pesquera del estado de Guerrero. Durante dos visitas a las oficinas del Departamento de Ordenamiento Pesquero y Acuícola, de la Subdelegación de Pesca, en Acapulco, se consultaron los reportes pesqueros para el Río Papagayo, durante los años 1998, 1999 y 2000 (se anexa oficio), se encontró que no hay registros de asociaciones cooperativas establecidas, únicamente pescadores independientes. La información documentada en dichas oficinas corresponde a registros de ocho recursos (Tabla FVA 5). De éstos se observó que no es una actividad que se realice de manera constante por parte de las comunidades aledañas al río, ya que los reportes en 1998 fueron solo para el camarón de estero y la jaiba; en 1999 se registraron capturas de seis recursos diferentes y en el 2000 únicamente se registró la captura de tilapia.

Tabla FVA 5. Recursos pesqueros registrados para el Río Papagayo, Gro. de 1998 al 2000.

Recurso pesquero	1998 (kg)	1999 (kg)	2000 (kg)	Total / recurso (kg)
Camarón de estero	2,170	-	-	2,170
Cuatete	-	52	-	52
Jaiba	425	-	-	425
Lisa	-	93	-	93
Mojarra	-	48	-	48
Pargo	-	48	-	48
Robalo	-	36	-	36
Tilapia	-	1,000	8,600	9,600
<b>Total / año</b>	<b>2,595</b>	<b>1,277</b>	<b>8,600</b>	<b>12,472</b>

Para un mejor análisis de la escasa pesca en el Río Papagayo se divide ésta en recurso de origen dulceacuícola y marino:

La tilapia es la única especie dulceacuícola de la cual se tienen registros de captura. De 1999 al 2000 fue la de mayor participación (77 %) respecto a los otros siete recursos, con un poco más de 9.5 toneladas (Fig FVA 4). Cabe mencionar que 8.5 ton. de éstas, correspondieron al 2000, mientras que en el año anterior la captura fue mínima (1 tonelada) y en 1998 no hubo registro de captura. En los muestreos realizados en este estudio, la tilapia sólo se colectó en el Río Omitlán, aunque no hubo más sitios de muestreo aguas arriba de la Presa La Venta, la probabilidad de que exista tilapia en la presa y aguas arriba sobre el Río Papagayo es alta. Con estos registros y con información personal de pescadores de Tierra Colorada, el área de pesca de la tilapia se ubica arriba de la cortina de la presa.

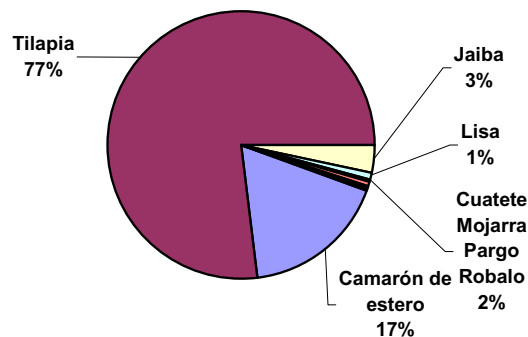


Figura FVA 4. Participación por recurso pesquero en el Río Papagayo, Gro.

El langostino es un recurso de agua dulce presente en el Río Papagayo, sin embargo a pesar que no existen datos registrados de capturas, se tiene conocimiento de que éste es capturado en pequeños volúmenes, consumido de manera local y ocasionalmente se vende en Acapulco y

Chilpancingo. Los pobladores de Tierra Caliente que se dedican temporalmente a la pesca del langostino en el Río Omítlán, comentaron que económicamente les resulta mejor la pesca de este recurso que la propia tilapia, ya que por un kilo de langostino obtienen lo de cuatro de tilapia. Además de que la pesca del langostino solo es en temporada de secas, cuando el río no lleva tanta corriente y el agua es muy clara.

Respecto a los restantes registros pesqueros en el Río Papagayo, corresponden éstos a especies de origen marino. Como se observa en la tabla FVA 5, el camarón de estero, el cuatete, la jaiba, la lisa, la mojarra, el pargo y el robalo; son especies de origen marino que se encuentran principalmente en el estuario, donde llevan al cabo parte de su ciclo de vida, regularmente no realizan incursiones río arriba hacia ambientes dulceacuícolas. Aunque no se especifica en los reportes de pesca, el lugar de captura; por el ciclo biológico de las especies, probablemente sea una actividad pesquera realizada solo en el estuario del Río Papagayo.

Los registros de producción pesquera para las especies de origen marino, corresponden al 23% del volumen total durante los tres años consultados (Fig. FVA 4). Es importante resaltar que el camarón de estero es el segundo en importancia, después de la tilapia, con un poco más de dos toneladas. Tanto el cuatete, la jaiba, la lisa, la mojarra, el pargo y el robalo son especies que por sus afinidad hacia ambientes marinos, son pocos los individuos que son capturados por los pescadores por lo que no representan un ingreso constante.

#### **ANÁLISIS PESQUERO DE LA LAGUNA DE TRES PALOS.**

En la Laguna de Tres Palos, se tenía registro hasta 1991 de tres tipos de agrupaciones de pescadores: cooperativas pesqueras, grupos solidarios y permisionarios, correspondiendo a nueve agrupaciones con 714 pescadores. Además de 1,200 pescadores que trabajan de manera individual, dando un total de 1,914 pescadores.

En el 2003 el número de agrupaciones pesqueras reconocidas en las estadísticas de pesca, ascendió a 64 integradas únicamente en Sociedades Cooperativas de Producción Pesquera, con 6,788 pescadores (Anexo Asociaciones Cooperativas Laguna de 3 Palos). Es notable que el número de agrupaciones aumentara siete veces en 12 años, de igual manera en este mismo lapso de tiempo el número de pescadores aumentó 3.5 veces aproximadamente, carta de solicitud de información pesquera a SAGARPA (Anexo Carta de solicitud de información pesquera a SAGARPA).

Se obtuvieron datos de producción anual de 1981 al 2000 (de años consecutivos cuando fue posible), en la Laguna de Tres Palos (Fig. FVA 5)

años	ton
1981	51.511
1982	171.108
1984	164.922
1985	822.34
1986	715.144
1988	429.974
1989	468.401
1990	891.871
1998	434.434



1999	437.071
2000	27.846

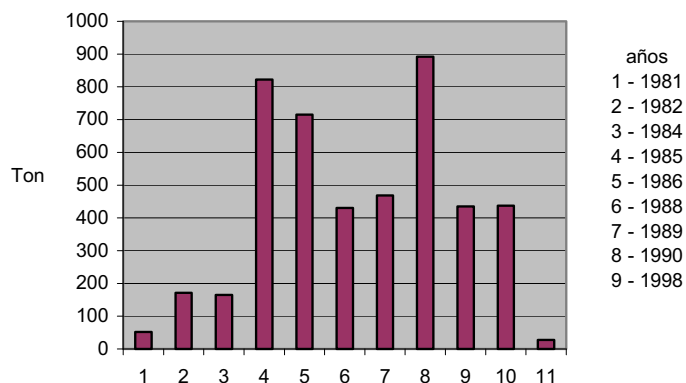


Figura. FVA 5. Producción pesquera anual, de 1981 al 2000, en la Laguna de Tres Palos.

En la figura FVA 5 se muestra el marcado incremento de la captura anual de 1984 a 1985; entre 1986 y 1989 hubo un decremento considerable, mismo que se vio abatido con las capturas de 1990, llegando a registrarse volúmenes de aproximadamente 900 toneladas. Es importante señalar que no se cuenta con información para los años 1991 a 1997.

En 1998 y 1999, la producción pesquera se mantuvo semejante en volumen pero disminuyó en cuanto a tipo de recurso capturado de 17 a 12 respectivamente.

En el 2000 hubo una considerable baja en el volumen de captura, de 437 ton (1999) a 27.8 ton (2000), la explicación proporcionada en las oficinas de pesca es que esta disminución se debió a la no actualización de los permisos de pesca, por parte de las sociedades cooperativas de pescadores, por lo que no se podían registrar de manera oficial las capturas. Sería recomendable tener acceso a los reportes pesqueros años antes de 1998 y posteriores al 2000 para ver si el esfuerzo pesquero está dando los mismos resultados en cuanto al volumen de captura (Tabla FVA 6).

Aún no se tiene la información de los años subsecuentes para observar el comportamiento anual hasta el 2002.

Tabla FVA 6. Recurso pesquero y producción anual en la Laguna de Tres Palos, en cuatro años diferentes.

RECURSO	1980-1990 kg	1998 kg	1999 kg	2000 kg	TOTAL / RECURSO kg
Camarón	701	12,432	6,943	-	20,076
Cazón	-	480	-	-	480
Chacal	28,574	17,071	20,205	2,881	68,731
Charal	372,147	261,570	325,920	12,080	971,717

Charra	3,752	400	1,180	190	5,522
Cherna	55	55	-	165	275
Cuatete	15,535	49,216	34,925	4,433	104,109
Guavina	350	150	-	-	500
Huachinango	-	260	-	-	260
Jaiba	-	240	-	-	240
Jurel	-	30	-	-	30
Lisa	3,350	12,475	9,505	2,305	27,635
Pargo	50	-	178	-	228
Pijolín	600	410	1,150	568	2,728
Popoyote	27,924	47,150	20,250	2,750	98,074
Robalo	50	1,885	1,520	903	4,358
Sierra	-	-	345	-	345
Tiburón	-	136	-	-	136
Tilapia	5,408	29,925	14,950	1,571	51,854
<b>TOTAL / AÑO</b>	<b>458,496</b>	<b>433,885</b>	<b>437,071</b>	<b>27,846</b>	<b>1,357,298</b>

La pesca en la laguna está sostenida por 19 recursos pesqueros (Tabla FVA 6) registrados en los reportes de producción pesquera, en el Departamento de Ordenamiento Pesquero y Acuícola, de la Subdelegación de Pesca, Guerrero. Siendo el charal (*Lile gracilis*) el que aporta un poco más del 70% de la captura total del sistema (Fig. FVA 6). Este recurso se comercializa principalmente en la Ciudad de México en su presentación de seco, conocido comúnmente como charal seco. Este dato de mayor captura proporcionado por las oficinas de Pesca (SAGARPA- Acapulco), coincide con los valores obtenidos en este estudio durante los muestreos de mayo, junio y septiembre del 2003. Las especies restantes contribuyen en mucho menor proporción a la pesca de la laguna.

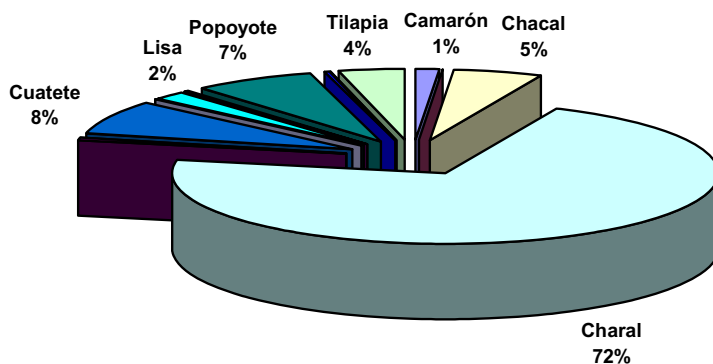


Figura FVA 6 Porcentaje de participación en las capturas anuales (1980-1990, 1998, 1999 y 2000) de los principales recursos pesqueros en la Laguna de Tres Palos.

Los volúmenes de captura analizados de 1980 al 2000 en la Laguna de Tres Palos, siempre se mantuvieron altos para el charal, lo que indica que es el recurso que sostiene la pesquería en la laguna. Mientras que el cuatete, el popoyote, la tilapia y el chacal, contribuyen en menor proporción a la producción total de la laguna (Fig. FVA 7).

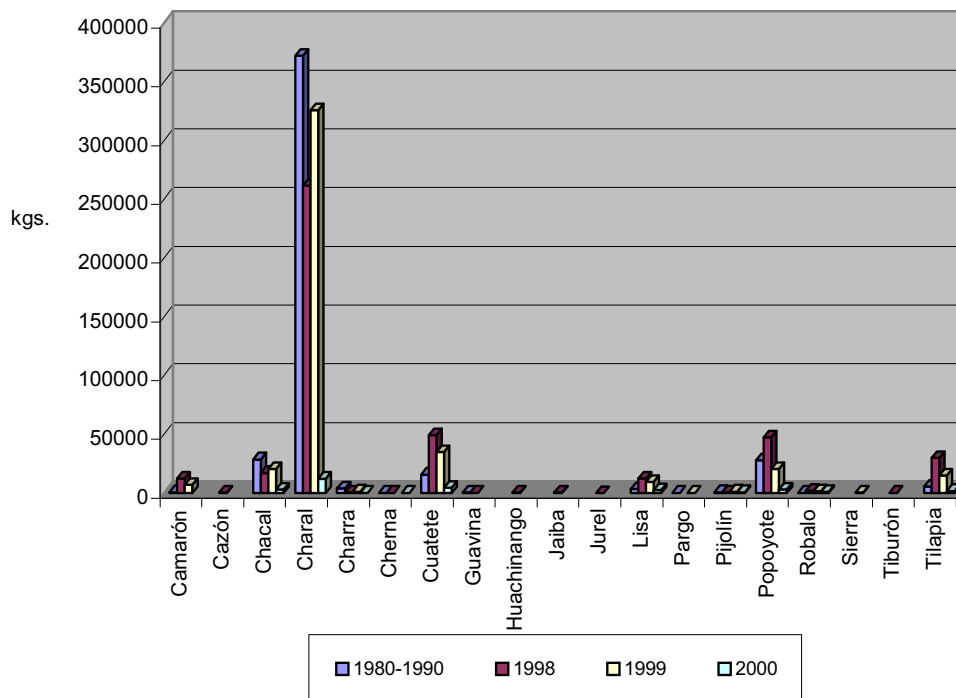


Figura FVA 7. Producción anual de los principales recursos pesqueros, en la Laguna de Tres Palos

## Vegetación acuática

### Río Papagayo

En el Río Papagayo prosperan los tulares y los carrizales porque las especies que los componen son cosmopolitas que se adaptan fácilmente a condiciones de alteración o perturbación ya sea natural o antropogénica e incluso tienden a desplazar a especies autóctonas de río y lagunas, comportamiento similar al que produce el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*).

La vegetación acuática herbácea a lo largo del Río Papagayo está caracterizada por pequeñas poblaciones de tulares de *Typha domingensis* y carrizales de *Phragmites australis*, establecidas dentro de pequeñas playas a la orilla del mismo, asociadas con otras especies de vegetación de hidrófitas como *Pontederia sagittata* y *Eichhornia crassipes* y una macro alga *Chara sp.* Acompañan a esta vegetación, siempre que las inclinadas paredes del río lo permiten, vegetación arbórea riparia dominada principalmente por *Salix humboldtiana*.

#### **Estructura de la vegetación**

Debido a que la estructura de la comunidad de la vegetación acuática en el río es muy sencilla, principalmente la representada por el tular y el carrizal, la forma más común de analizarla es a través de la densidad y biomasa de cada una de las especies que la componen, y en este caso la mayor densidad y contribución de biomasa está dada por *Phragmites australis* con 91.4 haces m<sup>2</sup> y 1051.8 g PS (peso seco) m<sup>2</sup>, que representan el 56.8 %, seguido de *Typha domingensis* con 34 haces m<sup>2</sup> y 777.1 g PS m<sup>2</sup> que equivalen al 42% y en tercer lugar *Eichhornia crassipes* con 25.9 haces m<sup>2</sup> y 22.1 g PS m<sup>2</sup>, que equivalen solo al 1.2% de la contribución de biomasa total para el sistema.

La vegetación acuática en los sitios de estudio del Río Papagayo estuvo dominada por especies herbáceas tales como *Phragmites australis* y *Typha domingensis* y arbóreas como *Salix humboldtiana*. Por formar comunidades mono-específicas tuvieron, cada una coberturas del 100% y valores de importancia de 3, debido a que estas especies no se encontraron mezcladas entre sí. En el caso de las especies de herbáceas, las comunidades se encontraron en los bordes, sobre sedimentos permanentes que no fueron arrastrados durante las crecidas del río en la temporada de lluvias.

En el caso de los tulares y carrizales, las comunidades tuvieron entre 5 y 50 metros de longitud por 2 a 5 metros de ancho distribuidas en forma de parches a los bordes del río y en forma discontinua. Para la vegetación denominada como Bosques de Galería y constituida por *Salix humboldtiana* los elementos de la comunidad están alineados en forma unitaria al borde del río por lo que no fue necesario levantar transectos de la misma, por lo regular se ubican en aquellos lugares donde las crecidas alcanzan su máximo nivel y están dominadas por árboles de 10 a 25m de alto con diámetros a la altura del pecho de entre 20 y 40 cm.

En La Hacienda y en Lomas de Chapultepec (puente caído) también se observaron estos mismos elementos de paisaje pero constituidos por pequeños árboles no mayores a 5 m de altura y D.A.P. de 5 cm y ubicados por debajo de la línea máxima de crecida del río, lo que seguramente los expone al arrastre e impide su desarrollo en esos sitios.

Un ejemplo de perfil diagramático para *Typha domingensis* se puede observar en la figura FVA 8, que también representa de manera esquemática cómo se puede observar a *Phragmites australis* en el borde del río.

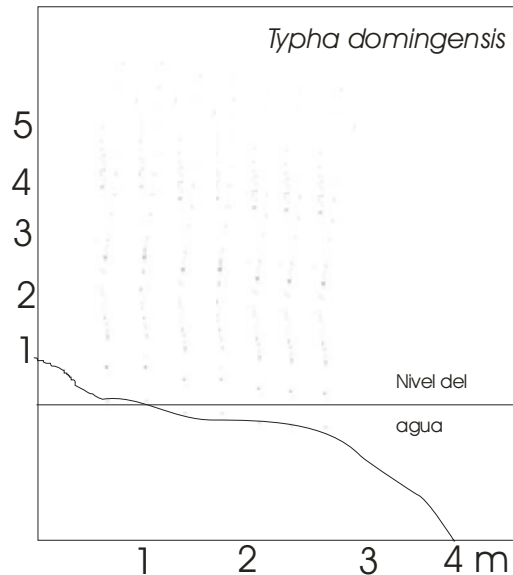


Figura FVA 8. Perfil diagramático de la comunidad mono-específica de *Typha domingensis*.

Debido a que la cobertura espacial de la vegetación acuática en los bordes del Río Papagayo es inconspicua, esta no puede ser detectada por los sensores remotos del satélite, por lo cual en este punto solo se habla de la cobertura espacial de la vegetación de la laguna. En la figura FVA 9 se presenta una imagen en falso color de la cuenca del Río Papagayo y de la Laguna de Tres Palos.

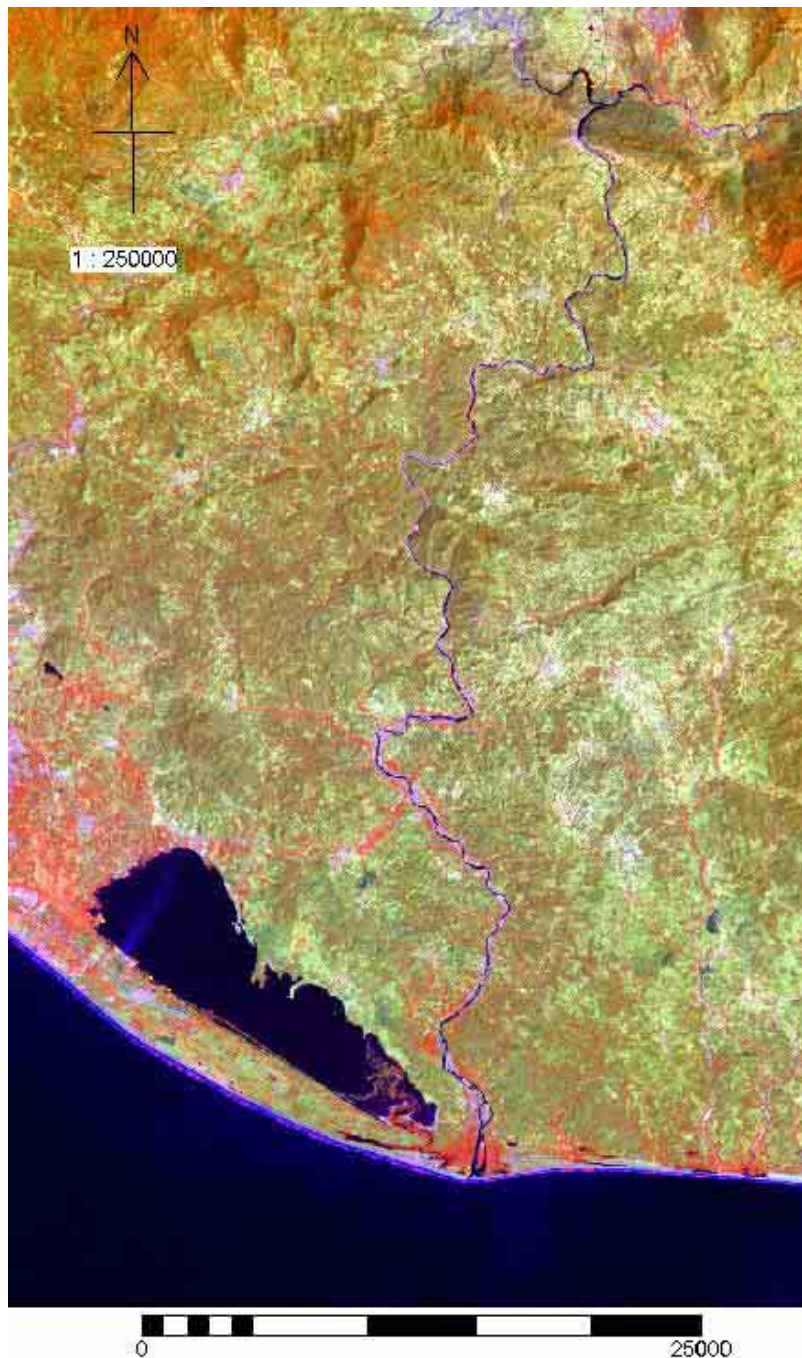


Figura FVA 9. Imagen en falso color de la cuenca del Río Papagayo y de la Laguna de Tres Palos.

### **Laguna Tres Palos**

En la laguna de Tres Palos hay una flora acuática abundante, compuesta principalmente por herbáceas como los tulares y carrizales y arbórea como los manglares; estos últimos dominados por *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus* y de forma irregular por *Avicennia*

*germinans* y *Rhizophora mangle*. Asociadas a las herbáceas existen hidrófitas como el lirio acuático (*Eichhornia crassipes*), *Eleocharis sp.*, *Nymphaea ampla*, *Pistia stratiotes*, *Lemna sp.* y *Neptunia sp.*, y asociada a la vegetación arbórea hay árboles de *Crescentia cujete*, *Mimosa pigra*, y *Acacia sp.*

La flora acuática reportada para la Laguna de Tres Palos se calcula en alrededor de 37 especies (Anexo AFVA 6), que incluyen plantas acuáticas estrictas y algunas sub-acuáticas y que constituye solo el 7% de las 526 especies reportadas para la laguna y sus alrededores (Diego-Pérez y Fonseca, 1994), así como para la parte baja de la cuenca del Río Papagayo. De los nueve tipos de vegetación descritos para la cuenca baja del Río Papagayo y para la laguna de Tres Palos, seis consideran elementos de vegetación acuática y subacuática como son la vegetación halófito de marisma, el bosque de galería, manglar, carrizal, tular y vegetación de hidrófitas.

### **Estructura de la vegetación**

El manglar de la Laguna Tres Palos, en su porción nor-noreste (Fig. FVA 10), está dominado en un 100% por *Laguncularia racemosa* con una densidad de 1921 árboles por hectárea, cuya altura promedio es de 7 m, y un diámetro promedio a la altura del pecho de 11 cm equivalente a un área basal de 116 cm<sup>2</sup>. Hacia la porción este-sureste, en el canal estuarino que lleva a la desembocadura de la laguna, el manglar está dominado por *Conocarpus erectus* (38.9 %), seguido por *Laguncularia racemosa* (31.8 %) y de *Avicennia germinans* (29.3%), con una densidad promedio de 6646 árboles por hectárea, una altura promedio de 4 m, un diámetro a la altura del pecho de 4.4 cm equivalentes a una área basal de 17 cm<sup>2</sup>.

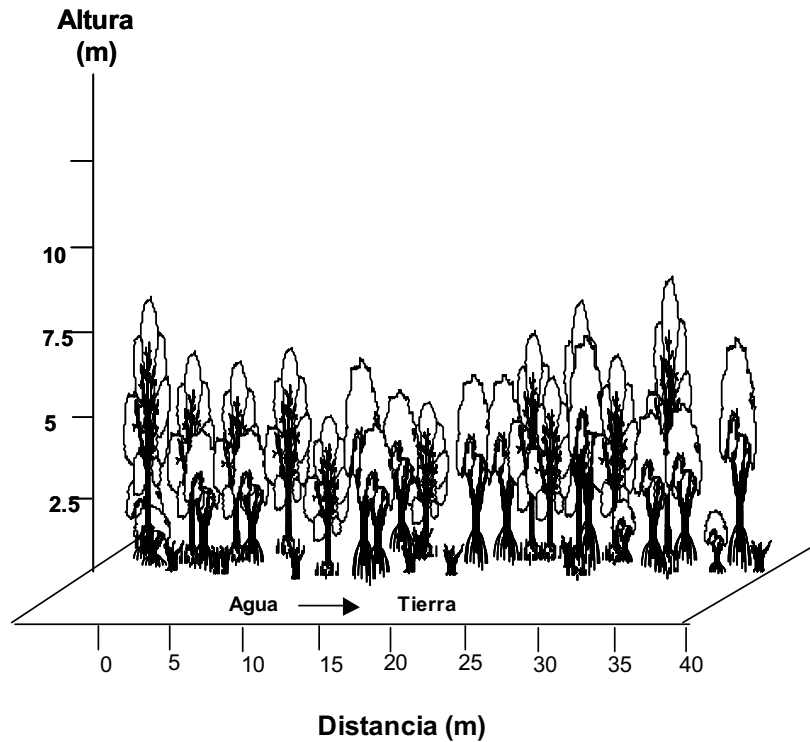


Figura FVA 10. Perfil diagramático que muestra el transecto sobre la vegetación de manglar de la porción nor-noreste de la laguna de Tres Palos.

La diferencia estructural entre estos dos bosques de manglar se debe al uso por corte que se le ha dado al canal estuarino, donde prevalecen numerosos tocones de *L. racemosa* que presentan hasta cinco cortes consecutivos de los nuevos brotes que se originan del tocón, dominando pequeños arbolitos delgados y densos, a diferencia en su porción nor-noreste que pudiera representar lo que fue el manglar de toda la zona de influencia de la desembocadura de la laguna, incluso ahora desplazada por zonas de pastoreo y palmares de *Cocos nucifera*.

El manglar en la porción norte-centro de la laguna cerca del poblado La Estación el manglar estuvo dominado por *Conocarpus erectus* y *Laguncularia racemosa*, la primera con una densidad de 1697 árboles por hectárea, cuya altura promedio es de 4.6 m, y un diámetro promedio a la altura del pecho de 8.8 cm equivalente a un área basal de 86 cm<sup>2</sup> (Tabla FVA 7).

Tabla FVA 7. Sitios de muestreo de manglar y su dominancia relativa.

Localidad	Posición	Manglar %
Punta de casa	16° 43' 00" N 99° 38' 00" W	Laguncularia racemosa (100)
Barra Vieja	16° 41' 45" N 99° 37' 00" W	Conocarpus erectus (38.9) Laguncularia racemosa (31.8) Avicennia germinans (29.3)
La Estación	16° 46' 00" N 99° 41' 30" W	Conocarpus erectus (90) Laguncularia racemosa (10)



Debido a que la estructura de la comunidad de la vegetación acuática en esta área de estudio es muy sencilla, principalmente la representada por el tular y el carrizal, la forma más común de analizarla es a través de la densidad y biomasa de cada una de las especies que la componen, y en este caso la mayor densidad y contribución de biomasa esta dada por *Phragmites australis* con 68.8 haces  $m^2$  y 2049.5 g PS  $m^2$ , que representan el 62.2 %, seguido de *Typha domingensis* con 34 haces  $m^2$  y 1142.4 g PS  $m^2$  que equivalen al 34.7% y en tercer lugar *Eichhornia crassipes* con 27.5 haces  $m^2$  y 104.4.1 g PS  $m^2$ , que equivalen solo al 3.2% de la contribución de biomasa total para el sistema cuenca baja del Río Papagayo y laguna de Tres Palos.

### Cobertura espacial de la vegetación acuática

De los tipos de vegetación más abundantes en la Laguna de Tres Palos los que tuvieron la mayor cobertura espacial son el tular y carrizal con una extensión de 286 hectáreas y el manglar con 166 hectáreas. En la figura FVA 11 se puede observar una imagen de satélite de la Laguna de Tres Palos apreciándose dos firmas espectrales definidas, en verde lo que corresponde a zonas de cultivo y bosque tropical caducifolio, en rojo y naranja lo que corresponde a tulares, carrizales, manglares, vegetación secundaria y palmares.



Figura FVA 11. Clasificación de la vegetación por bandas espectrales a través de una imagen de satélite.

Estas superficies de cobertura de vegetación estimada en realidad son pequeñas si se comparan, por ejemplo, con manglares como el de la Laguna de Alvarado, Veracruz, con alrededor de 15,000 hectáreas. Lo reducido de estas coberturas y la alteración de la estructura vegetal crea una mezcla de información espectral que impide definir con más precisión las firmas espectrales de tulares por un lado y carrizales por otro, o de manglares y palmares.

**Textura sedimentaria**

*Río Papagayo*

Para La Venta (por arriba de la cortina) se presentaron limos ( $\phi = 6.47-7.9$ ), mientras que los sedimentos en el Río Papagayo fueron más gruesos. La Parota y La Hacienda tienen gravas ( $-4.33$  a  $-1.6 \phi$ ); Parotilla, Aguas Calientes y Puente Caído presentan arenas ( $0.13$  a  $5.07 \phi$ ) así como en La Boca también se encontraron arenas ( $0.88$  a  $0.16 \phi$ ). Durante las cuatro salidas se observó el mismo tipo de sedimento en casi todas las estaciones. Solo en La Hacienda se encontraron limos ( $7.3 \phi$ ) en la última salida.

*Laguna Tres Palos*

Los sedimentos de la Laguna de Tres Palos fueron limos tanto para las cuatro estaciones así como para las cuatro salidas. El tamaño de grano varió de  $6.52$  a  $7.95 \phi$ . Cabe hacer notar que el tamaño de grano es cercano al de las arcillas ( $\phi > 8$ ), por lo que se pueden considerar como limos arcillosos.

**Materia orgánica sedimentaria**

*Río Papagayo*

El porcentaje de materia orgánica en el río Papagayo fue baja (Fig. FVA 12). El valor más bajo se encontró en La Hacienda ( $0.35\%$ ) y el más alto en Puente Caído ( $5.21\%$ ). No se encontró ningún patrón de distribución a lo largo del río ni a lo largo el tiempo. En general, los sedimentos del río tendieron a ser terrígenos (i.e.  $MO < 3\%$ ).

*Laguna de Tres Palos*

En la Laguna de Tres Palos los porcentajes de materia orgánica fueron elevados y parecidos entre cada estación. En la primera salida el promedio fue de  $35 \pm 2\%$ . En la segunda salida el valor promedio se incremento siendo de  $49 \pm 3\%$ . Para la tercera salida los valores fueron similares a los de la segunda salida  $42 \pm 4\%$ . En el último muestreo el promedio fue de  $52.21 \pm 2.75\%$ , siendo el más elevado de todas las salidas (Fig. FVA 12) Los sedimentos de la Laguna en las cuatro salidas son considerados orgánicos (i.e.,  $MO > 3\%$ ). El contenido alto de la materia orgánica en Laguna de Tres Palos puede atribuirse a elevada producción que existe en esta laguna.

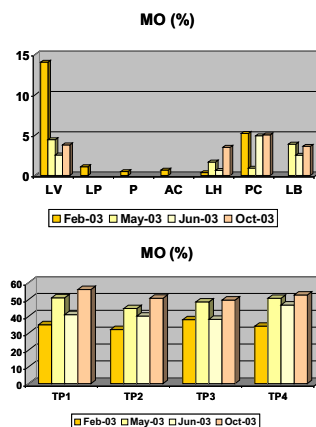


Figura. 12. Concentración de materia orgánica sedimentaria (%) en el río Papagayo (arriba) y la Laguna de Tres Palos (abajo), Gro. (LV = La Venta, LP = La Parota, P = Parotillas, AC = Aguas Calientes, LH = La Hacienda, PC = Puente Caído y LB = La Boca).

### ***Delimitación del área de estudio***

El diagnóstico social para el proyecto hidroeléctrico “La Parota” en el estado de Guerrero, incluye tanto el estudio de sitio como el del ámbito regional, de los aspectos urbanos y de enlaces, los antecedentes históricos del poblamiento y el panorama demográfico y cultural reciente, así como la economía de la población, su desarrollo social y socio-organizativo y la tenencia de la tierra.

El análisis se desarrolla en cinco grandes áreas de estudio:

- A) El contexto regional
- B) La microregión
- C) El Área de Afectación Directa (Embalse)
- D) El Área de Afectación Indirecta:
  - a. El Área de Afectación Indirecta 1. (Buffer 2 kms.)
  - b. El Área de Afectación Indirecta 2. (Cortina Abajo)

**Contexto Regional.** El ámbito regional comprende una superficie de 13,190.584 km<sup>2</sup>, correspondiente al territorio de 15 municipios circundantes, incluyendo los cuatro municipios que serían afectados con la construcción de la presa. (Ver mapa DA I anexo cartográfico). Esta escala de trabajo se analiza, principalmente, a través de la morfología del sistema urbano y vial regional, esto es, de las localidades afectadas así como de los núcleos urbanos a los que se vinculan funcionalmente, de acuerdo con el concepto de “sistema de ciudades” y utilizado en la jerarquización de las ciudades del sistema urbano nacional, elaborada por CONAPO en 1991.

La estructura del sistema urbano y vial regional puede ser considerada como la base material de la actividad socioeconómica de una región, sin embargo, no es suficiente para territorios que cuentan con un componente rural importante o en proceso de urbanización, como es en el presente caso. Por ello, se incorporan otros municipios adyacentes, que no forman parte del sistema urbano, definido funcionalmente, pero que pueden mantener relaciones sociales importantes con sus centros regionales. Adicionalmente, también los aspectos sociodemográficos y los procesos electorales se abordan en el contexto regional para proporcionar una mejor visión de conjunto.

Cuadro DA 1. Municipios del contexto regional

Número de Orden	Clave Municipal	Nombre del Municipio	Región Económica
1	12001	Acapulco de Juárez	Acapulco
2	12012	Ayutla de los Libres	Costa Chica
3	12018	Copala	
4	12025	Cuauhtepic	
5	12030	Florencio Villarreal	
6	12053	San Marcos	
7	12056	Tecoanapa	
8	12028	Chilapa de Álvarez	
9	12029	Chilpancingo de los Bravo	
10	12039	Juan R. Escudero	
11	12044	Mochitlán	
12	12051	Quechultenango	
13	12061	Tixtla de Guerrero	
14	12076	Acatepec*	Montaña
15	12021	Coyuca de Benítez	Costa Grande

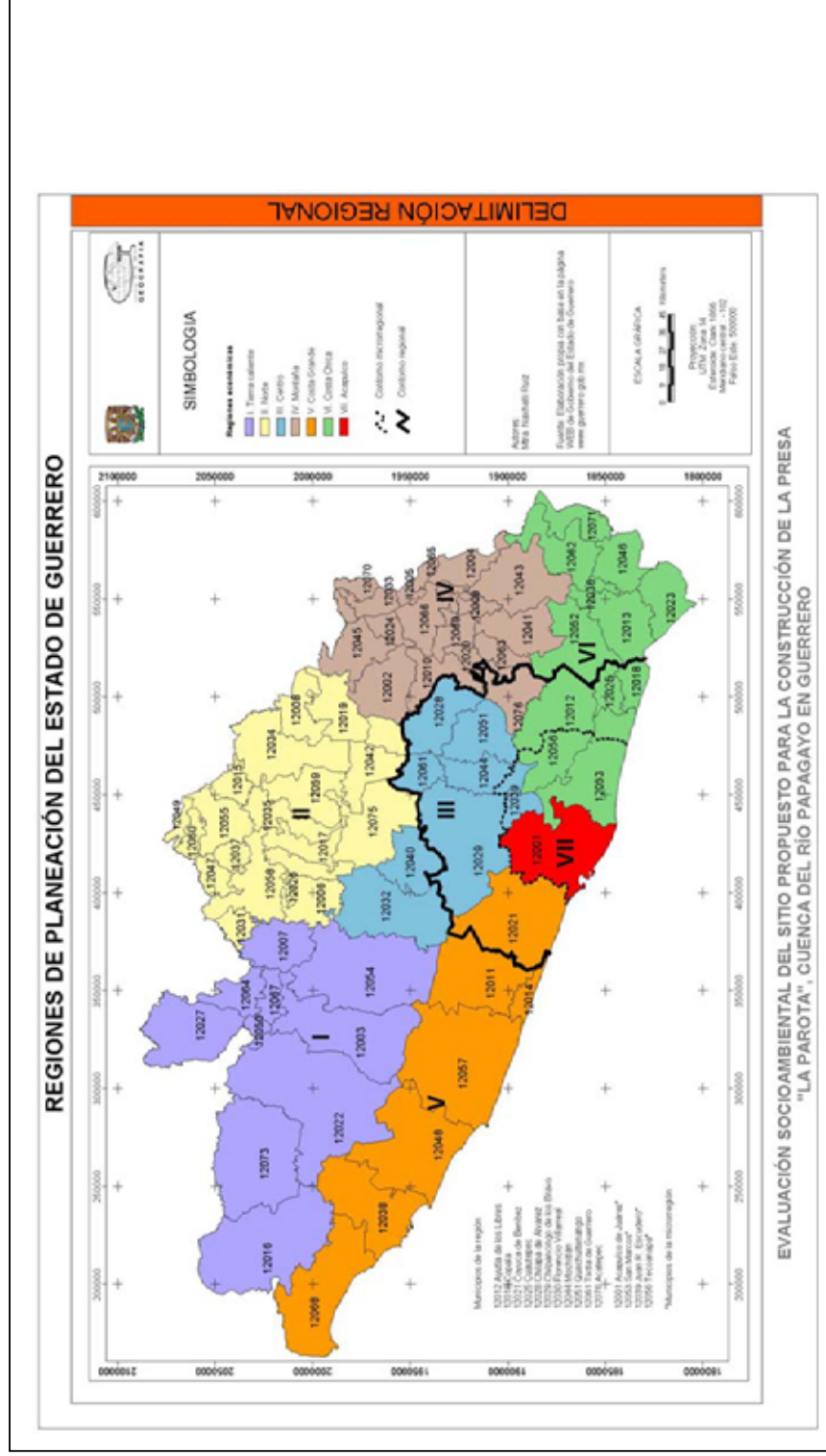
Fuente: Elaboración propia con base en [www.guerrero.gob.mx](http://www.guerrero.gob.mx)

\*El municipio de Acatepec es de reciente creación. Decretado por el Diario Oficial del Estado de Guerrero con fecha del 23 de marzo de 1993

**Microregión.** La microregión incluye a los cuatro municipios afectados directamente por el proyecto, ya sea por afectación de tierras –Tecoanapa— o por la necesidad de reubicar a sus localidades –Acapulco de Juárez, San Marcos y Juan R. Escudero. Su superficie asciende a 3,984.987 km<sup>2</sup> en total (Mapa DA I).

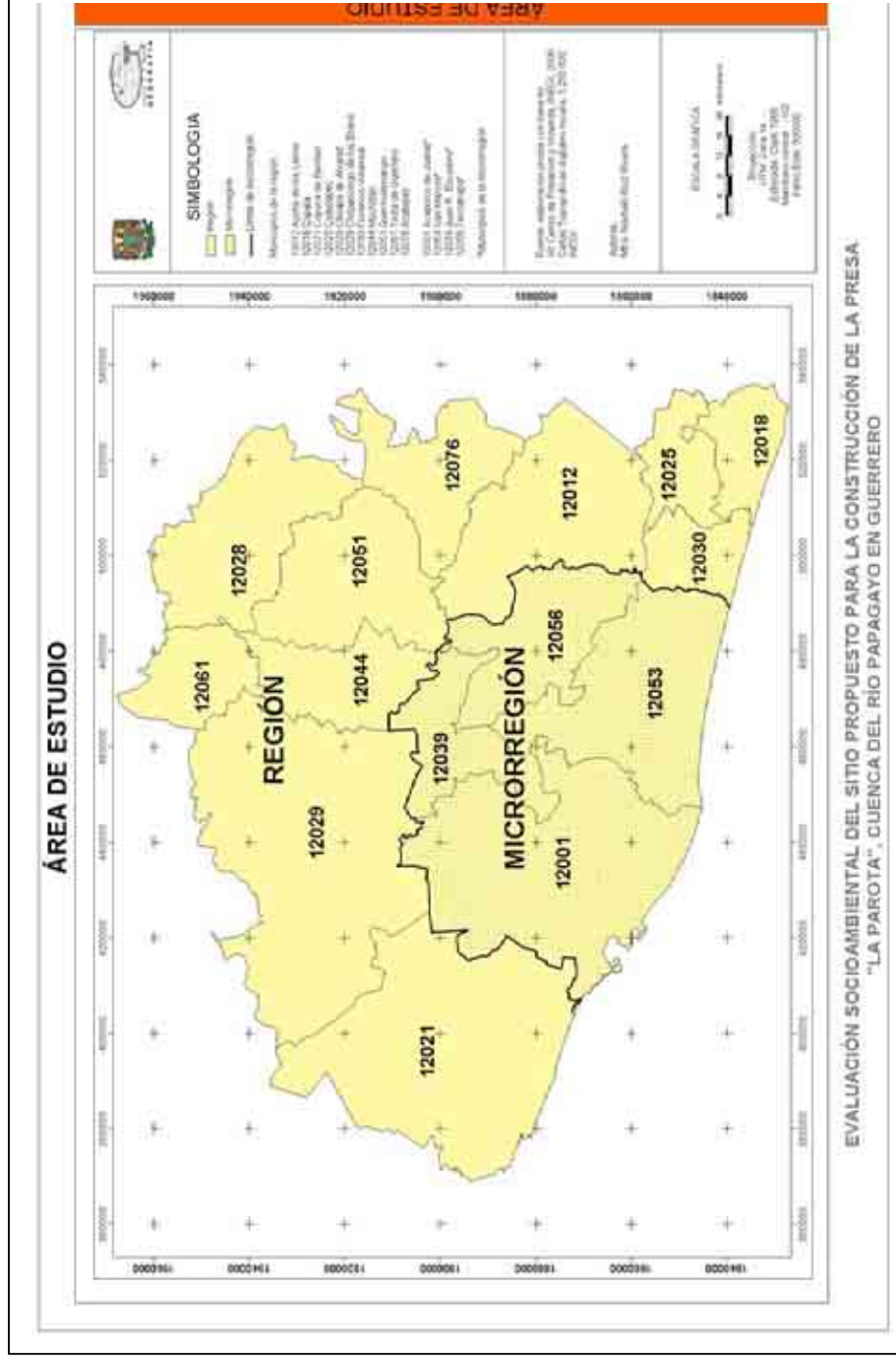
La escala microregional se utiliza en los análisis de la dinámica municipal, de los aspectos sociodemográficos así como de la dinámica electoral. En este ámbito se realiza también el análisis del proceso histórico de poblamiento, en particular de la relación de sus pobladores con los usos del territorio, teniendo como referente espacial en este caso, las cuencas hidrológicas del Papagayo y del Omitlán.

Mapa DA I. Regiones de Planeación del estado de Guerrero



Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos  
 Delimitación del Área de Estudio

Mapa DA II Área de estudio.



**Área de Afectación Directa.** Corresponde a la superficie ocupada por embalse a partir de la cota de los 180 metros que es de 14,213 has, misma que incluye las elevaciones de las islas y 13,9718 has si no se incluyen. Esta delimitación se describe en el parágrafo II.2.3. Ubicación del Proyecto.

El Área de Afectación Directa incluye 24 localidades que serán afectadas por la inundación, ya sea en forma total (16 poblados) o parcial de sus áreas urbanas (8).

Del municipio de Acapulco de Juárez, se involucran 10 localidades con aproximadamente 1526 habitantes y 319 viviendas. De Juan R. Escudero igual número de localidades, con un estimado de 1279 habitantes y 266 viviendas y del municipio de San Marcos, 243 habitantes y 48 viviendas de cuatro comunidades.

Se debe subrayar que *al menos* 7 de localidades de este ámbito (el Puente de Omitlán, El Pedregal, Vista Hermosa, El Guayabal, Paso El Camarón, El Peregrino y Balneario Agua Caliente) están escasamente poblados o bien son ocupados temporalmente y se emplean con fines de actividades económicas. Con excepción de Vista Hermosa, El Puente de Omitlán y El Pedregal, ninguna de las poblaciones restantes tiene código de INEGI y tampoco figuran en el censo de localidades. Su identificación es resultado del estudio con base en los recorridos de trabajo de campo realizado entre los meses Febrero y Junio del 2003, la interpretación de imágenes de alta resolución de 2003 y el análisis cartográfico. Se consideran para fines evaluación de impactos y para evitar una subestimación de los poblados afectados. El poblado Xolapa sólo será afectable en un tramo de su camino y de la carretera federal al puerto de Acapulco, sin involucrar su área urbana, aunque se pretende realizar trabajo a detalle para obtener datos más puntuales.

De acuerdo con los datos recopilados tanto del censo del 2000, como trabajo de campo y estimaciones, el Área de Afectación Directa está poblada por 3 048 personas de las cuales 82.08% (2,502) deberán ser reubicadas puesto que sus poblados serán *totalmente* inundados, mientras que el restante 17.92% (546) se ubica en poblados que serán afectados *parcialmente*, por lo que se deberá calcular de manera específica el porcentaje de afectación (ver Mapa III).

Las localidades comprendidas en ambos casos conforman el Área de Afectación Directa y son las siguientes:

Cuadro DA 2. Área de Afectación Directa (Inundación)

No	Municipio	Código INEGI	Localidad	Habitantes
<b>LOCALIDADES QUE SE INUNDAN TOTALMENTE</b>				
1	Acapulco	120010097	Colonia Guerrero	987
2	Juan R. Escudero	120390004	Omitlán	452
3	Juan R. Escudero	120390023	Tlalchocohuite	201
4	Acapulco	120010154	San José Cacahuatpec	198
5	Acapulco	120010171	Venta Vieja	196
6	Juan R. Escudero	120390007	Papagayo	159
7	San Marcos	120530072	Chamizal	123
8	Acapulco	120010464	Arroyo Verde	70
9	Acapulco	120010142	Pochotlaxco	48
10	Juan R. Escudero	120390040	Amate, El	36
11	Juan R. Escudero	120390035	Puente de Omitlán, El	15
12	Juan R. Escudero	120390049	Pedregal, El	5
13	Acapulco*	99°37'12" 17°0'02"	Guayabal, El	2
14	Acapulco*	99°34'48" 17°1'12"	Caserío 2 Paso del Camarón	5
15	Juan R. Escudero*	99°33'36" 17°8'24"	Caserío 1 El Peregrino	5
16	Acapulco*	99°39'36" 16°59'24"	Caserío 3 Balneario Agua C.	0
<b>subtotal</b>				<b>2,502</b>
<b>LOCALIDADES QUE SE INUNDAN PARCIALMENTE (ver nota)</b>				
No	Municipio	Código INEGI	Localidad	Habitantes
17	Juan R. Escudero	120390005	Palma, La (Barrio de Tejería)	311
18	San Marcos	120530068	Vista Hermosa	20
19	Acapulco	120010174	Xolapa	0
20	Juan R. Escudero	120390017	Zapote, El	50
21	Acapulco	120010101	Dos Arroyos	20
22	San Marcos	120530048	Plan Grande	75
23	Juan R. Escudero	120390043	Palacio, El	45
24	San Marcos	120530180	Ceiba La	25
<b>Subtotal</b>				<b>546</b>
<b>Total</b>				<b>3048</b>

\* Coordenadas geográficas obtenidas de base cartográfica INEGI, 2000

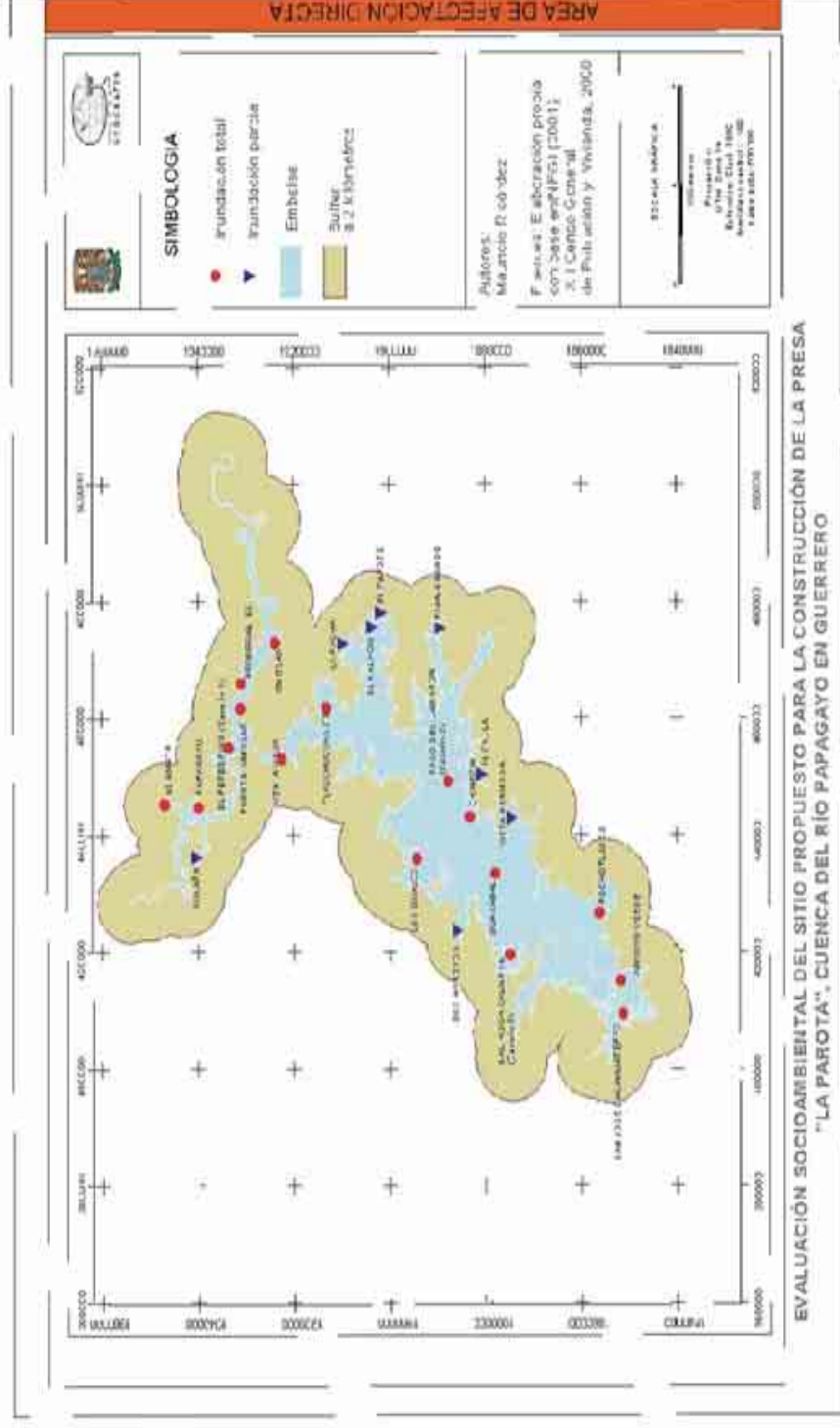
Nota: Información estimada sujeta a verificación por censo.

Fuente: Elaboración propia con base en imágenes de alta resolución Instituto de Geografía, UNAM y Geomática, CFE, 2003, y cartografía de INEGI esc. 1:50,000.



Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos  
 Delimitación del Área de Estudio

Mapa DA III. Área de Afectación Directa



**Área de Afectación Indirecta 1 (Buffer 2 Kms.).** Corresponde a una franja envolvente trazada a una distancia de dos kilómetros (buffer 2 Km.) a partir de la cota 180 que define el límite del embalse y ocupa una superficie de 391.68 kms<sup>2</sup> y 22 localidades con 10,908 habitantes, en el año 2000, de los municipios Juan R. Escudero, Acapulco y San Marcos (Ver Cuadro DA 3 y IV).

En esta franja quedan incluidas las áreas afectadas por las obras y actividades de preparación del sitio y también comprende la mayor parte de los 20 ejidos que se verán afectados por expropiación de tierras para el embalse. La importancia de esta zona radica en el hecho de que constituye el territorio *probable* para la reubicación, de acuerdo con el criterio de procurar que el desplazamiento de los afectados sea dentro de sus propios ejidos y municipios. En segundo término, esta área cobra importancia debido a que, de acuerdo con la percepción de sus pobladores de que sus poblados *podiesen* ser afectados por el embalse, es preferible contar con el registro y estadística básica de los mismos.

Cuadro DA 3. Área de Afectación Indirecta: Adyacente al Embalse (Buffer 2 Kms)

ID	Municipio	Código INEGI	Poblado	Habitantes
1	Acapulco	120010077	Agua del Perro	111
2		120010491	Agua Zarca de la Peña	591
3		120010079	Alto del Camarón	987
4		120010080	Amatepec	789
5		120010105	Garrapatas	313
6		120010409	Mayos, Los	23
7		120010149	Sabanillas	1,934
8		120010474	Chorro, El	14
9		120010217	Reparito, El	37
10	Juan R. Escudero	120390003	Michapa	432
11		120390006	Palo Gordo	797
12		120390008	Piñas, Las	241
13		120390010	Puente, El (San José del Puente)	849
14		120390013	Tepehuaje, El	150
15		120390016	Villa Guerrero (Jobero o Tajarito)	311
16		120390019	Plan de Lima	248
17		120390031	Barranca de Apanlazaró	5
18		120390033	Tepehuaje Dos, El	53
19		120390042	Caseta, La (Estación hidrométrica El Puente)	11
20		120390044	San Juan del Reparó (San Juan del Reparó Norte)	941

Cuadro DA 3. Área de Afectación Indirecta: Adyacente al Embalse (Buffer 2 Kms)

ID	Municipio	Código INEGI	Poblado	Habitantes
21		120390045	San Juan del Reparó (San Juan del Reparó Sur)	1,053
22	San Marcos	120530023	Chacalapa de Bravos	1,018
Población Total				10,908

Fuente: Elaborado con base en la Cobertura Geográfica, Esc. 1:50 000, INEGI 2000

**Área de Afectación Indirecta 2 (Cortina Abajo).** Área comprendida en un buffer de 2 Km. a partir del cauce del río Papagayo a partir de la cortina de la presa y hasta la desembocadura del río. En esta zona se incluyen los poblados y tierras que serían afectados por la modificación en el caudal del río, identificándose 24 asentamientos pertenecientes a los municipios de Acapulco y San Marcos y un total de 14,746 habitantes, sobre una superficie de 178.948 km<sup>2</sup>. (Ver Cuadro DA 4 y Mapa DA V)

Cuadro DA 4. Área de Afectación Indirecta Cortina Abajo (Buffer 2 Kms)

ID	Municipio	Código INEGI	Localidad	Habitantes
1	Acapulco	120010078	Aguas Calientes	1,437
2		120010081	Amatillo	2,868
3		120010242	Bella Vista Papagayo	534
4		120010088	Cacahuatpec	475
5		120010095	Cerro de Piedra	1,192
6		120010091	El Cantón	513
7		120010093	El Carrizo	255
8		120010193	El Embarcadero	40
9		120010103	El Espinalillo	175
10		120010147	El Rincón	378
11		120010356	El Zoyamiche	55
12		120010098	La Concepción	1,249
13		120010131	Las Parotas	323
14		120010121	Lomas de Chapultepec	1,977
15		120010108	Los llamos	140
16		120010126	Oaxaquillas	860
17		120010132	Parotillas	263
18		120010587	Rancho las Marías	169
19		120010150	Salsipuedes	394
20		120010355	Tasajeras	738
21		120010162	Tte. José Azueta	212

Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos  
Delimitación del Área de Estudio

22	San Marcos	120530145	El Chapopote	32
23		120530124	Las Palmitas	33
24		120530032	Las Lomitas del Papagayo	434
Población Total				14,746

Fuente: Elaborado con base en la Cobertura Geográfica, Esc. 1:50 000, INEGI 2000

En conjunto, las tres Áreas de Afectación Directa e Indirecta se pueden observar en el Mapa DA VI. Las superficies de las cinco áreas o escalas de análisis se presenta en el cuadro siguiente.

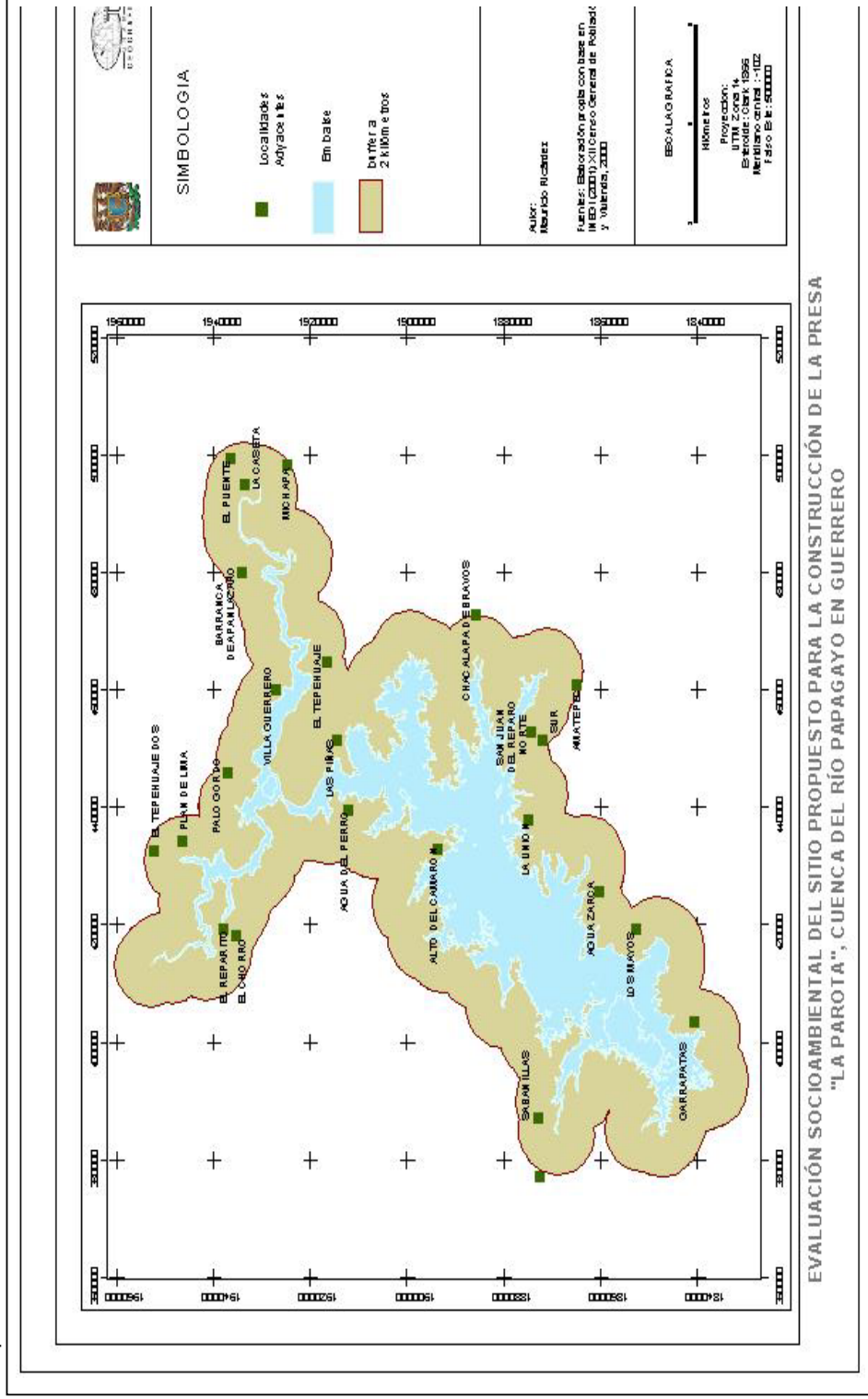
Cuadro DA 5. Superficies involucradas en las distintas escalas de estudio.

Área de Estudio	Km <sup>2</sup>	Has
Región (15 municipios)	13,190.58	1,319,058.4
Microregión (4 municipios)	3,984.99	398,498.7
Área de Afectación Directa (Embalse) <sup>1</sup>		
<i>con elevaciones</i>	142.13	14,213
<i>sin elevaciones</i>	139.718	13,971.8
Área de Afectación Indirecta 1. (Buffer 2 kms.)	391.68	39,168.0
Área de Afectación Indirecta 2. (Cortina Abajo)	178.95	17,894.8

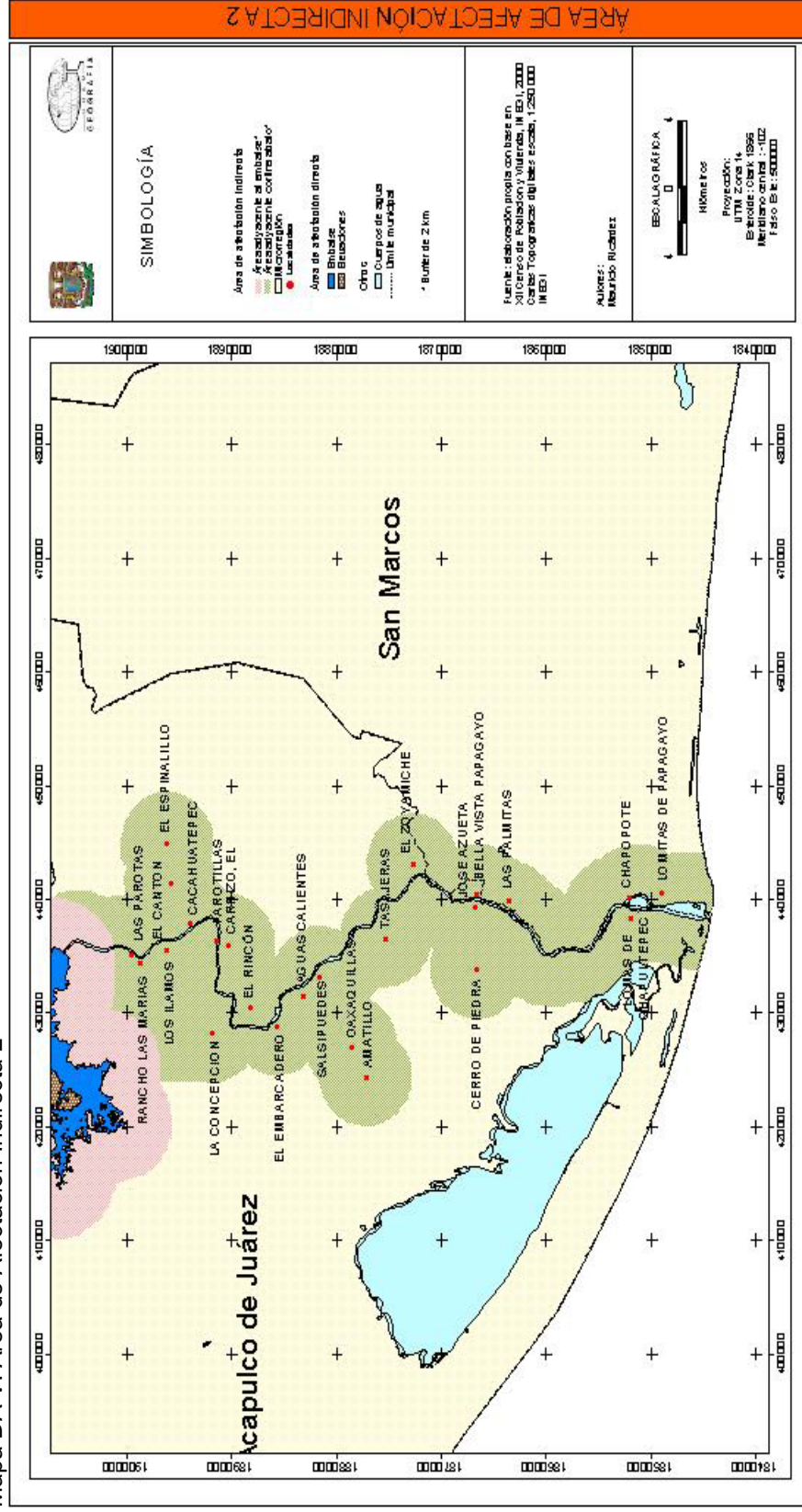
Fuente: Mediciones en fuente Cartas topográficas, Escala 1:50 000, 1995 INEGI

<sup>1</sup> En diferentes mediciones se han obtenido cifras distintas. Esta variación se debe a que se utilizan bases cartográficas distintas o bien que se considere o no la superficie de las elevaciones. En este caso, no ha sido considerada la superficie real debido al relieve.

Mapa DA IV. Área de Afectación Indirecta I



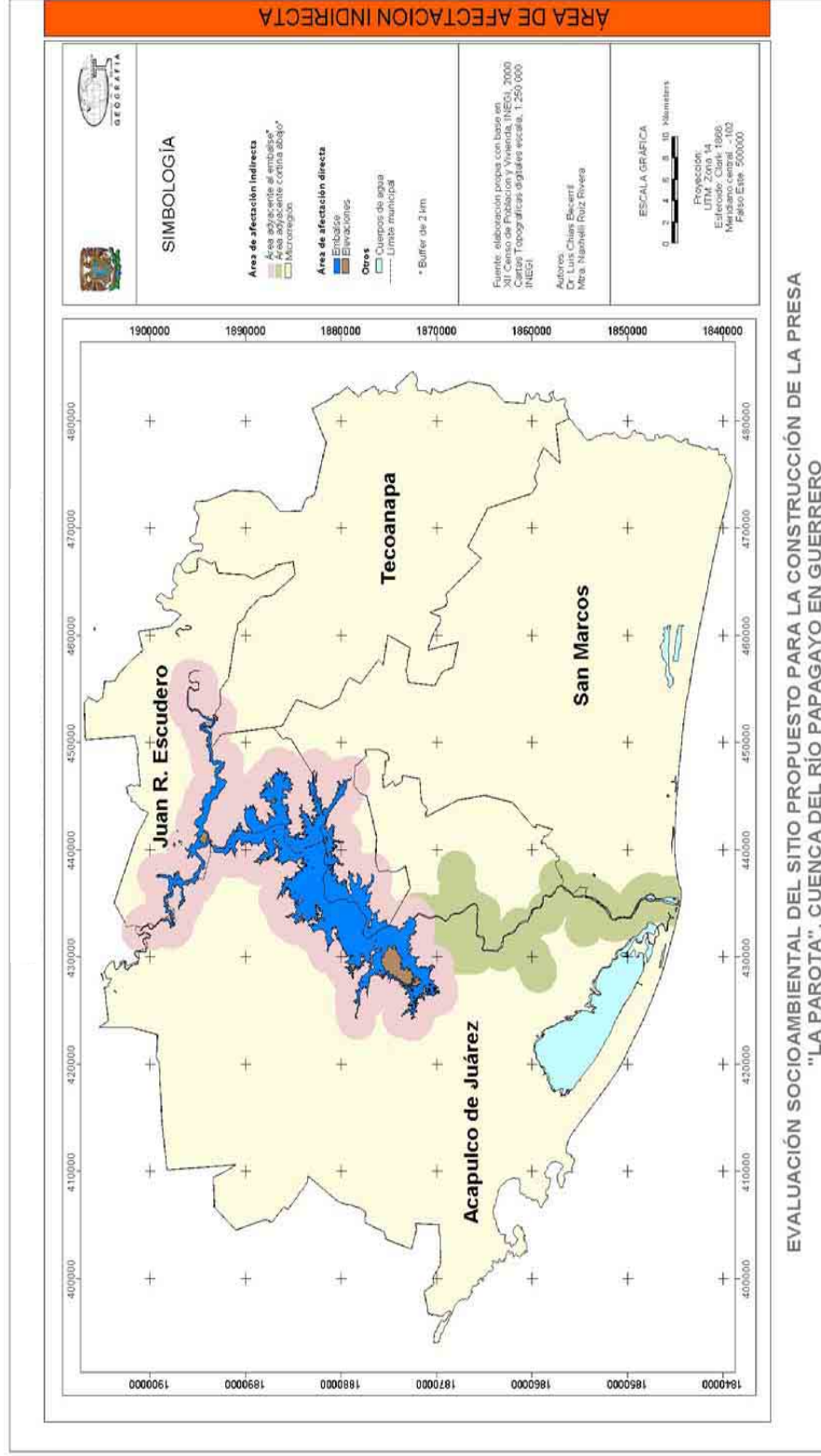
Mapa DA V. Área de Afectación Indirecta 2



EVALUACIÓN SOCIOAMBIENTAL DEL SITIO PROPUESTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA "LA PAROTA", CUENCA DEL RÍO PAPAGAYO EN GUERRERO



Mapa DA VI. Conjunto de las tres áreas



## IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional

### Contexto Regional

#### Región económica a la que pertenece el sitio para la realización del proyecto

Según el Gobierno del estado de Guerrero (1997) este estado se divide, por sus características geográficas y económicas, en siete regiones: Costa Chica, Costa Grande, Montaña, Tierra Caliente, Centro, Norte y Acapulco en donde se distribuyen 77 municipios.

Los 15 municipios que conforman la región de estudio se encuentran en cinco de esas siete regiones (Acapulco, Centro, Costa Chica, Costa Grande y Montaña). La distinción de cada municipio por región económica a la que pertenecen se muestra en el cuadro DA 1.

Cuadro DA 1. Municipios del contexto regional

Número de Orden	Clave Municipal	Nombre del Municipio	Región Económica
1	12001	Acapulco de Juárez	Acapulco
2	12012	Ayutla de los Libres	Costa Chica
3	12018	Copala	
4	12025	Cuauhtepec	
5	12030	Florencio Villarreal	
6	12053	San Marcos	
7	12056	Tecoanapa	
8	12028	Chilapa de Álvarez	
9	12029	Chilpancingo de los Bravo	
10	12039	Juan R. Escudero	
11	12044	Mochitlán	
12	12051	Quechultenango	
13	12061	Tixtla de Guerrero	
14	12076	Acatepec*	Montaña
15	12021	Coyuca de Benítez	Costa Grande

Fuente: Elaboración propia con base en [www.guerrero.gob.mx](http://www.guerrero.gob.mx)

\*El municipio de Acatepec es de reciente creación. Decretado por el Diario Oficial del Estado de Guerrero con fecha del 23 de marzo de 1993

#### Distribución y ubicación de núcleos de población cercanos al proyecto y de su área de influencia

En la región existen 1,200 localidades pero sólo 15 son ciudades principales. Son las ciudades que concentran la mayoría de la población, de las actividades económicas especializadas y de los servicios. El resto de localidades son, casi todas, de muy poca población y ofrecen muy pocos servicios. En su mayoría, se localizan muy cerca de las principales vías de comunicación. Sólo 18 asentamientos con menos de 5,000 personas se ubican a más de 5 Km. de distancia. Destaca la posición que ocupa Tierra Colorada en Juan R. Escudero, ya que se ubica sobre la principal vía de comunicación de la región,



entre Acapulco y Chilpancingo y muy cerca de lo que será el embalse, por lo que puede anticiparse que, de construirse el proyecto, será una de las ciudades beneficiadas (Mapa SU 1, ver al final de este apartado).

Tanto a nivel estatal como regional, el nivel de urbanización<sup>1</sup> de 1970 al 2000 refleja una *notoria concentración lineal* que va de Chilpancingo a Acapulco. También se puede observar un *eje secundario* en la zona de Chilpancingo-Tixtla-Chilapa (CONAPO, 1991), a partir de los niveles relativamente *altos* de urbanización de Tixtla, relacionados con la carretera que une Chilpancingo con los municipios de Tixtla y Chilapa y que va hacia Puebla (Mapas SU VII a IX y tabla de nivel de urbanización, 1970, 1990 y 2000, Anexo Cartográfico y Anexo Estadístico Cuadro SU VIII).

Hasta antes del año 2000, a nivel regional, se observa dicha concentración en detrimento de la costa. Esta concentración se debe a que Acapulco y Chilpancingo son las ciudades más importantes, la primera por el desarrollo del turismo, y la segunda por ser la capital política del Estado, en donde se realiza la mayor parte de las actividades administrativas y burocráticas. Estas ciudades representan centros de desarrollo, unidades motrices que ejercen un efecto de arrastre hacia las zonas circundantes mediante una red de transportes y servicios, de los cuales no gozan el resto de las localidades de la zona, y en general, del Estado.

La región de estudio es una zona de grandes contrastes, ya que por un lado se encuentran los municipios más urbanizados y por otro, varios municipios con un valor nulo de urbanización, como en el caso de Mochitlán, Quechultenango y Tecoaapa. Destaca el aumento que presentan Copala, Florencio Villarreal y Juan R. Escudero de 1970 a 2000. Chilpancingo disminuye su nivel entre 1970 y 1990, pero lo recupera para 2000, lo cual puede ser consecuencia del desarrollo de Acapulco como el centro urbano más importante del estado, y el que más rápidamente se urbanizó, aunque en la última década se ha estancado.

Es necesario también considerar la coexistencia de municipios con localidades urbanas, pero que al mismo tiempo tienen un número importante de localidades pequeñas y población rural. Considerando como localidades rurales el umbral de menos de 4,999 habitantes, los datos apuntan a un mayor valor de la dispersión. Aún así, se observa que la dispersión en el eje Acapulco-Chilpancingo disminuye entre 1970 y 2000, lo que significa que la población tendió a concentrarse ahí. Por el contrario, la porción oriental de la región de estudio, presenta niveles más altos de dispersión, lo que coincide con su difícil comunicación con el resto de las localidades y con el aumento de su segregación socio-espacial.

### **Número y densidad de habitantes**

La densidad de ocupación indica qué tan poblado está un municipio y sirve para evaluar el grado de ocupación del territorio. En relación con el estado, la región presenta una mayor ocupación del territorio: en el año 2000, la densidad regional es de 107.8 habitantes/km<sup>2</sup> es decir 2.3 veces mayor que la registrada a nivel estatal (48.3 habitantes/km<sup>2</sup>). Esto se

---

<sup>1</sup> Indica la proporción de la población que vive en localidades urbanas con respecto a la población total. En este caso, el umbral urbano se ubicó en 5,000 habitantes, debido a la preeminencia de la población rural en el estado

debe a la densidad de Acapulco y Chilpancingo, que ejercen más presión sobre el territorio circundante.<sup>2</sup>

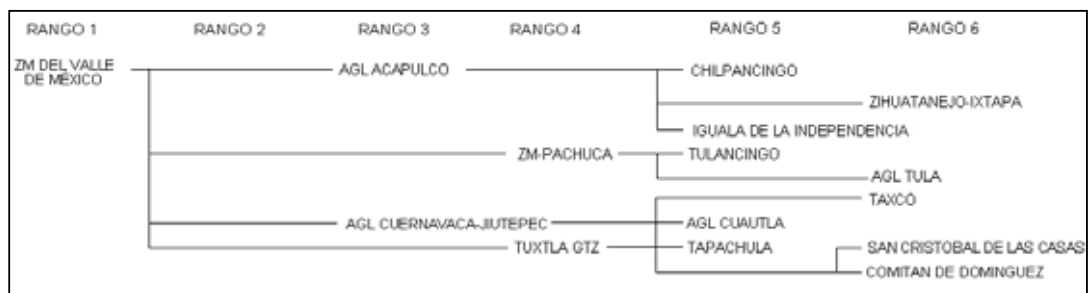
En los tres períodos analizados, Acapulco es el de mayor densidad, muy elevada en comparación con el promedio estatal. Los otros dos municipios que también tenían una *densidad alta* en 1970 (Tixtla y Chilapa), la disminuyen en 1990 y la aumentan para 2000, al igual que Chilpancingo. En cambio, Quechultenango, Copala y San Marcos se mantienen constantes en las tres fechas, con una *densidad baja*, menor al promedio estatal.

Mochitlán es un municipio pequeño en extensión y en población, que ha quedado al margen del crecimiento poblacional, en comparación con la región de estudio y con el resto del estado. Como se puede observar en los mapas respectivos, en los tres cortes temporales, los municipios que lo rodean incrementan su densidad, pero éste conserva valores muy por debajo de la media estatal (Mapas SU IV a SU VI de densidad de población, Anexo Cartográfico y tabla SU VIII Densidad de Ocupación Municipal (1970-2000, y Anexo Estadístico).

### Tipo de centro de población conforme al esquema de sistema de ciudades de SEDES

La jerarquía del sistema urbano nacional está definida como parte de la política urbana del país propuesta por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDES). Esta clasificación se retoma en el Programa Nacional de Ordenamiento Territorial (2001-2006), las 118 ciudades mayores a 50 mil habitantes están clasificadas en 6 rangos dentro del cual sólo la Ciudad de México ocupa el rango 1, Guadalajara, Monterrey y Puebla ocupan el rango 2, 16 ciudades ocupan el rango 3, 29 ciudades el rango 4 y 69 ciudades pequeñas el rango 5. En la región de estudio, las ciudades de Acapulco y Chilpancingo ocupan los rangos 3 y 5 respectivamente (Figura SU 1).

Figura SU 1. Jerarquía del sistema urbano regional, 2000



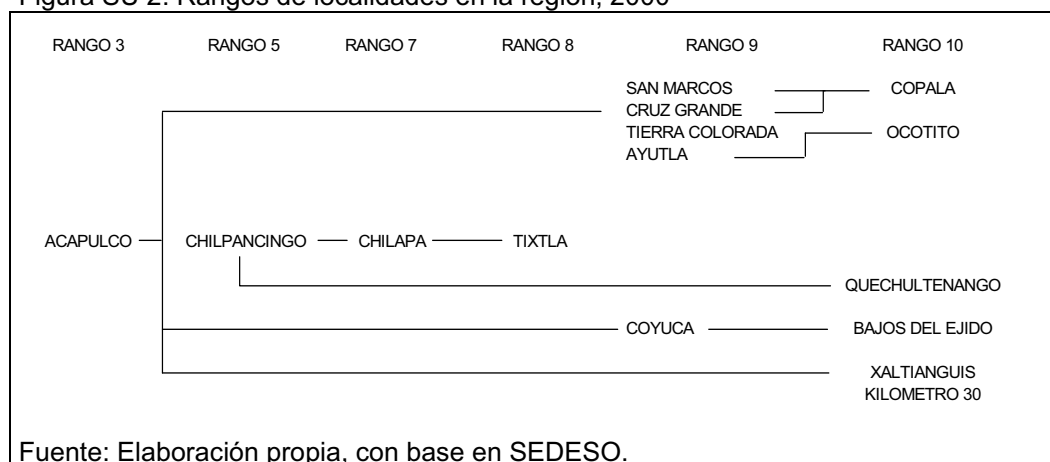
Fuente: SEDES, Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenamiento del Territorio, 2001-2006

<sup>2</sup> Aunque el cálculo se hizo a nivel municipal, la mayor parte de la población se encuentra concentrada en las ciudades de Acapulco y Chilpancingo.

A partir de la anterior jerarquía establecida por SEDESOL, se calculó la jerarquía del sistema urbano de la región de análisis por debajo del umbral de 50 mil habitantes, es decir, a partir del rango 7<sup>3</sup>, ( Figura SU 2).

Las características de las localidades de los rangos calculados pueden consultarse en el Capítulo Sistema Urbano (Jerarquía Urbana, Mixta y Rural) del Diagnóstico Temático Socioeconómico.

Figura SU 2. Rangos de localidades en la región, 2000



Fuente: Elaboración propia, con base en SEDESOL.

A partir del análisis de primacía, los resultados ratifican a Acapulco como principal lugar central de la región, que aumenta de manera global entre 1970 y 2000, pero que muestra una *disminución leve entre 1990 y 2000* en los dos casos, lo que permite suponer que se verifica una lenta pero significativa reestructuración hacia otras ciudades pequeñas y medias, que experimentan un crecimiento muy claro ya para el año 2000.

Los datos obtenidos en el cálculo de la primacía se relacionan con las ciudades que son de rango mayor a 10, debido a la relación que suele existir entre número de servicios y cantidad de población, de tal manera que las ciudades más grandes como Acapulco son las que ofrecen la mayor cantidad de servicios y los más especializados.

En este sentido, se puede plantear la hipótesis de que el proyecto de la presa puede impulsar la evolución positiva observada, si bien aún muy tenue, del sistema urbano regional, y evitar por el contrario, acentuar la polarización en los dos lugares centrales regionales, Acapulco y Chilpancingo.

### Grado de marginación (CONAPO)

<sup>3</sup> El procedimiento empleado se describe en el anexo metodológico y la tabla de datos está en el anexo estadístico.

Existen diferencias entre pobreza y marginación. La pobreza se refiere a la incapacidad de los hogares para disponer de recursos monetarios para la adquisición de bienes y servicios indispensables para satisfacer las necesidades mínimas, reales o deseables de los miembros de un hogar. La marginación se refiere a las carencias que sufre la población en materia sociocultural, es decir, salud, vivienda, nivel de educación, vida y cultural; ecológica o territorial por el poblamiento irregular, aislado y disperso y además de la falta de servicios públicos como drenaje, agua y electricidad; y la carencia de empleo e ingresos suficientes. Por estas características, en el siguiente análisis se estudia el índice de marginación, el cual brinda una visión más completa del bienestar de la población y no sólo se enfoca al nivel de ingresos como lo hace el índice de pobreza.

Las variables que podrían considerarse influyentes para las demás consideradas para el cálculo de los índices de marginación son: la población residente en localidades con menos de 5,000 habitantes y la población con menos ingresos menores a 2 salarios mínimos. La primera variable impacta a sus pobladores en la imposibilidad de dotarlos con servicios públicos como drenaje y agua entubada, servicios educativos por las dificultades inherentes a la dispersión y aislamiento de la población en pequeños núcleos de viviendas. El bajo nivel de ingresos está profundamente ligado con la severidad de la marginación, ambos relacionados con el grado de desarrollo de las regiones del país.

Los grados de marginación del estado de Guerrero en 1995 lo situaban en el segundo lugar a nivel nacional, en donde 35% de su población habitaba viviendas sin drenaje ni sanitario exclusivo. En la región un municipio presenta un nivel muy bajo, uno con nivel Bajo, cuatro con nivel Medio, seis con nivel Alto y dos con nivel Muy Alto (cuadro A.X.1.1 anexo estadístico AASE)<sup>4</sup>.

Los grados de marginación municipal del 2000 identifican a Acapulco de Juárez, Chilpancingo de los Bravo y Tixtla de Guerrero con los menores porcentajes de población residente de localidades con menos de 5,000 habitantes, los demás municipios se mantuvieron en un rango del 50 al 100% inclusive. En el rubro de la población ocupada con menos de dos salarios mínimos, únicamente Chilpancingo de los Bravo presentó 48% su población económicamente activa situada en esta clasificación, inclusive Acapulco de Juárez se encuentra dentro del rango 62 a 82% de su PEA con ingresos menores a 2 salarios mínimos. Vale la pena resaltar el caso del municipio de Acatepec donde 94% de su población ocupada recibe ingresos menores a 2 salarios mínimos. Éste es el municipio más marginado (cuadro A.X.1.3 anexo estadístico AASE).

En cuanto al número de localidades por municipio, se observa que para 1995, de las 1,199 localidades solamente 9 de ellas (2 de Acapulco, 4 de Coyuca, 2 de Chilpancingo y 1 de Tixtla) con 63,447 habitantes tenían un grado de marginación Muy Bajo. Con grado de marginación Bajo existían 21 localidades albergando a 92,598; con nivel de marginación Medio 54 localidades y 94,756; con niveles Alto y Muy Alto, 191 localidades y 105,315 habitantes y 924 localidades y 238,466 habitantes. La mayor proporción de la población se ubica en localidades con marginación Muy Alta, 39%. Además, junto con la de marginación Alta se obtiene que 57% del total de los habitantes de la región se encuentran en los peores niveles de marginación (cuadro A.X.1.2 y gráfica A.X.1.1 anexo estadístico AASE).

---

<sup>4</sup> Los cuadros que inician con las letras “A.X.” refieren su ubicación al Anexo resultados de los estudios del ámbito económico.

Para el año 2000, hay escaso número de localidades con marginación Muy Baja o Baja de 1200 localidades existentes, 1140 tenían un grado de marginación Alta o Muy Alta. Si se hace el análisis por el número de habitantes según su grado de marginación, solamente 386 personas tenían un nivel Muy Bajo y casi 440,000 del área de estudio poseían una marginación Alta o Muy Alta. Debido a la gran cantidad de habitantes de los municipios de Acapulco de Juárez y Chilpancingo de los Bravo, la mayor proporción correspondió a Baja con 56%, no obstante, 35% de la población del área tenían una marginación Alta o Muy Alta (cuadro A.X.1.4, cuadro A.X.1.5 y gráfica A.X.1.2 anexo estadístico AASE).

La evolución del grado de marginación de los municipios del área estudio entre 1995 y 2000 hace evidente el crecimiento del grado de marginación. En 1995 tres municipios tenían un grado de marginación Muy Alto y en 2000 cuatro municipios se clasificaban en este nivel. La mitad de los municipios pudieron mantener su grado de marginación y la otra mitad incrementó su nivel de marginación. Para el año 2000, solamente Acapulco de Juárez y Chilpancingo de los Bravo contaban con un grado de marginación Bajo, Tixtla de Guerrero con nivel de marginación Medio y los restantes municipios se clasificaron con situaciones de marginación Alto y Muy Alto (cuadro A.X.1.6 anexo estadístico AASE).

### **Índice de alimentación**

En el cuadro A.X.1.7 (anexo estadístico AASE), se presentan los precios ponderados y el valor total de la Canasta Alimenticia (CA).

Se tomó el valor de la CA de 2001 para calcular el índice 2000 y de acuerdo al ingreso de los trabajadores mostrados en el cuadro A.X.1.8 (anexo estadístico AASE) se consideró a la proporción de trabajadores con ingresos suficientes para adquirir la CA.

En el cuadro A.X.1.9 se indican las proporciones de trabajadores que con sus ingresos pueden adquirir la CA, tales proporciones se presentan como índices de alimentación. En 2000, el valor de la CA era de 2.48 salarios mínimos del área A y del área C, 2.88 salarios mínimos.

Cuadro AX. 1.9. Índice de alimentación para las familias de los trabajadores ocupados de los municipios del área de estudio, 2000

<i>Municipios</i>	<i>PEA con ingresos suficientes para adquirir la CA.</i>	Índice de alimentación
Acapulco de Juárez	87,286	0.34
Ayutla de los Libres	1,704	0.13
Coyuca de Benítez	4,348	0.22
Copala	590	0.18
Cuautepec	345	0.09
Chilapa de Álvarez	4,437	0.16
Chilpancingo de los Bravo	33,293	0.50
Florencio Villarreal	1,029	0.24
Juan R. Escudero	1,244	0.25
Mochitlán	463	0.20
Quechultenango	757	0.12
San Marcos	1,690	0.14
Tecoanapa	1,218	0.12
Tixtla de Guerrero	3,553	0.32

*Fuente: Cálculos propios con datos del XII Censo General de Población y Vivienda, 2000.*

## Equipamiento

Se analiza la disponibilidad de servicios públicos considerando la red de agua potable, drenaje y la existencia de lugares adecuados para el depósito de desechos sólidos. La Ciudad de Acapulco como la zona urbana más importante de la región presenta características superiores a la media.

En todos los municipios del resto de la región se observa una falta de planeación, lo que ha dado un crecimiento urbano desordenado, un deterioro en el suelo, contaminación de los cuerpos de agua, asentamientos humanos irregulares y falta de servicios. En donde ha habido planeación, los planes no han dado pauta a la ordenación del territorio. En todas las ciudades en estudio se han establecido colonias dispersas en las periferias, lo que ha encarecido y dificultado la dotación de los servicios e infraestructura.

## Agua potable

**Zona Metropolitana de Acapulco**<sup>5</sup>. Los recursos hidráulicos que abastecen la Zona Metropolitana de Acapulco provienen de las cuencas de captación de los ríos Coyuca-Conchero con una extensión de 2,430 km<sup>2</sup>, con un escurrimiento medio anual de 979,910.6 m<sup>3</sup>, y del La Sabana-Papagayo, cuya cuenca mide 7,410 km<sup>2</sup> y su escurrimiento es de 4,487,210.8 m<sup>3</sup>.

En esta zona las fuentes de abasto son suficientes, sin embargo, hay partes de la ciudad que carecen del servicio debido a la falta de tomas y a la distancia de 40 km aproximadamente entre la zona urbana y las tomas existentes, lo que encarece la infraestructura.

El sistema principal se abastece de cuatro fuentes:

1. Papagayo I: su capacidad es de 830 litros por segundo (lps), su distribución y cloración se realiza en planta de rebombeo de las Cruces.
2. Papagayo II: abastece al tanque Renacimiento, se constituye por la toma directa al río con una capacidad de 1,520 lps. Con problemas de azolvamiento, las aguas se tratan en la planta potabilizadora del Cayaco.
3. La Sabana: se localiza en la margen derecha del río La Sabana, su capacidad es de 80 lps y abastece la zona de Llano Largo y El Coloso (al este de la Ciudad). Los problemas de este sistema se deben al mal funcionamiento de algunos de los pozos que tienen infiltración de aguas de la Laguna de Tres Palos y de las aguas contaminadas que provienen de los rastros, industrias y zonas habitacionales cercanas, que descargan sin tratamiento en el Río La Sabana.
4. El Chorro: se localiza en el municipio de Coyuca de Benítez, a 38 Km. de Acapulco y cuenta con una capacidad de 200 lps, sin embargo por problemas de deforestación en las partes altas de la sierra, ha disminuido a 60 lps en el estiaje y a 80 lps durante las avenidas. Tiene muchas fugas, por lo que su capacidad se reduce a 50 lps. Es la única fuente de abastecimiento para las colonias populares de las zonas altas del Anfiteatro, en donde se ha realizado la conexión de la red con el sistema del Papagayo para subsanar la capacidad, mismo que se utiliza para Pie de la Cuesta.

Considerando la capacidad actual total de 2,350 lps y una dotación promedio de 300 litros/habitante/día, se podrá contar con 203,400 m<sup>3</sup>/día, lo que permite atender a una población de 677,000 habitantes. Sin embargo, las demandas actuales son de 238,500 m<sup>3</sup> en temporada baja y hasta de 292,500 m<sup>3</sup> en temporada alta. Además, 40% se pierde en fugas, de manera que el déficit en el suministro puede ser de 50% en temporada baja, 57% en temporada alta, situación que se refleja directamente en la dotación diaria, reduciéndola a sólo 150 litros/habitante/día.

Los principales problemas en el servicio de agua potable radican en la insuficiencia de la red para abastecer a la población y en que las fugas de agua alcanzan hasta un 40% en la ciudad. Las zonas que carecen del servicio de red son atendidas por pozos artesianos

---

<sup>5</sup> La información que aquí se presenta está basada en el Plan Director de la Zona Metropolitana de Acapulco de Juárez, Gro., actualizado en 1998

sin control, que pueden tener contaminación o bien por medio de hidrantes públicos o pipas.

**Ayutla.** Las localidades que cuentan con el servicio son las siguientes: Ayutla de los Libres, Azozuca, Colotepec, La Concordia, El Cortijo, El Mesón, El Refugio y Tonalá. Entre las prioridades del municipio está la ampliación de la red de agua potable al resto de las localidades.

**Cuautepec.** Disponible en algunas localidades: Cuautepec, Jalapa y Chihuapoloya. Se estima que sólo 20% de la población urbana dispone del servicio y sólo 14.6% de la rural dispone del servicio. Se planea instalar el servicio en Coacoyulichán, El Pabellón, El Salto, La Dicha, Cuilutla, El Llano, El Coquillo y La Bocana. Pero también es necesaria en las siguientes localidades: Cuautepec, La Bocana, Chihuapoloya, Coacoyulichán, El Coquillo, Cuilutla, La Dicha, Huamuchitán, Jalapa, El Llano, El Pabellón, Poza Verde y El Salto. Asimismo, se plantea la necesidad de una planta de tratamiento de aguas negras.

**Copala.** El servicio de agua está instalado en las siguientes localidades: Copala, Atrixco, Juan N. Álvarez, Islalatepec, Las Lajas, El Manguito, Ojo de Agua, Las Peñas y Santa Rosa.

**Coyuca de Benítez, Coyuca de Benítez.** El déficit es de 10%. La población atendida está abastecida por un pozo ubicado sobre la margen del río Coyuca, de ahí se manda el agua por medio de bombeo a dos depósitos de distribución y así, por medio de gravedad llega el líquido a las redes de agua potable. El abastecimiento es deficiente y la calidad del agua es mala. Se planea a futuro mejorar el servicio. El resto de las comunidades del municipio cuentan con su propio sistema de distribución de agua, se abastecen por medio de ríos, manantiales, pozos, etc.

Regularmente surten a Coyuca 60 litros de agua por segundo, la cual cuenta con un tratamiento de cloración de 3.3 litros de cloro por hora. Además los depósitos de agua tienen un mantenimiento de limpieza cada dos meses y previamente se le avisa a la población.

**Chilpancingo, Chilpancingo.** La zona centro cuenta con todos estos servicios, sin embargo, se instalaron hace más de 40 años y las instalaciones empiezan a presentar problemas. El resto de la ciudad, presenta un rezago en la infraestructura básica.

**Cruz Grande, Florencio Villarreal.** La población se abastece por 61 pozos locales y el manantial ubicado en las Marías, que cubre sólo 31.36% aproximadamente de la población, faltando en las periferias, sobre todo en las zonas de reciente creación. Estas colonias se abastecen de pozos o de la toma más cercana donde compran el líquido; en su mayoría se trata de colonias irregulares de reciente creación que se piensan regularizar, para después dotarlas del servicio y redensificarlas.

**Mochitlán, Mochitlán.** La ciudad de Mochitlán se provee de agua potable mediante 4 manantiales ubicados a 4,500 m al sureste de la ciudad, con un aforo de 3 lps en tiempo de lluvias y de 1 lps en tiempo de estiaje. Otras dos fuentes abastecedoras son la Barranca del Molino y la de Tlacotepec, localizadas al sureste de la localidad en donde se cuenta con dos galerías y hay más en proyecto.

Con los 4 manantiales y las dos fuentes subterráneas se tiene un aforo total de 11 lps. El sistema de distribución es por gravedad, con una cerrada y dos circuitos, 4 cajas adaptadoras, 3 tanques de almacenamiento y otro en construcción.



La población servida es 91.18%, la población sin servicio (8.82%) se localiza en las periferias. La dotación es de 35.8 lts/hab/día, lo que es insuficiente, la población no es satisfecha ni en 50%. La calidad del agua es buena.

### **San Marcos, San Marcos.**

San Marcos es abastecida por el río San Marcos, en donde 32.5% de la población carece del servicio. El agua se bombea a un tanque de almacenamiento localizado en la parte alta del Barrio de la Santa Cruz, con una capacidad de 25 mil litros, de ahí se distribuye al 67.5% de la población servida. La dotación es de 200 lts/hab/día.

La red de agua de San Marcos cuenta con un sistema antiguo, ya que fue en 1969 cuando se puso en funcionamiento y desde entonces sólo se le ha dado mantenimiento y no se ha hecho ninguna obra para ampliarlo o cambiarlo.

En las colonias en donde no hay tubería de agua, se distribuye agua en pipas; de esta misma forma son abastecidas algunas localidades cercanas a la ciudad: Lagunilla, Barranquilla, El Maguey, San Miguel, El Cuco y Las Vigas.

Para el año 2000 ya había 28 sistemas de agua potable que benefician al mismo número de localidades, además había 15 fuentes de abastecimiento de agua potable, de las cuales 6 eran de pozo profundo, 3 de río y 6 de manantial.

Los principales problemas del servicio de agua potable son la falta de infraestructura para dar cobertura a la población total por la limitación de los recursos; la inexistencia de controles que garanticen niveles aceptables en la calidad del agua y la dispersión de la población.

**Tecoanapa.** Se estima que 70% de la población cuenta con el servicio, el cual está instalado en las siguientes localidades: Tecoanapa, Las Ánimas, Barrio Nuevo, Buenavista, El Carrizo, Cruz Quemada, El Guayabo, Lagunillas, El Limón, Mecatepec, Parota Seca, Las Parotillas, El Pericón, Pochotillo, Santa Rosa, Los Saucitos, El Tejoruco, Tepintepec, Tlayoyotepec y Xalpatlahuac. Se plantea la necesidad de rehabilitar y ampliar la obra de captación de Tecoanapa y las localidades más importantes.

## **Drenaje y alcantarillado**

### **Zona Metropolitana de Acapulco**

El sistema de alcantarillado sanitario está formado por tres colectores principales, colectores auxiliares, red de atarjeas, estaciones de bombeo, un túnel y emisores.

El colector Occidental capta las aguas que provienen de los antiguos colectores I y II y de su área de influencia, que con el apoyo de la estación de bombeo Malaspina se envían a la planta de tratamiento y posteriormente al emisor que se ubica en Playa Olvidada, por un túnel.

La planta Malaspina funciona como separadora de sólidos y como cárcamo de bombeo, sin embargo, debido al uso constante durante 35 años y la falta de una planta de energía eléctrica propia, provoca serias deficiencias en su funcionamiento.

En colector marginal de la Costera Miguel Alemán, se inicia en La Concha y baja al Cárcamo de Costa Azul, que eleva el agua servida, hasta la parte alta de la Condesa para conducirse a la planta de tratamiento primario con una capacidad de 1,340 lps, a donde confluyen todos los colectores, para enviar finalmente el agua fuera de la Bahía a Playa Olvidada.

La red de drenaje sólo cubre el servicio en 55% debido a las siguientes causas: la insuficiente capacidad de la infraestructura, los problemas provocados por las zonas altas sin alcantarillado, las descargas clandestinas en los cauces naturales y barrancas y la destrucción de algunas redes de drenaje provocadas por el Huracán Paulina en 1997.

En el sector Renacimiento-Zapata-Llano Largo se construyó una planta de tratamiento de aguas residuales a base de lodos activados, con capacidad para tratar 500 lps, sin embargo sólo se tratan 100 lps, debido a que gran parte de los asentamientos de esta zona, carecen de red de alcantarillado sanitario.

La mayoría de las zonas tienen carencias en el servicio, y otras tienen problemas en los colectores, como Puerto Marqués, en donde los colectores que van hacia la planta de tratamiento tienen una inclinación contraria a la pendiente.

**Ayutla. Ayutla de los Libres** es la única localidad que cuenta con el servicio. El drenaje está entre las prioridades municipales, pero no hay un programa concreto para su establecimiento. No hay alcantarillado y no es prioridad.

**Cuatepec.** No están disponibles en ninguna localidad.

**Copala.** No cuenta con estos servicios en las localidades.

**Coyuca de Benítez, Coyuca de Benítez.** Las descargas de aguas negras se dan en las calles. Se planea mejorar el servicio y dotar a la población que aún no dispone de drenaje. La cabecera municipal cuenta con un cárcamo de oxidación para tratar las aguas residuales, en este hay tres tanques. Al primero llegan los desechos, en el segundo se filtra el agua por medio de larvas que se comen los desechos y en la tercera pileta se recibe el agua filtrada.

**Chilpancingo, Chilpancingo.** Uno de los problemas del sistema de drenaje sanitario es que llega directo, sin tratamiento previo al cauce del río Huacapa.

**Cruz Grande, Florencio Villarreal.** El 65% aguas negras se descargan en los arroyos y calles. Se tiene contemplado aumentar la red de drenaje y poner una planta de tratamiento de aguas residuales. Cubre 35% de la demanda, el servicio es deficiente por el reducido diámetro y mal tendido de la red.

**Mochitlán, Mochitlán.** El 86.45% de la población cuenta con el servicio de drenaje sanitario. La población que carece del servicio vierte sus aguas a la calle, lo que contamina y da una mala imagen visual. El drenaje descarga directamente en el río Huacapa, lo que ocasiona la contaminación de éste. La ciudad no cuenta con alcantarillado, en épocas de lluvias se forman encharcamientos en varios lugares.

**San Marcos, San Marcos.** El tendido de la red es mínimo, sólo 30% de la población disfruta de drenaje, especialmente los del centro de la ciudad. Existen obras para mejorar el servicio. Se proponen 3 colectores generales: uno al norte de la localidad. Otro sobre la calle Allende y Vicente Guerrero y otro al sur de la localidad. Las aguas negras se depositan en el río San Marcos. Las localidades Las Vigas y Las Mesas también cuentan con el servicio de drenaje. No hay alcantarillado en la localidad.

**Tecoanapa.** No están disponibles en ninguna localidad, pero se ha planteado la necesidad de su dotación en principio en la cabecera municipal.

### **Residuos sólidos**

**Zona Metropolitana de Acapulco.** En el área Metropolitana de Acapulco se generan 866.40 toneladas de basura al día por parte de la población residente y de 60 a 150 toneladas al día por parte del turismo, según la temporada, por lo que la generación total es de 1,016 toneladas al día.

El equipo de recolección de basura no cuenta con la capacidad suficiente para cubrir este servicio, ya que sólo se recolectan 708 toneladas por día, por lo que se cubre 65% de la demanda. El servicio se realiza de forma mixta por el ayuntamiento con 96 unidades que recolectan 418 toneladas y 16 camiones compactadores de servicio privado que recolectan 290 toneladas en la zona turística principalmente. Los contenedores de desecho tienen una capacidad para 830 toneladas pero las unidades de traslado son insuficientes.

El basurero municipal se ubica en Paso de Texca a 30 Km. del centro de la ciudad, se trata de un tiradero a cielo abierto, pero también existen 16 tiraderos clandestinos en la zona de Llano Largo, el Coloso, en la colonia Luis Donald Colosio, en Pie de la Cuesta y en Bajos del Ejido, todos ellos a cielo abierto.

Los hospitales y laboratorios clínicos generan además, desechos biológicos, para los que no existen instalaciones con las condiciones necesarias para su destrucción.

**Coyuca de Benítez, Coyuca de Benítez.** La mayor parte de la basura se deposita en tiraderos clandestinos. Hay un relleno sanitario, de reciente creación, que abastece solamente a la cabecera municipal, es un terreno ubicado a 7 Km. de la carretera Acapulco-Coyuca, entre los pueblos Rancho El Santo y Piedras Azules; mide 100 m<sup>2</sup> y la profundidad es de 50 m. Cada día se recogen entre 10 y 11 toneladas de basura, la cual es arrojada al relleno y tapada con tierra cada 15 días.

El Ayuntamiento sólo se encarga de la recolección de la basura de la cabecera municipal y de la franja costera. Cuenta con 4 vehículos de recolección de basura y muy pocas herramientas de trabajo para abastecer a toda la cabecera.

**Chilpancingo, Chilpancingo.** La basura generada es una de las principales fuentes de contaminación, debido a que no se cuenta con un buen sistema de recolección. Hay una gran cantidad de basureros clandestinos por toda la ciudad, algunos están en las zonas altas en los escurrimientos, lo que ocasiona que en épocas de lluvia la basura se desplace a las partes bajas contaminando el río Huacapa que sirve de basurero.

**Cruz Grande, Florencio Villarreal.** Se pretende establecer un basurero municipal así como la implantación del servicio de recolección.

**Mochitlán, Mochitlán.** La basura se vierte al río Huacapa y a otros escurrimientos. Se planea la construcción de un basurero municipal con sistema de relleno sanitario.

**San Marcos, San Marcos.** Proliferan los tiraderos de basura a cielo abierto; algunos de ellos están en camino a Piedra Parada, Tecomate Pesquería, Salida a la Aterrizaje, Perímetro a la Zapata, Perímetro al Cántaro, Perímetro o Ladera a la Quinta Sección. Hoy en día en la cabecera municipal hay un camión recolector y 5 contenedores

distribuidos en lugares de alta concentración de residuos; no obstante, el servicio no cumple con las expectativas.

**Tecoanapa.** Se pretende implementar personal para su recolección y establecer un depósito final para su eliminación.

En el Cuadro SU 1, se presenta un resumen de los datos con base en la información proporcionada por los municipios.

Cuadro SU 1. Servicios públicos por municipio

Municipio	Datos	Agua	Drenaje y alcantarillado	Residuos Sólidos
Acapulco	1998	parcial	parcial	parcial
Ayutla	1980	parcial	parcial	
Acatepec				
Chilapa				
Chilpancingo	1993	parcial	parcial	
Coyuca	1980	parcial		parcial
Copala	1980	parcial		
Cuautepec	1980	parcial		
Juan R. Escudero				
Florencio V.	1985	parcial	35%	
Mochitlán	1999	parcial	86.45%	
Quechultenango				
San Marcos	2002	parcial	30%	parcial
Tecoanapa	1980	parcial		
Tixtla				

Fuente: Elaboración propia con base en los datos aportados por los municipios

## Disponibilidad de energía eléctrica

La información referente del cuadro A.X.1.10 advierte la evidente ampliación en la cobertura del suministro eléctrico, para el total del estado de Guerrero de 1990 a 2000, se disminuyó a la mitad la población habitante de viviendas sin energía eléctrica; 51% la población de Quechultenango en 1990 no disponía de electricidad, en cambio en 2000 se aminoró a 16% de población carente de electricidad. En 2000 el valor máximo de población privada del suministro eléctrico fue de 30% en Ayutla de los Libres y los restantes municipios se mantuvieron debajo de 17%. Esta exploración manifiesta el mejoramiento en el suministro de la energía eléctrica de los municipios del área de estudio y podría verse reflejado en el mejoramiento de las condiciones de vida y productividad de sus habitantes.

Cuadro A.X.1.10

Porcentaje de ocupantes en viviendas sin disponibilidad de energía eléctrica 1990 y 2000

<i>Entidad/ Municipio</i>	<i>1990</i>	<i>2000</i>
Guerrero	22.63%	11.04%
Acapulco De Juárez	8.11%	1.08%
Ayutla De Los Libres	43.43%	29.67%
Copala	17.71%	9.20%
Coyuca De Benítez	16.43%	6.93%
Cuautepec	22.25%	6.77%
Chilapa De Álvarez	32.12%	16.67%
Chilpancingo De Los Bravo	8.62%	2.62%
Florencio Villarreal	21.78%	5.25%
Juan R. Escudero	8.51%	3.91%
Mochitlán	18.18%	13.65%
Quechultenango	50.99%	16.25%
San Marcos	17.88%	5.79%
Tecoanapa	22.38%	10.72%
Tixtla De Guerrero	9.32%	5.09%

*Fuente: XI y XII Censos Generales de Población y Vivienda, 1990 y 2000.*

### Reservas territoriales para desarrollo urbano

La información de reservas territoriales del municipio Acapulco es mucho más abundante, detallada y actualizada. En el resto de la región, según los planes urbanos, la mayoría de las cabeceras municipales cuentan con áreas destinadas al futuro crecimiento y áreas de reserva ecológica; en todas las ciudades analizadas hay asentamientos irregulares formados por la población inmigrante, sin embargo, no se puede precisar la cantidad de población, la extensión y los lugares exactos que ocupan, ya que se cuenta con poca información, general y obsoleta.

**Acapulco.** En los planes de desarrollo urbano de 1988 *-Programa Director de la Ciudad de Acapulco-* y de 1998 *-Plan Director de la Zona Metropolitana de Acapulco-*, se reconocen los siguientes problemas relacionados con el crecimiento de la ciudad:

- *Tenencia de la tierra (terrestre y la ganada al mar):* Existen irregularidades de todo tipo: falta de documentación que acredite la propiedad de la tierra en el centro de la ciudad, ocupación de terrenos federales baldíos, fraccionamiento de los ejidos, la inexactitud de los levantamientos topográficos que confunden los límites de las propiedades, la invasión y utilización de la ZOFEMAT.

Uno de los problemas para la incorporación de las tierras ejidales al desarrollo urbano es la cantidad de errores en los levantamientos, lo que ocasiona la superposición de límites de las propiedades. Estos errores no son privativos de las tierras ejidales, también existen en las tierras de propiedad privada originados en la expropiación, permuta o adquisición por parte del Estado para su regularización, ya que su situación irregular ha impedido su aprovechamiento en el desarrollo urbano y turístico. Este es

el caso de Punta Diamante y Copacabana en el oriente de la ciudad, destinadas a hoteles con categoría de gran turismo y campos de golf (PDUZMA, 1988: 34, 142).

- *Asentamientos irregulares: Existe una gran cantidad de colonias irregulares en zonas de reserva ecológica, en zonas peligrosas y en áreas de derechos de vías.*

- *Necesidad de nuevos espacios para el turismo y para vivienda de escasos recursos:* La ciudad se encuentra entre dos barreras naturales que limitan su extensión: el mar y la cadena montañosa conocida como el Anfiteatro. Además en casi toda su extensión existe la posibilidad del impacto de fenómenos naturales considerados como peligrosos. Estos dos factores complican las posibilidades de crecimiento.

En cuanto a los planes de crecimiento de la ciudad, se está estimulando el crecimiento hacia la zona este, lo que puede poner en un riesgo aún mayor a los ecosistemas apoyados en el sistema fluviomarino de la laguna de Tres Palos, si no se toman las medidas correctivas y preventivas necesarias.

Se plantean como alternativas de crecimiento saturar los baldíos que existen en el Anfiteatro y en el tramo de Mozima-colonia Jardín (hacia Pie de la Cuesta); la renovación urbana en zonas deterioradas o en proceso de abandono; el reciclamiento del suelo en las zonas colindantes con las principales avenidas de la ciudad; consolidación y densificación de algunas colonias ubicadas en Renacimiento; nuevos desarrollos urbanos en La Venta y el Quemado, en Renacimiento; nuevos desarrollos urbanos en el Boulevard de las Naciones y en la zona de la Zanja; y nuevo desarrollo turístico en la zona de la Bahía de Puerto Marqués y parte de Barra Vieja.

**Coyuca de Benítez, Coyuca de Benítez.** Las zonas más aptas para el crecimiento de la ciudad están hacia los lados norte, noroeste y una mínima parte al sur de la ciudad. Existe un área destinada a reserva ecológica alrededor del área urbana de 51,411.32 ha.

**Chilpancingo.** Existen al interior del área urbana, espacios que pueden redensificarse (199.40 ha), que cuentan ya con algunos programas para la dotación de servicios, además existe una reserva intraurbana de 367.70 ha.

**Cruz Grande, Florencio Villarreal.** Existen terrenos aptos para urbanizarse al noroeste, suroeste, norte y noreste de la ciudad, pero estas zonas tienen problemas de tenencia; lo que ha dado como resultado que no se utilicen estas reservas para el crecimiento urbano sino zonas de la periferia que no cuentan con servicios.

Se deberán adquirir algunas zonas del interior de la ciudad destinadas a la agricultura para que continúe el crecimiento urbano. Se planea redensificar el área urbana; dentro de ella hay 38.7 ha de lotes y predios baldíos que serán utilizados para el crecimiento urbano. En las afueras de la ciudad el crecimiento será básicamente hacia el suroeste, noroeste y sureste. Uno de los principales problemas es que la tierra es de propiedad comunal. La superficie de conservación es de 75,651.17 ha aproximadamente.

**Mochitlán . Mochitlán.** Cuenta con dos grandes límites para su expansión urbana: el río Huacapa al norte y el Salado al sur-sureste. Al poniente y al noroeste se encuentran zonas agrícolas. La ciudad tendría que crecer hacia los lados noroeste, suroeste y este o densificar los lotes y predios baldíos que se encuentran en el área urbana. En total suman 22.84 ha. Existe un área de conservación ecológica de 4,359.58 ha.

**San Marcos, San Marcos.** La ciudad se ha expandido excesivamente hacia todas las direcciones, se han originado asentamientos irregulares con una gran dispersión y una densidad muy baja. Existen 135.14 ha disponibles para el crecimiento urbano. Existen 45,634 ha destinadas a áreas de preservación ecológica.

## Demografía

### Crecimiento poblacional

En conjunto la región de estudio ha registrado aumentos de población en números absolutos al pasar de 563,235 habitantes en 1970 a 1,405,243 en 2000 lo que ha significado un incremento de población del 150%. Sin embargo los ritmos de crecimiento han disminuido al registrar una tasa de crecimiento de 4.1% entre 1970-1980 y 2.3% para el periodo 1990-2000, las cuales resultan superiores a las estatales.

En el municipio de Acapulco la tasa de crecimiento en la última década es de 2.0%, superior a la registrada a nivel estatal (1.6%), pero inferior con respecto a la región.

En la región de La Montaña se localiza sólo el municipio de Acatepec, que se crea en la última década, con una superficie de 599.2 km<sup>2</sup> que representa el 4.6% de la región de estudio y únicamente el 0.9% de la superficie estatal. Para el año 2000 reporta 25 060 habitantes los cuales representan el 1.8% de la región de estudio y una densidad media de 41.8 habitantes/Km.<sup>2</sup>

Los municipios de la Costa Chica, con una población para 1970 de 111 272 personas que representaron 19.8% de la población de la región de estudio y para 2000 se registraron 194 537 personas que significaron 13.8%. Las tasas de crecimiento medio anual han disminuido de 2.3% en el periodo 1970-1980 a 1.9% en el correspondiente a 1990-2000.

El municipio Coyuca de Benítez, pertenece a la región Costa Grande, el cual tiene una población en el 2000 de 69 059 personas que representan 4.9% de la región. Registra una tasa de crecimiento de 2.1% para el periodo de 1970-1980 y de 1.3% en el de 1990-2000.

La población de los municipios de la Región Centro como en las otras regiones ha ido en aumento, en 1970 registró 174 503 habitantes que representaron 31% de la región de trabajo y de 394 088 personas en 2000 con sólo 28%. En contraste, la tasa de crecimiento ha ido en disminución de 3.5% en 1970, a 2.5% en 2000.

### Estructura de la población por edad y sexo

En los últimos treinta años en México, han surgido una serie de cambios que han traído como consecuencia el paso de una sociedad eminentemente rural a una predominancia de población que reside en las ciudades. Asociado a esto, nuestro país atraviesa una transición demográfica reflejada en la desaceleración del ritmo de crecimiento de la población.

Como resultado, ha habido un reajuste en los grupos de edades, cambios asociados a factores como son: la disminución de la mortalidad, la reducción de la fecundidad, el aumento de la esperanza de vida y a la creciente migración, entre otros. La región de estudio no escapa a esta dinámica, ya que se advierten cambios sustanciales en la estructura etárea de la población.

El grupo de niños y adolescentes está constituido por la población de 0-14 años, este grupo en su mayoría no es reproductivo y cada vez más participativo en las actividades productivas. El grupo de adultos, de 15 a 64 años, puede considerarse como el más dinámico, reproductivo y productivo. El grupo de 65 años y más, es decir el de ancianos, ha comenzado a llamar la atención de la política demográfica que enfrentará el envejecimiento de la población (Mapa DM 1 al final del apartado “contexto regional”).

La región también presenta variaciones significativas, en 1970, la proporción de la población joven fue de 47% (264 796 personas), los adultos, registraron 49.8% (280 360) y el de adultos mayores sólo fue de 3.2% (18 079). En el año 2000 la tendencia de disminución se manifiesta en proporciones de 37.1% (512 248) para los jóvenes; en un aumento significativo para el grupo de adultos ya que registró 58.4% (806 007) y el grupo de adultos mayores también presentó un ascenso importante con un valor de 4.5% (61 915).

En 1970 a nivel municipal el grupo de jóvenes con las proporciones más altas se registró en Cuauhtepic con 53.5 (5 599) y Copala 53.6 (4 636); y los valores porcentuales más bajos se situaron en Tixtla de Guerrero con 43.0 (8 547), Chilapa de Álvarez con 43.9 (24 307) y Mochitlán con 45.8 (3 728). Valores todos superiores al promedio de ese año para la región. Para el año 2000, los cambios más significativos en el grupo de jóvenes con proporciones superiores al promedio de la región se dieron en 80% de los municipios. Los valores más altos los registraron Acatepec 51.2% (12 772 personas), Ayutla de Los Libres, 47.2(25 959)% y Quechultenango 45.7% (14 783); el grupo de adultos fue superior al promedio regional en Acapulco de Juárez que registró 62.5% (439 119) y Chilpancingo de los Bravo con 60.5 (116 021)% y finalmente el grupo de adultos mayores 73% de los municipios presentaron cifras superiores al promedio regional, destacándose, Mochitlán con 7.2% (720), Copala 6.4% (825) y Tixtla de Guerrero con 6.2% (2 056).

En el período considerado de 1970 a 2000, se advierte una reducción de la población en las bases de las pirámides ya sea en el ámbito estatal, regional y microregional, así como un aumento de los grupos de mayores de 65 años; los cambios más significativos son influenciados en las dos últimas por el comportamiento del municipio de Acapulco. Además de señalar que esta reducción en la base de la pirámide se debe principalmente a la reducción de las tasas de natalidad, a la disminución de las enfermedades infantiles y al control de la natalidad por programas de planificación familiar, como se advierte en las pirámides de edad para los períodos.

## Migración

Guerrero es una entidad que se caracteriza por una migración neta de expulsión, deducción inferida de las tasas de crecimiento del periodo analizado. Éstas tienden a decrecer de 2.5% en el lapso 1970-1990 a 1.6% en 1990-2000. Éste último valor menor a la tasa de crecimiento nacional, que es de 1.8%.



Las zonas rurales han sido principales emisoras de población indígena hacia destinos de alta demanda de mano de obra especializada en labores agrícolas. Los flujos migratorios se dirigen hacia algunos destinos del noroeste del país, es decir desde Nayarit hasta Sinaloa y Sonora. En estas grandes regiones, han sido requeridos para el trabajo del cultivo del mango, en el primer caso, y de la siembra y cosecha de hortalizas, en el segundo, producción destinada al mercado externo.

La mayor parte de los inmigrantes son jóvenes o adolescentes entre 15 y 24 años, principalmente del sexo femenino, con algún año de educación primaria y que constituyen una mano de obra barata de poca flexibilidad por su especialización en una sola actividad. Un ejemplo de las zonas receptoras y, en general de estos procesos, es el Valle de Culiacán, en Sinaloa. Esta área de 70 mil hectáreas, ocupa entre 200 y 300 mil jornaleros provenientes principalmente de la montaña de Guerrero y otras partes de Oaxaca, durante cuatro a seis meses al año, en condiciones transitorias de empleo.

La mayor proporción de la población inmigrante proviene de las entidades colindantes y no colindantes que en orden de importancia son el Distrito Federal, el Estado de México, Oaxaca y en menor cuantía de Puebla, Jalisco y Veracruz. Es decir que las entidades colindantes territorialmente son las que proporcionan los mayores flujos migratorios a la entidad (Cuadro ES 1).

Por otra parte, hay que señalar que de 1970 a 2000, estas corrientes han tenido variaciones tanto en números absolutos y porcentuales. En 1970, el volumen de inmigrantes fue de 24 917 personas y para 2000 este fue de 70 655 personas que representó un incremento de 183.6%. Durante todo el periodo, las entidades que han aportado el mayor flujo migratorio son el Distrito Federal y el estado de Oaxaca, en este orden. En segundo lugar, los estados de México y Michoacán. El flujo migratorio del la capital mexicana se mantiene como primer lugar con un incremento del 337.2%, mientras que Oaxaca 205.6% de incremento, ambos superiores al de la región (183.6%). Cabe destacar que a pesar de que el Estado de México y Michoacán que han aportado volúmenes importantes de población sus incrementos son diferenciales; el primero, es de sólo 39.3% mientras que Michoacán registra 102.5%. Siguen en importancia, con esta tendencia, las entidades de Puebla y Veracruz. Esta última, registra un incremento del 285.5, superior al de Oaxaca en el mismo lapso.

Cuadro ES 1. Entidades federativas con mayor flujo de inmigrantes hacia la región, 1970-2000. (porcentajes)

Escala de análisis	1970			2000		
	Distrito Federal, Edo. de México, Oaxaca, Michoacán,	Jalisco, Morelos, Puebla, Veracruz	Otras	Distrito Federal, Edo. de México, Oaxaca, Michoacán	Jalisco, Morelos, Puebla, Veracruz	Otras
Región	59.5	19.6	20.9	62.8	19.6	17.6

Fuente: Fuentes: Secretaría de Industria y Comercio, Dirección General de Estadística. (1972). IX Censo General de Población, 1970. Estados Unidos Mexicanos. Resumen General. México. INEGI (1992). XI Censo General de Población y Vivienda, 1990. Resumen General. México. INEGI (2001). *XII Censo General de Población y Vivienda, 2000*. Estado de Guerrero. Aguascalientes. INEGI. <http://www.inegi.gob.mx>

Respecto a la tasa de inmigración del periodo 1970 a 2000, en la región se observa un ascenso al pasar de 56 a 61%, con los municipios de Acapulco, Chilpancingo y Tixtla con las tasas más altas para 1970, mientras que para el 2000 aumentó el número de municipios con tasas superiores al 20% entre los que figuran, nuevamente el municipio de Acapulco con 93%, Chilpancingo con 61.4%, Juan R. Escudero con 25.1%, Tixtla 23.3% y se agregan dos municipios: el de Copala y el de Coyuca de Benítez con 23.4% y 24.1% respectivamente (Mapa ES 11 al final del apartado “contexto regional” y Mapa ES III del anexo cartográfico).

## **Vivienda**

### **Características de la vivienda y disponibilidad de servicios básicos**

Los cálculos se hicieron con los promedios municipales, lo que tiende a generalizar la información. Los centros urbanos son centros de acumulación, mientras que el medio rural presenta grandes carencias, de manera que las cabeceras municipales y las ciudades más importantes (como Acapulco en este caso) concentran las mejores características de la vivienda así como la disponibilidad de servicios en detrimento de la mayor parte del resto de las localidades (cuadros y mapas de características de la vivienda y disponibilidad de servicios básicos, Anexo Estadístico Cuadros SU XIII al SU XV y Anexo Cartográfico SU XV al SU XVIII).

Es común que en las zonas tropicales las viviendas no cuenten con cimentación y que la estructura de la casa sea sumamente ligera, de elementos de origen vegetal. En general los suelos son de tierra; los muros poco firmes: vara, chiname, adobe o bajareque; el techo de palapa, güano o teja de barro. Adicionalmente, en las viviendas en estas condiciones, independientemente de otras carencias, se presentan los siguientes problemas: Preparación de alimentos en zonas de dormir, Elementos para cocinar o fogón a nivel del piso, Carencia de ventanas o elementos de ventilación adecuados, y alta vulnerabilidad a fenómenos físicos: fenómenos hidrometeorológicos, inundaciones y sismos (Guzmán, 1991:24).

En términos generales, de 1970 a 2000 se ve una mejoría en todas las variables. Cada vez es mayor el porcentaje de viviendas con paredes y techo de materiales firmes y menos con materiales precarios, sobre todo en las paredes, lo que da como resultado viviendas de mayor calidad. No es el caso de la variable que se refiere al cuarto de baño, ya que son pocas las viviendas que cuentan con esta adecuación sanitaria. Sin embargo, las condiciones no son muy favorables, por ejemplo, en el año 2000, 40% de las viviendas no cuentan con un techo de material firme; y más de 50% no tienen un cuarto exclusivo para baño.

Los 15 municipios que integran la región de estudio, en los tres periodos presentan características en la media y superiores a la media, excepto el municipio de Acatepec. Las mejores características las encontramos en el eje Chilpancingo-Acapulco, mientras que las condiciones de menor calidad se encuentran en la porción Este de la zona, en la margen izquierda del río Papagayo. No es casualidad, puesto que esta zona, presenta las

condiciones más precarias en todos los indicadores que se han realizado para el tema de sistema urbano-regional.

### **Oferta y demanda de vivienda**

En los mapas SU XXIV al XXVI del anexo cartográfico referentes a la oferta y demanda de vivienda se puede observar la cantidad de viviendas que hacen falta de acuerdo con el promedio estatal por municipio.

En 1970 la demanda de vivienda en la región de estudio, es similar al resto de la del estado en casi todos los municipios; para 1990 algunos municipios se sitúan por debajo de la media y para 2000 son pocos los que ocupan una posición superior a la media. No obstante, esta demanda se mantiene constante, especialmente en Acapulco, que continúa siendo una ciudad receptora de inmigrantes.

De la región de estudio el municipio con más habitantes por vivienda es Tixtla. En general los municipios que se localizan en la margen izquierda del Papagayo son los que tienen una densidad de habitantes por vivienda más alta. Esto coincide con las condiciones generales de esta porción del territorio, en la que se encuentran las condiciones menos favorecidas.

Con base en estos cálculos se observa que para 1970 hay un déficit de vivienda muy marcado. En 1990 el déficit disminuye, la demanda de vivienda es menor en el municipio de Acapulco principalmente así como en el de Coyuca de Benítez. San Marcos, Juan R. Escudero y Mochitlán logran alcanzar un equilibrio entre la oferta y la demanda. El resto de los municipios de la región siguen con un déficit.

En el 2000 disminuye en gran medida la demanda, Acapulco y Chilpancingo se encuentran muy por debajo de la media estatal. En San Marcos también disminuye la demanda; Juan R. Escudero se conserva equilibrado y sólo en Tecoaapa se presenta un déficit de viviendas.

### **Vías y medios de comunicación**

A partir del eje México-Acapulco se articula prácticamente todo el estado de Guerrero. Sin embargo, aunque su construcción data desde los años veinte, durante mucho tiempo este eje sólo impulsó el crecimiento de las localidades que se encontraban a lo largo del eje: Taxco, Iguala, Chilpancingo y Tierra Colorada.

Los caminos transversales son relativamente recientes y aunque se empiezan a construir a partir de las localidades ya mencionadas, todavía no son suficientes para comunicar eficientemente a toda la entidad, el relieve accidentado se ha convertido en un gran obstáculo para completar una red en forma de malla bien estructurada. En el norte, Iguala es el nodo desde el cual se perfila una conexión transversal incipiente hacia el Este, vía Atenango del Río, pero sobre todo, hacia el oeste, vía Ciudad Altamirano, lugar del que se desprende una importante alternativa hacia el sur, para conectarse con la importante zona turística de Ixtapa-Zihuatanejo.

La Sierra Madre del Sur inhibe las comunicaciones en la parte central del estado en sentido transversal, sin embargo, desde Chilpancingo se desprende otro eje transversal vía Tixtla-Chilapa-Tlapa, mientras que, hacia el oeste destaca la conexión con el Parque

Nacional de Guerrero, y de ahí se desprende otra alternativa de comunicación hacia la costa, vía Atoyac de Álvarez. Finalmente la carretera costera que va desde Petacalco en el extremo oeste, hasta Cuajinicuilapa en el extremo este, pasando por Ixtapa-Zihuatanejo, Acapulco, San Marcos y Juchitán, forma el único eje transversal completo de la entidad.

El trazo de la construcción de la Autopista del Sol no modifica la estructura vial del Estado de Guerrero, ya que está diseñada para facilitar los recorridos de mediano y largo alcance, es decir, para poner en contacto a la oferta y demanda de servicios turísticos entre la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y Acapulco, no se diseñó para mejorar específicamente la articulación de Guerrero en su ámbito intraregional.

### **Características técnicas y operativas de la infraestructura vial**

El estado de Guerrero tiene sólo 3.6% (12 451 Km.) de la longitud nacional de caminos y una densidad vial de 195 m de camino por Km<sup>2</sup> de superficie, superior al 174 m/km<sup>2</sup> nacional; considerando la densidad de vialidades por habitantes, el índice estatal asciende a 4 m por cada 1000, superior también al índice nacional de 3.5 m.

Es importante señalar que las autoridades en materia de transporte, consideran que la cobertura es aún insuficiente para satisfacer adecuadamente las necesidades de comunicación y desplazamiento de personas y mercancías, tanto a nivel nacional como estatal.

En la región se tiene una longitud total de 2 348.5 Km de caminos, mismos que representan 20% de la longitud estatal. De ese total, sólo 814 Km. (34.7%) corresponde a carreteras pavimentadas, 43.7% a terracerías y 21.6% a brechas. Lo que significa que el transporte de personas y mercancías se realiza básicamente por carreteras de bajas especificaciones. Además, la densidad regional de vialidades es de 178 m de caminos por Km. cuadrado de superficie, inferior a la media estatal. Los mapas se pueden consultar en el Anexo cartográfico SV V al VII.

Asimismo, se identificaron 465 Km. de veredas, que representan casi 20% de la red carretera, esta cifra indica la importancia que tienen las veredas para el acceso a las zonas de producción primaria en la región. Sin embargo, 83% de las veredas se concentran en sólo seis municipios: Quechultenango (21.1%), Acatepec (17.2%), Chilapa (12.4%), Mochitlán (11.7%) y Chilpancingo y Ayutla, cada uno con 10.4%. El otro 17% se distribuye entre los 9 municipios restantes. También se identificaron 74 Km. de calles que se concentraron básicamente en tres municipios de la región: Acapulco 52%, Chilpancingo 16.6% y Tixtla 10.5%, lo que en conjunto representa 79.2%; el resto (20.2%) se distribuyó entre los otros 12 municipios de la región.<sup>6</sup>

Al aplicar la metodología relativa al análisis de la cobertura territorial y demográfica de la red carretera (pavimentada) sin considerar la fricción del relieve, resulta que: 38% del área considerada en el contexto regional se localiza entre los 0 y 1 Km. de distancia a la red pavimentada, en esa superficie se ubica 71.6% de las localidades donde habita

---

<sup>6</sup> Para el análisis de los caminos en el ámbito regional se consideró la información del INEGI en formato digital a escala 1: 250 000

94.1% de la población. Es cierto que 62% del área regional se localiza a más de 1km de distancia de la red carretera, pero en esa superficie sólo se localiza 28.4% de las localidades, donde habita menos de 6% de los habitantes (Anexo cartográfico, Mapa Contexto Regional SV IV).

La población en el ámbito regional se ha ido concentrando a lo largo de la infraestructura vial y, mediante el análisis de la cobertura territorial y demográfica de la red carretera, parecería que la región y sus habitantes no tienen problemas de acceso a la red vial del ámbito regional. Sin embargo, al dividir, la longitud de todos los tipos de caminos entre la superficie municipal (Índice de Densidad Vial SV V) se aprecia otra perspectiva (Anexo cartográfico, Mapa Contexto Regional SV VII: densidad de caminos por habitante y cuadro SV III del anexo estadístico).

En primer lugar, 32.2% del ámbito regional no cuenta con ningún tipo de caminos y, si a esta cifra le agregamos el territorio que tiene muy baja densidad de caminos (0.001 a 0.176 Km. por km<sup>2</sup>) resulta que 55.3% de la región tiene verdaderos problemas de comunicación por vías terrestres; superficie donde se localiza el 36.4% de las localidades y donde habita 56.4% de la población.

El área que tiene densidad media (0.176 a 0.545 Km. por km<sup>2</sup>) representa 41.3% del ámbito regional, superficie donde se localiza 54.3% de las localidades y 40.7% de los habitantes. Por último, sólo 3.4% de la superficie del ámbito regional tiene alta densidad vial, y ahí se localiza 9.4% de las localidades que concentra al 2.9% de la población. Esta es la situación más aproximada a la realidad regional en términos viales.

Considerando los aforos en carreteras federales, las principales interacciones socioeconómicas del ámbito regional se realizan sobre dos ejes troncales, el principal que va de Chilpancingo a Acapulco y un eje secundario o costero. El eje principal tiene dos rutas, la Autopista del Sol, que desde la ciudad de México registra un TDPA de 3 229 vehículos, de los cuales 80% está representado por automóviles y otro 14% por autobuses que responden básicamente a la oferta turística de Acapulco. Los camiones de carga en este eje apenas representan 6% del tráfico restante (Anexo cartográfico, Mapa SV III Contexto Regional: tránsito diario promedio anual y cuadro SV IV del anexo estadístico).

En cambio, la carretera federal (libre) que va de Chilpancingo a Acapulco, por ser la que articula a la costa con el interior del estado, registra un TDPA de 10 056 vehículos, de los cuales, los automóviles sólo representan 69%, los autobuses 9% y los camiones de carga un significativo 22%. En el mapa 5 se advierte que este eje está integrado por seis tramos, con un tránsito vehicular muy diferente: de Chilpancingo a Tierra Caliente se registra una intensidad media de 4 011 a 7 515 vehículos como promedio diario anual; mientras que de Tierra Caliente a Acapulco se intensifica notablemente la circulación, sobre todo en las cercanías del puerto (pasando la localidad conocida como Km. 30) donde se alcanza la mayor frecuencia de vehículos (de 12 786 a 27 150).

También es importante señalar que, aunque la autopista pasa relativamente cerca de la zona del embalse considerada para el proyecto La Parota, este tipo de vialidad (autopista) por sus características técnicas (de acceso controlado y de peaje) no está destinada a la comunicación intra-regional, sino interregional, por lo tanto, no tiene efectos directos sobre la zona de estudio, en términos de las interacciones socioeconómicas a escala regional. En cambio, la carretera libre que podría jugar ese papel pasa relativamente lejos de las comunidades cercanas al embalse. En consecuencia, puede afirmarse que estas

vialidades interfieren relativamente poco con la zona estudiada en el ámbito regional. Incluso el eje costero como puede advertirse en los mapas SV I al SV III del anexo cartográfico a pesar de que tiene un TDPA relativamente intenso (de 4011 a 7 115 vehículos en promedio diario anual) desde Coyuca de Benítez hasta la intersección que se dirige a San Marcos (y un tramo de mayor intensidad hacia la zona turística conocida como Acapulco Diamante) se encuentra relativamente alejada de la zona de embalse.

En cuanto a equipamiento se tienen dos aeropuertos internacionales, localizados en los principales centros turísticos: Acapulco y Zihuatanejo. Adicionalmente, operan en el estado 7 aeródromos ubicados en: Acapulco, Cd. Altamirano, Arcelia, Chilpancingo, Iguala, Taxco y Cuajinicuilapa. En la entidad también se tienen registrados tres puertos marítimos: Acapulco, General Vicente Guerrero e Ixtapa - Zihuatanejo. Sin embargo, el aeropuerto y el puerto de Acapulco son los más importantes por el volumen de carga y el número de pasajeros que registran sus instalaciones.

### **Salud y seguridad social**

El sistema de seguridad social en México cubre las necesidades de salud a diferentes grupos de población a través de siete instituciones fundamentales: el IMSS atiende a los trabajadores empleados por un patrón, el ISSSTE atiende a quienes prestan sus servicios en dependencias gubernamentales. Los que laboran en Petróleos Mexicanos (PEMEX), la Secretaría de la Defensa Nacional (SDN) y la Secretaría de Marina (SM) atienden a quienes laboran en esas instituciones federales. Existe otra población que no es derechohabiente de la red de seguridad social, se le denomina población abierta y puede recibir atención a la salud a través de instituciones como la Secretaría de Salud (SESA), el IMSS-Solidaridad, Desarrollo Integral de la Familia (DIF) y otras dependencias estatales.

En el estado de Guerrero se cuenta con un centro de hospitalización especializada llamada Instituto Estatal de Cancerología “Dr. Arturo Beltrán Ortega” (IEC) y un Centro Estatal de Oftalmología, denominado “Emma Limón de Brown”, que brinda la consulta externa.

En la región cuatro municipios concentran los servicios de asistencia social y que son principalmente de consulta externa, proporcionados por la Secretaría de Salubridad y en orden de importancia se localizan en los municipios de Acapulco, Chilpancingo de los Bravo, Chilapa de Álvarez y Coyuca de Benítez (Cuadro IS 1 y Mapa IS 1 Ver al final del apartado “Contexto Regional”).

La hospitalización general se centraliza en la región en los municipios de Acapulco y Chilpancingo de los Bravo, aunque existen algunos centros de menor rango en las cabeceras municipales de los municipios al este del área de inundación (Mapa IS 2 ver final apartado “Contexto Regional”).

Cuadro IS 1. Unidades médicas de instituciones públicas del sector salud por nivel de operación según régimen e institución, 2000

Escala de análisis	Total	Seguridad social				Asistencia social			
		IMSS	ISSSTE	SDN	SM	SESA ( C )	IEC	CEO	DIF
Región	311	10	20	8	1	264	1	1	6
De consulta externa	295	8	18	6	0	256	0	1	6
De hospitalización General	15	2	2	2	1	8	0	0	0
De hospitalización especializada	1	0	0	0	0	0	1	0	0

NOTA:(A) Incluye unidades médicas subrogadas. (B) Comprende un Centro de Rehabilitación y Educación Especial, dos Centros Regionales de rehabilitación integral una unidad médica de consulta externa y once unidades básicas de rehabilitación atendidas por auxiliares fisioterapeutas. ( C ) Para el caso de esta institución incluye unidades médicas móviles o itinerantes que otorgan servicios de consulta externa general y de especialidad.

FUENTE: (2001). Anuario Estadístico del Estado de Guerrero, 2001. INEGI, Gobierno del Estado de Guerrero, Salud, cuadro 5.7, p. 169-179.

En cuanto a los recursos humanos para la salud, se observa al igual que en la entidad, un predominio de los servicios de la Secretaría de Salud y, por tipo de personal, en su gran mayoría son médicos generales y con menos importancia numérica los médicos pasantes y médicos especialistas. El personal paramédico son enfermeras generales y auxiliares.

La mayor concentración del equipamiento se encuentra en los municipios de Acapulco de Juárez en un 49% y Chilpancingo de Los Bravo con el 17% (Cuadro IS 2 y Mapa IS 3, ver final del apartado “Contexto Regional”).

Cuadro IS 2. Personal Médico de las Instituciones Públicas del Sector Salud según Régimen e Institución, 2000

Escala de Análisis	TOTAL	SEGURIDAD SOCIAL				ASISTENCIA SOCIAL			
		IMSS	ISSSTE	SDN	SM	SESA	IEC	CEO	DIF
Región	1749	521	231	40	42	863	18	13	21

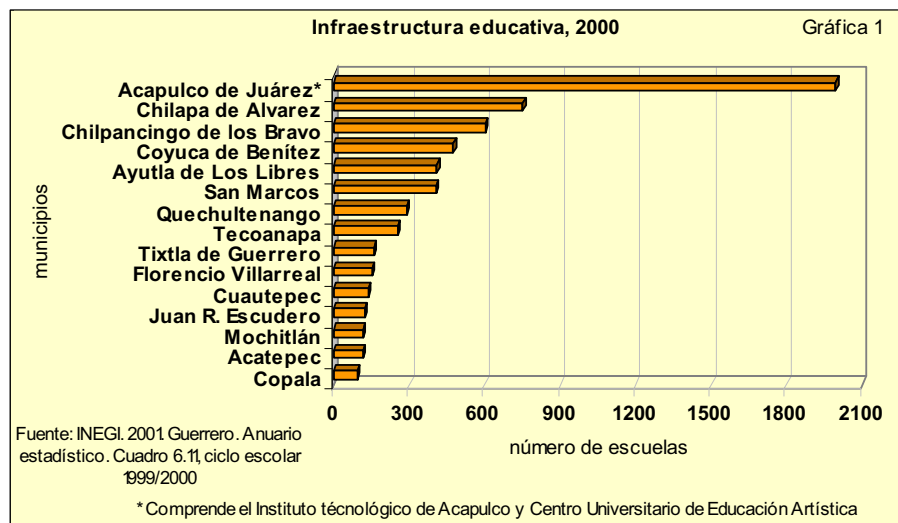
Fuente: INEGI. 2001. Anuario estadístico del Estado de Guerrero. México.

## Educación

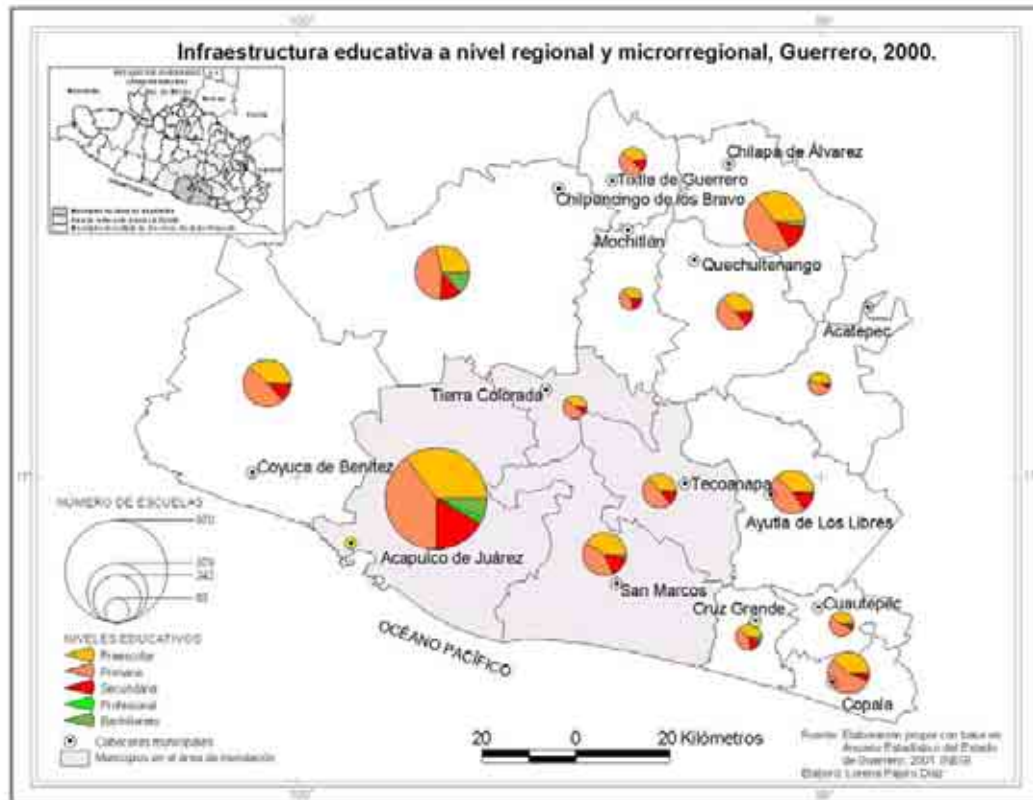
El análisis regional respecto de la infraestructura educativa se refiere al número de escuelas, en distintos niveles, desde el preescolar hasta el postgrado, clasificados en federales, estatales, autónomos y particulares.

En este ámbito se registra un total de 3 141 escuelas, divididos en cuatro grupos:

- a) un primer grupo que representa 63.7% (2002 escuelas) formado por cuatro municipios: Acapulco (1070 escuelas), Coyuca de Benitez en Costa Grande (242) y Chilpancingo (311) y Chilapa de Álvarez en la subregión Centro (379).
- b) un segundo grupo en donde la infraestructura educativa se encuentra entre 4.1% y 6.6%, (686 escuelas) se integra por los municipios de Costa Chica (Ayutla de los Libres, 206), San Marcos (205) y Tecoanapa (130), así como Quechultenango (145) de la subregión Centro, hacia la margen izquierda del río La Parota.
- c) en tercer grupo cuya infraestructura fluctúa ente 2% y 2.6% (290 escuelas) del total regional y se conforma con municipios de Costa Chica: Cuauhtepc (68) y Florencio Villarreal (77) y Juan R. Escudero (63) y en la subregión Costa Chica Tixtla de Guerrero.
- d) Otro grupo con menos del 2% (163 escuelas) de la infraestructura, en distintas subregiones del Estado, Mochitlán (58) en la Centro, Acatepec (58) en la Montaña y Copala (47) en Costa Chica. (Ver gráfica y mapa siguientes)





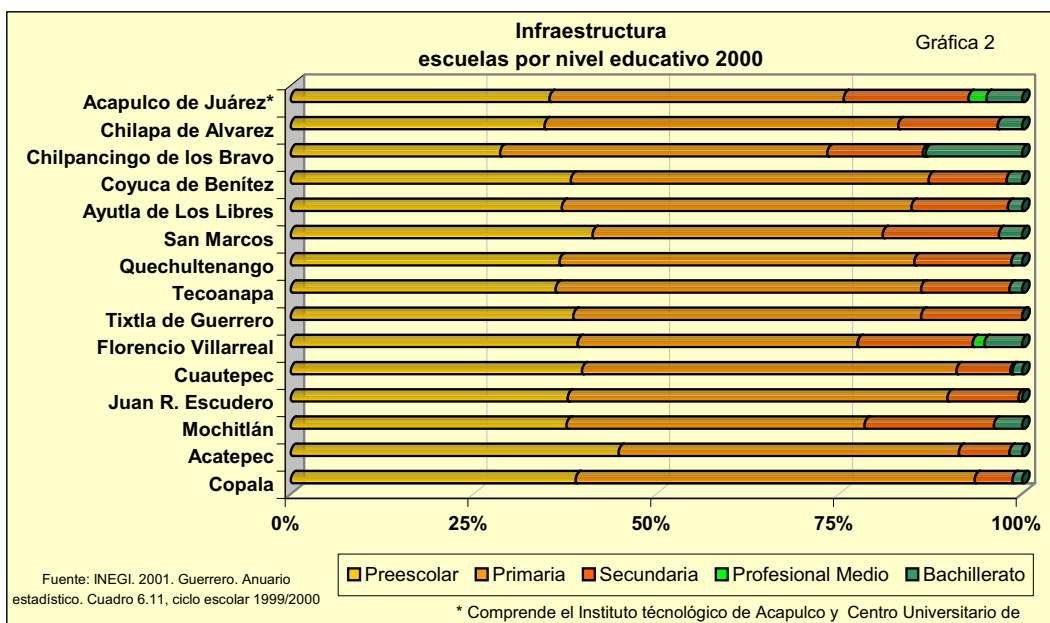


### Infraestructura educativa por nivel

La mayor parte de esa infraestructura educativa (93.5%, 2 938 escuelas), pertenece a la educación básica, principalmente del nivel primaria con 46.1% (1 097 escuelas), seguido del preescolar que registra 34.9% (1 448 escuelas). El nivel secundaria figura con 12.5% (393 escuelas) y el correspondiente al nivel medio superior con 6.5% (203 escuelas).

### Nivel básico

El primer grupo de municipios concentra 62% de la infraestructura para la educación básica, de los cuales, Acapulco tiene la hegemonía con 925 planteles. En el segundo grupo (23% de la infraestructura básica) destacan San Marcos (201) y Ayutla de los Libres (205 planteles). El tercer grupo registra 10% (280 planteles); y figuran Florencio Villarreal y Tixtla de Guerrero con los valores más altos con 76 planteles. El grupo cuatro con 5% (160 planteles), en donde los municipios de Mochitlán y Acatepec son los que registran los valores más significativos. (Gráfica 2 Mapa 1)



### Infraestructura nivel medio básico

Los planteles que tienen la proporción más alta son los que corresponden al nivel bachillerato con un total de 191 planteles que representan 6.1%. Destaca en el grupo 1, el municipio de Acapulco con 74 % de éstos (141 planteles) y Chilpancingo con 16 planteles; También son estos dos municipios donde se localizan el mayor número de planteles denominados profesionales medios.

Los planteles de este nivel se encuentran presentes en todos los municipios de la región de estudio, con excepción de Quechultenango.

### Presencia de grupos étnicos y religiosos

En México y a escala nacional, la población hablante de lenguas indígenas (PHLI) es minoritaria con respecto a la población total del país. Los registros disponibles indican menos de 10% en los últimos cincuenta años. Sin embargo, para 1990 y 2000, en algunas de las entidades y municipios del centro, este, sur y sureste del territorio nacional representa porcentajes significativos, como es el caso de Guerrero, cuya PHLI representa 13.1% y 13.9% respectivamente de su población total. En relación con el total nacional, la entidad concentra 6.1% de la población hablante de lenguas indígenas del país en el año 2000.

En números absolutos, la PHLI estatal asciende a 367 110 personas, de los cuales 7.8% se concentra en la región, identificándose tres áreas: la primera se conforma con once de los municipios, que registran proporciones menores a 5%. En orden de importancia, de

menor a mayor, son: Juan R. Escudero, San Marcos, Florencio Villarreal, Coyuca de Benítez, Mochitlán, Tecoaapa, Cuauhtepic, Acapulco, Copala, Chilpancingo de los Bravo y Quechultenango. La segunda área, se integra por los municipios de Tixtla de Guerrero, Ayutla de los Libres y Chilapa de Álvarez con proporciones entre 20.5 y 40.1% y, por último, el municipio de Acatepec donde la proporción es de 99%. Estas dos últimas áreas se sitúan en la parte oriental de la región (Mapa LI 1 ver al final del apartado “Contexto Regional”).

Con respecto a su condición de bilingüismo es importante señalar que en los municipios de Acatepec, Ayutla de los Libres y Chilapa de Álvarez los valores de este parámetro fluctúan entre 51.2 y 59.4%. En el resto de los municipios las cifras son superiores a 76% siendo los municipios de Cuauhtepic, Acapulco y Chilpancingo de los Bravo donde más de 90% de la población es bilingüe.

La diversidad lingüística se puede sintetizar en el predominio de las lenguas más importantes en la entidad, pero que territorialmente se distribuyen en los diversos municipios de la región y cuyos valores son los que marcan la supremacía. Los hablantes de náhuatl con 45 813 hablantes, que se localizan principalmente en el centro norte de la región; los de tlapaneco con 28 036 habitantes y cuya área ancestral es en el oriente; los de mixteco con 16 938 y los de amuzgo con 1 244 personas en el sureste de la región.

Los hablantes de tlapaneco se localizan principalmente en los municipios de Acatepec, 99%, Coyuca de Benítez 43.7% y Quechultenango 48.5%. Los hablantes de mixteco se localizan en los municipios de Ayutla 73.4%, Cuauhtepic 70% y Florencio Villarreal 38%, San Marcos 47.5% y Tecoaapa 72.8%. Los hablantes de náhuatl tiene una mayor presencia en los municipios de Acapulco 37.1%, Chilapa de Álvarez 99%, Chilpancingo de los Bravo 35.3%, Juan R. Escudero 40%, Mochitlán 48.1% y Tixtla de Guerrero 98.8%. Y, finalmente, los hablantes de Amuzgo en el municipio de Copala con 39%.

### **Tipos de organizaciones sociales predominantes**

La presencia de grandes organizaciones sociales corporativas en Guerrero, la Confederación Nacional Campesina (CNC) y la Confederación Campesina Independiente (CCI) es muy amplia, ambas relacionadas al Partido Revolucionario Institucional. La presencia mayoritaria del sector campesino en la entidad da una posición estratégica a estas organizaciones campesinas, mismas que se estructuran a partir de los comisariados ejidales por núcleo agrario, por municipio y a partir de ahí a la CNC Estatal.

En relación con la sensibilidad social, se identifican los siguientes aspectos:

Antecedentes de resistencia, movilización o inconformidad frente a la construcción de proyectos de infraestructura en el Estado. Especialmente la cancelación de la presa de San Juan Tetelcingo en 1992; la construcción de la Presa la Venta en 1964 y la Construcción de la Autopista del Sol a principios de la década de los noventa, estos dos últimos con efectos directos en la zona de estudio a causa de indemnizaciones pendientes.

La importancia política, dentro de los movimientos sociales, que ha adquirido a nivel nacional la cancelación del aeropuerto internacional de la ciudad de México en Texcoco a partir de la movilización de la población de San Salvador Atenco y otras organizaciones que se solidarizaron con ésta.

Una mayor presencia y creciente articulación de movimientos sociales y ONGs como grupos ecologistas, de Derechos Humanos, de productores del campo, opositores al Plan Puebla Panamá, etc. con presencia regional y/o nacional, que logran insertarse como actores políticos para mediar y/o asesorar a las comunidades, tales como:

La organización Campesina de la Sierra del Sur (OCSS), Los Campesinos Marginados y el Consejo Supremo de los Campesinos del Filo Mayor, y el Consejo de Pueblos Nahuas del Alto Balsas (CPNAB) que surgió de la resistencia a la construcción de la Presa de San Juan Tetelcingo, y asociada al Consejo Guerrerense 500 años de Resistencia, fundada el 14 de septiembre de 1991.

La información detallada de este tema se encuentra en el Diagnóstico Temático Socioeconómico en el apartado “Condiciones Políticas”.

### **Principales actividades productivas y distribución espacial**

Acapulco posee una importante actividad turística asociada al Puerto y uno de los principales centros pesqueros en la Laguna Tres Palos. Muestra de la importante actividad turística del lugar, es el hecho de que el municipio posee 70.34% de los establecimientos turísticos del Estado. Chilpancingo, Chilapa, Quechultenango y Juan R. Escudero destacan por su importante actividad agrícola, particularmente Quechultenango y Mochitlán por sus reservas de minerales metálicos y no metálicos y, en el caso de Chilpancingo, por los servicios gubernamentales y educativos.

### **Agricultura**

En la producción agrícola total, Coyuca de Benítez fue el primer productor del área de estudio en el año de 1969. Los lugares 2 y 3 los ocuparon Acapulco de Juárez y Ayutla de los Libres. Copala fue el municipio con la producción forestal más baja.

El valor estimado total ubicó a Coyuca de Benítez como el mayor productor agrícola-ganadero, seguido por Acapulco de Juárez y en tercer lugar Ayutla de los Libres. Del área de estudio, Cuauhtepic presentó la producción total más baja. En el cuadro A.X.2.25 del anexo AASE, se presentan los ordenamientos según su valor de producción animal, forestal agrícola y total.

Para evaluar la producción agrícola de 1991, se tomaron las producciones en toneladas obtenidas de cultivos anuales y perennes para calcular sus índices de productividad consolidados (cuadro A.X.2.35 anexo estadístico AASE).

Acapulco de Juárez ocupa el primer lugar respecto a la producción bruta total de cultivos anuales y perennes del área de estudio; Coyuca de Benítez en segundo lugar y en tercer lugar a Tecoaapa. Su jerarquía la mantuvieron a nivel estatal ya que estos tres municipios se localizaron entre los diez primeros lugares a nivel estatal. Los tres municipios del área de estudio ubicados en los tres últimos lugares, al ser considerados en la escala estatal se clasificaron en los lugares 51, 52 y 53. En los casos de San Marcos y Ayutla de los Libres, que ocupan los lugares 4 y 5 en la clasificación del área de estudio respectivamente, a nivel estatal ocupan los lugares 14 y 10 (cuadro A.X.2.36 anexo estadístico AASE).

Dos municipios se clasificaron en el estrato de producción Muy Alto, adyacentes geográficamente Acapulco de Juárez y Coyuca de Benítez. El bloque de los municipios con clasificación de producción Muy Bajo fue conformado por dos conglomerados geográficos. El primero se ubica en la franja de municipios pertenecientes a la región Centro (Tixtla de Guerrero, Mochitlán y Juan R. Escudero), el segundo conglomerado se situó en la región de Costa Chica con los municipios de F. Villarreal, Cuatepec y Copala (mapa A.X.2.3 anexo estadístico AASE).

Para el año 2000 Coyuca de Benítez subió al primer lugar en producción de cultivos anuales seguido por Acapulco de Juárez el cual bajó su producción con respecto al año 1999, ya que dicho año reportó 111 millones del valor de producción y ya en 2000 solo 13 millones. El municipio de Juan R. Escudero mostró una baja de 78 millones a 44 millones. En los restantes municipios se observó una generalizada baja de producción.

Para los cultivos perennes se presentaron incrementos espectaculares en los municipios de Acapulco de Juárez, Ayutla de los Libres, Copala, Florencio Villarreal, J. R. Escudero, San Marcos y Tecoaapa. El principal productor de cultivos perennes fue San Marcos. En el cuadro A.X.2.48 y gráfica A.X.2.17 del anexo AASE, se puede ver que la producción agrícola total de Acapulco fue la mayor con un incremento de 110 millones con respecto año de 1999.

Para el año 2001, Ayutla de los Libres fue el primer productor agrícola del área de estudio, en segundo y tercer lugar Acapulco de Juárez y Tecoaapa. Las producciones más bajas correspondieron a Mochitlán y Tixtla de Guerrero (ver cuadro A.X.2.49 y gráfica A.X.2.18 del anexo AASE). Para este año, los municipios de Chilpancingo de los Bravo, San Marcos y Quechultenango no reportaron producción de cultivos perennes.

El crecimiento de la producción agrícola del año 1999 al 2001 es significativo en Ayutla de los Libres, Cuatepec y Tixtla de Guerrero. En contraste, Coyuca de Benítez experimentó una reducción constante. No tan importante, fue el decremento de Chilpancingo de los Bravo. San Marcos fue un municipio con una reducción importante de su producción agrícola. A pesar de la disminución de sus producciones respecto a los mismos municipios en diferentes años, se puede afirmar que los municipios de Acapulco de Juárez, Ayutla de los Libres, Coyuca de Benítez, San Marcos y Tecoaapa son los municipios más importantes por los valores de producción agrícola alcanzados en los años de 1999, 2000 y 2001 (Gráfica A.X.2.19 anexo AASE).

#### **Comparación de la producción agrícola en 1999, 2000 y 2001.**

El crecimiento de la producción agrícola es significativo en Ayutla de los Libres, Cuatepec y Tixtla de Guerrero. En contraste, Coyuca de Benítez experimentó una reducción constante. No tan importante, fue el decremento de Chilpancingo de los Bravo. San Marcos fue un municipio con una reducción importante de su producción agrícola. A pesar de la disminución de sus producciones respecto a los mismos municipios en diferentes años, se puede afirmar que los municipios de Acapulco de Juárez, Ayutla de los Libres, Coyuca de Benítez, San Marcos y Tecoaapa son los municipios más importantes por los valores de producción agrícola alcanzados en los años de 1999, 2000 y 2001 (Gráfica A.X.2.19 anexo AASE).

## Ganadería

En la producción animal de 1969, Acapulco de Juárez fue el primer lugar acorde con su valor estimado, en segundo lugar Chilpancingo de los Bravo y en tercer lugar, Coyuca de Benítez. El valor más bajo correspondió a Cuauhtepic (Cuadro A.X.2.24 anexo AASE).

En 1991, la mayor existencia total de ganado la tuvo Acapulco de Juárez en cuanto a ganado bovino, porcino, patos y gansos, codornices, caprino, ovino, equino y conejos. Chilpancingo de los Bravo contó con la mayor proporción de gallinas, Chilapa de Álvarez la de guajolotes y finalmente Tecoaapa fue el municipio del área de estudio con la mayor cantidad de colmenas (cuadro A.X.2.42 anexo estadístico AASE).

Los tres primeros lugares en cuanto a índices de productividad ganadera se ubicaron en Chilpancingo de los Bravo, Acapulco de Juárez y San Marcos. En los tres últimos lugares se clasificaron Tixtla de Guerrero, Mochitlán y Copala (cuadro A.X.2.43 anexo estadístico AASE).

La producción de leche obtenida del ganado bovino es de gran importancia económica para los habitantes del área, no sólo por la posibilidad de comercialización sino también para el consumo propio. Acapulco de Juárez tuvo el primer lugar por producción lechera, seguido por Tecoaapa y en tercer lugar Chilpancingo de los Bravo. En penúltimo lugar por su producción lechera se ubicó a Copala y en último a Mochitlán (cuadro A.X.2.44 anexo estadístico AASE).

Para el 2000, en Florencio Villareal y San Marcos se reporta ganado bovino de cebú, criollo y cruzado de cebú suizo para rendimientos de carne y leche.<sup>7</sup>

La producción de carne en la mayoría de los municipios es básicamente para autoconsumo y venta regional y estatal y sólo Tecoaapa, vende a nivel nacional y para exportación.

La producción más importante fue de bovino, porcino y aves de corral. San Marcos fue el primer municipio por su existencia de ganado bovino con 24,917 cabezas seguido de Acapulco de Juárez con 24,726. Chilpancingo de los Bravo ocupó el tercer lugar con 20,444 cabezas. En cuanto al ganado porcino, las principales existencias correspondieron a los municipios de Acapulco de Juárez, Ayutla de los Libres, San Marcos y Tecoaapa. Para el caso de las aves de corral, el precio por cabeza no es comparable uno a uno con el ganado porcino o bovino, no obstante, Acapulco de Juárez mantuvo su importancia relativa en cuanto a la existencia de aves, seguido por Ayutla de los Libres y Coyuca de Benítez. Comparando con el año 1991, la población ganadera ha tenido ligeros incrementos y en algunos casos, disminuciones en cierto grado explicado por el abandono de las actividades pecuarias por otro tipo de actividades mejor remuneradas (cuadro A.X.2.50 anexo estadístico AASE).

La producción total de carne en canal de Acapulco de Juárez, duplica a la obtenida por los municipios de Tecoaapa y Chilpancingo de los Bravo. El municipio con la menor producción fue F. Villareal. Resumiendo, los principales productores de carne en canal según orden del valor de la producción fueron, en el año 2000, Acapulco de Juárez,

---

<sup>7</sup> No se dispuso de información ganadera para Copala, Cuauhtepic, Chilapa de Álvarez, Juan R. Escudero, Mochitlán y Tixtla de Guerrero

Ayutla de los Libres, San Marcos y Coyuca de Benítez (cuadro A.X.2.51 anexo estadístico AASE).

Los principales municipios según sus productos pecuarios, de acuerdo a su valor en miles de pesos, fueron: Coyuca de Benítez, Acapulco de Juárez y San Marcos. La revisión desagregada por productos, muestra la importancia de la producción lechera de San Marcos, comparada con Acapulco de Juárez pero aún muy atrás de Coyuca de Benítez. Tecoaapa y F. Villarreal fueron los municipios con producciones lecheras más bajas de los municipios de la zona de estudio. Para Tecoaapa y San Marcos, su baja producción de huevo indica también un bajo desarrollo en la cría y explotación de aves de corral. Acapulco de Juárez mantuvo su importancia en la producción de huevos (Cuadro A.X.2.52 anexo estadístico AASE).

Los datos del 2000 reflejan que los municipios del área de estudio prevalece la ganadería de traspatio destinada principalmente para el autoconsumo. En el municipio de San Marcos se inició un programa de entrega de ganado de raza fina, no obstante la entrega de vaquillas no es una fuente de empleo y su auge puede ser efímero, con esta estrategia sólo se logra fomentar la ganadería de traspatio para autoconsumo. En 1996 se inicio la instalación de una pasteurizadora para promover el desarrollo ganadero de los municipios pertenecientes a la región Costa Chica.

En Florencio Villarreal y San Marcos se reporta ganado bovino de cebú, criollo y cruzado de cebú suizo para rendimientos de carne y leche.

La producción de carne en la mayoría de los municipios es básicamente para autoconsumo y venta regional y estatal y sólo Tecoaapa, vende a nivel nacional y para exportación.

San Marcos, Ayutla de los Libres, F. Villarreal, Cuauhtepic y Copala son las áreas más afectadas por la erosión causando el azolvamiento de las lagunas de Tecamate y Chautengo además de tener un alto grado de desarrollo de la actividad ganadera, por estas razones la introducción de vaquillas y el número de ganado por región esta acotado.

No se dispuso de información ganadera para Copala, Cuauhtepic, Chilapa de Álvarez, Juan R. Escudero, Mochitlán y Tixtla de Guerrero.

El cuadro A.X.2.50 del anexo estadístico AASE, se puede observar que los datos más importantes son el bovino, porcino y aves de corral. San Marcos fue el primer municipio por su existencia de ganado bovino con 24,917 cabezas y con existencias muy cercanas a Acapulco de Juárez con 24,726. Chilpancingo de los Bravo ocupó el tercer lugar con 20,444 cabezas. En cuanto al ganado porcino, las principales existencias correspondieron a los municipios de Acapulco de Juárez, Ayutla de los Libres, San Marcos y Tecoaapa. Para el caso de las aves de corral, el precio por cabeza no es comparable uno a uno con el ganado porcino o bovino, no obstante Acapulco de Juárez mantuvo su importancia relativa a la existencia de aves, seguido por Ayutla de los Libres y Coyuca de Benítez. Comparando con la existencia del años 1991, la población ganadera ha tenido ligeros incrementos y en algunos casos, disminuciones en cierto grado explicado por el abandono de las actividades pecuarias por otro tipo de actividades mejor remuneradas.

De acuerdo con el cuadro A.X.2.52 del anexo estadístico AASE, los principales municipios según sus productos pecuarios, de acuerdo a su valor en miles de pesos, son: Coyuca de Benítez, Acapulco de Juárez y San Marcos. La revisión desagregada por productos, muestra la importancia de la producción lechera de San Marcos, comparada con Acapulco

de Juárez pero aún muy atrás de Coyuca de Benítez. Tecoaapa y F. Villarreal fueron los municipios con producciones lecheras más bajas de los municipios de la zona de estudio. Para Tecoaapa y San Marcos, su baja producción de huevo indica también un bajo desarrollo en la cría y explotación de aves de corral. Acapulco de Juárez mantuvo su importancia en la producción de huevos.

### **Producción Forestal<sup>8</sup>**

En la producción estatal de Guerrero, sobresale la producción total alcanzada en 1991, 551,476 m<sup>3</sup>, cifra record que no ha sido alcanzada hasta el año 2000. A partir de 1995 la producción forestal inició un crecimiento gradual alcanzando su máximo en 2000 con 300,153 m<sup>3</sup>. El principal volumen se obtuvo de la madera de los pinos. La restante producción se distribuyó entre maderas de encino, oyamel y diversas. En 1991, aportó 12% del total estatal; en 1995 aportó 12.7%; en 1997, 7.8%; en 1998, 8.3%; en 1999, 7.6% y finalmente en 2000, 7.1% del total estatal (cuadro A.X.2.53 anexo estadístico AASE).

En 1969, solamente siete municipios del área de estudio reportaron alguna producción forestal y de ellos Mochitlán y Tecoaapa fueron el primer y segundo lugar. La producción más baja fue la de Tixtla de Guerrero. Los municipios sin producción forestal fueron: Acapulco de Juárez, Ayutla de los Libres, Copala, Coyuca de Benítez, Cuautepec, Chilapa de Álvarez y Florencio Villarreal.

La participación de los municipios de la región, desde 1995, no rebasa 10% de la producción forestal estatal y muy pocos municipios mantienen una producción significativa. Los municipios de Chilapa de Álvarez y Florencio Villarreal no reportaron producción forestal en ninguno de los años considerados.

### **Pesca**

En la región, cinco municipios cuentan con litoral: Acapulco de Juárez, Coyuca de Benítez perteneciente a la región Costa Grande; Copala, Florencio Villarreal y San Marcos. En los municipios donde se hallan cuerpos de agua, como ríos y lagunas, existe captura pesquera sin registro, primordialmente para autoconsumo. La importancia de la flota pesquera del litoral de Acapulco de Juárez es conocida y la pesca en las aguas continentales, en el municipio de Florencio Villarreal cuenta con un dique natural, alimentado por especies marinas: camarón, jaiba, lisa, cuatete, róbalo y pargo. Este mismo municipio existe la acuícola COIN<sup>9</sup> la cual vierte desechos de sus estanques de camarón blanco en la laguna de Chautenango. Por la falta de información municipal oficial, esta sección abarca sólo a los municipios de Acapulco de Juárez, Florencio Villarreal, San Marcos y totales de Guerrero.

Con relación al volumen de producción pesquera, acuicultura y captura, la producción sin registro oficial fue casi la mitad del total para el estado de Guerrero. El comparativo entre

---

<sup>8</sup> Para los municipios de Ayutla de los Libres, Copala, Cuautepec, Chilpancingo de los Bravo, Juan R. Escudero, Mochitlán, Tecoaapa y Tixtla de Guerrero sólo se contó con datos del año 1991

<sup>9</sup> Consejo Nacional de Población, *Población, medio ambiente y desarrollo sustentable. Dos estudios de caso.*



Acapulco de Juárez y el estado de Guerrero, muestra a la pesca de camarón, cocinero, ojón y ojetón aportando más de 50% de la producción estatal. En el estado de Guerrero el valor de la producción pesquera fue de 863,448 miles de pesos.<sup>10</sup> (Cuadro A.X.2.55 anexo estadístico AASE).

Para 1990 se registró una baja en la aportación de Guerrero en la producción del país (menos de 3% de las especies consideradas), los cinco municipios con litoral de la región tuvieron una contribución escasa al total estatal y nacional. El valor de la producción pesquera de Guerrero fue de 90,245 miles de pesos. En notoria la aportación pesquera de Acapulco de Juárez en lo referente a toneladas, no obstante, los años de comparación son diferentes para Guerrero y Acapulco, Coyuca de Benítez le siguió en relación con su producción pesquera con una aporte de 17% al total nacional, F. Villarreal y San Marcos tuvieron bajas producciones, de 2.5% y 0.3% respectivamente, con respecto al total estatal (cuadro A.X.2.56 y cuadro A.X.2.57 anexo estadístico AASE).

### **Ingreso per cápita por rama de actividad productiva; PEA con remuneración por tipo de actividad; PEA que cubre canasta básica, salario mínimo vigente**

#### **Ingresos per cápita y PEA ocupada por rama de actividad**

##### ***Situación en 1990***

Los ingresos por rama de actividad señalan a la agricultura y a la ganadería como la rama de actividad económica con los ingresos per cápita más bajos en todos los municipios, lo que se explica, en parte, por los trabajadores sin pago en actividades agrícolas, pero con el mayor número de población económicamente activa. El rango de ingresos per cápita en las actividades agropecuarias tuvo un ingreso máximo para Chilpancingo de los Bravo con 1.09 SM y el mínimo fue para Tecoaapa con 0.24 SM. En contraste, transportes y comunicaciones marcó la rama de actividad con los mayores ingresos per cápita en 10 de los 15 municipios con un valor máximo de 4.19 SM en Tecoaapa y un mínimo de 2.30 SM en Chilapa de Álvarez. En los cuatro municipios restantes, los ingresos per cápita mayores estuvieron concentrados en servicios financieros, especializados y comercio (cuadro A.X.2.1 anexo estadístico AASE).

El mayor número de ocupados se hallaba en la rama de agricultura y ganadería con 59,433 ocupados pero también el menor nivel de ingreso con 0.75 SM. En la rama de actividad de extracción de petróleo y gas tenía el menor número de ocupados 166. El mayor nivel de ingreso per cápita correspondió a la rama de servicios financieros con 2.87 SM. A nivel municipal la mayor proporción de ocupados la registró Acapulco de Juárez con 166,927 activos y la menor correspondió a Mochitlán con 1,926 ocupados. Chilpancingo de los Bravo tuvo el mayor nivel de ingresos per cápita con 2.27 SM y Tecoaapa tuvo el menor ingreso per cápita con 0.58 SM. De los 15 municipios la mayor proporción de trabajadores ocupados en las ramas de comercio y servicios de restaurantes, esparcimiento, comunales se explica por la presencia de Acapulco de

---

<sup>10</sup> Solamente se dispuso de información de 1980 para Acapulco de Juárez y el total de Guerrero. En 1990 la información fue sólo para Guerrero, en 2000 se contó con datos de los municipios de Acapulco de Juárez, Coyuca de Benítez, Florencio Villarreal, San Marcos y Guerrero.

Juárez y Chilpancingo de los Bravo, centro turístico y capital del estado. El primero superó en número a la suma total de población ocupada de los demás municipios (166,927 contra 103,175.) Todas las localidades de los municipios utilizan siempre un centro de intercambio comercial, muchas ocasiones las cabeceras municipales, originando la generando ocupaciones en actividades de comercio (cuadro A.X.2.2 anexo estadístico AASE).

### **Situación en 2000**

Las ramas con los mayores ingresos se ubicaron principalmente en los servicios financieros, asistencia y salud, educativos y actividades del gobierno, donde se observaron ingresos mayores a 3 SM. A pesar de que el mayor ingreso promedio per cápita se ubica en el rama de electricidad y agua con 5.39 SM en el municipio de Ayutla de los Libres sólo laboraban 14 personas en la mencionada rama.

De todos los municipios del área de estudio, la rama con ingresos per cápita más bajo fue la de actividades del sector primario con 0.56 SM pero con la mayor cantidad de trabajadores ocupados (77,018), le siguieron en importancia en cuanto a la ocupación de trabajadores, comercio, servicios de hoteles y restaurantes, construcción, servicios diferentes de gobierno, servicios educativos y actividades de gobierno. La rama de servicios financieros y de seguros se clasificó en el penúltimo lugar de empleados en tales actividades, sin embargo, fue la rama con el mayor ingreso per cápita del área de estudio. El sesgo introducido por las características de ocupación de los municipios de Acapulco de Juárez y Chilpancingo de los Bravo induce una visión diferente de la real para los demás municipios. Omitiendo a los municipios mencionados, se afirma que las agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza, industrias manufactureras, el comercio, servicios educativos y construcción, en este orden, ocupan a la mayor cantidad de PEA en 12 municipios en el área de estudio (cuadro A.X.2.7 anexo estadístico AASE).

El cotejo entre los años 1990 y 2000 muestran el decremento generalizado de los ingresos per cápita en los tres sectores para el año 2000. En el sector primario, en 1990 75% de los municipios no alcanzaban un SM y en 2000 ese mismo 75% no alcanzaba 0.75 de un SM. Para 1990, en el sector secundario 75% de los municipios se hallaba por debajo de los 2.47 SM y ya en el año 2000 ese mismo porcentaje no rebasaba 1.86 SM. Respecto al sector terciario, en 1990 25% de los municipios agrupaba a quienes tenían ingresos per cápita menores a 3.4 SM y 75% agrupó a los de ingresos 3.8 SM. En 2000 los valores correspondientes al 0.25 y 0.75 percentil fueron 2.27 y 2.55 SM. Adicionalmente a esta caída de ingresos per cápita debe tomarse en cuenta el deterioro del poder adquisitivo de los salarios (gráfica A.X.2.3 y A.X.2.4 anexo estadístico AASE).

## **Población económicamente activa con remuneraciones por actividad económica**

### **Situación en 1990**

Los trabajadores sin pago son una peculiaridad de la actividad agrícola y esto se manifiesta en que más de 40% de la PEA ocupada de los municipios del área de estudio en esta rama no percibieron ingresos. Por el contrario, las demás ramas no registraron a

más de 5% de su PEA sin ingresos (cuadro A.X.2.4 y gráfica A.X.2.1 anexo estadístico AASE).

En el estudio de la PEA con ingresos y sin ingresos por municipio se observa la característica transmitida por la predominancia de las actividades agropecuarias en 12 municipios del área de estudio. Prueba de esto es que de ellos al valor mínimo de PEA sin ingresos fue 15% y los valores máximos fueron del 60% (Tecoanapa) y 51% (Cuauhtepac) (cuadro A.X.2.5 y gráfica A.X.2.2 anexo estadístico AASE).

### **Situación en 2000**

La rama de actividad englobada por el sector primario, permaneció en 2 000 como la única en donde el número de trabajadores sin pago superaba a quienes percibían ingresos con el 57% sin ingresos (cuadro A.X.2.9 y gráfica A.X.2.5 anexo estadístico AASE).

Minería tuvo 11% de su PEA ocupada sin ingreso, aunque en esta rama sólo se empleó a 822 trabajadores. Probablemente, la existencia de la figura del trabajador familiar sin pago influye en las ramas con la mayor proporción de personal sin remuneraciones, a excepción de la rama comercio, con 9% de sus empleados sin pago, las demás ramas de actividad remuneraban al menos 95% de sus trabajadores.

En los municipios con menores proporciones de trabajadores remunerados, sus principales ocupaciones estaban ligadas al sector primario y, por consiguiente, trabajos con bajos salarios y actividades sin pago. Prueba de esto, Ayutla de los Libres, Mochitlán, Quechultenango y San Marcos con PEA dedicada principalmente a las actividades agropecuarias casi la mitad de su población ocupada no percibió ingresos. Por otra parte, los municipios donde su proporción de remunerados fue mayor a 80%, los empleados en el sector secundario y terciario superaron a los del sector primario, por ejemplo, Acapulco de Juárez, Chilpancingo de los Bravo, Coyuca de Benítez y Tixtla de Guerrero; en los dos primeros municipios más de 90% de población ocupada recibía ingreso, y en los dos últimos 80% de su PEA estaba asalariada (cuadro A.X.2.8 y A.X.2.10, y la gráfica A.X.2.5 anexo estadístico AASE).

### **Canasta básica.**

La estimación de la canasta básica fue diseñada para familias residentes en zonas metropolitanas, de acuerdo a los gastos de transporte. Para este estudio esos costos se adecuaron a los destinados por los habitantes del área de estudio (cuadro A.X.2.11 Anexo Estadístico AASE).

Para ello, se ajustó un modelo lineal de dos variables. Como variable independiente el salario mínimo área A y la variable dependiente el valor nominal de la CB para estimar su costo para 1990. Finalmente se obtuvo el precio de \$23.67 pesos. Se consideraron los salarios para el área A porque el municipio de Acapulco de Juárez pertenece a dicha área, a los demás municipios les corresponde la clasificación de la zona C (cuadro A.X.2.12 y A.X.2.13 anexo estadístico AASE).

El costo de la canasta básica en 1990 era \$23.67 es decir, 2.35 y 2.81 salarios mínimos de las áreas A y C respectivamente. En el 2000, el valor de la Canasta Básica fue de \$168.58, equivalente a 4.32 y 5 salarios mínimos del área A y C. En 1990 sólo 31% de la PEA ocupada de Acapulco de Juárez podría adquirir una CB. Como tal canasta está diseñada para una familia, entonces, suponiendo un perceptor de ingresos por familia, en 1990 125,042 familias de Acapulco de Juárez no podían adquirir una CB (cuadro A.X.2.14 anexo estadístico AASE).

### **Salarios mínimos vigentes**

**Cuadro A.X.2.15 Salarios mínimos generales períodos 1990-1995**

Municipios	1990		1991		1991		1992		1993		1994		1995		1995	
	1°ene-15nov	16nov-31dic	1°ene-10nov	11nov-31dic	1°ene-31dic	1°ene-31dic	1°ene-31dic	1°ene-31dic	1°ene-31dic	1°ene-31dic	1°ene-31dic	1°ene-31dic	1°ene-31dic	1°ene-31dic	1°ene-31dic	4-31dic
Acapulco de Juárez <sup>(1)</sup>	10.08	11.90	11.90	13.33	13.33	13.33	14.27	15.27	16.34	18.30	20.15					
Ayutla de los Libres	8.40	9.92	9.92	11.11	11.11	11.11	12.05	12.89	13.79	15.44	17.00					
Copala	8.40	9.92	9.92	11.11	11.11	11.11	12.05	12.89	13.79	15.44	17.00					
Coyuca de Benítez	8.40	9.92	9.92	11.11	11.11	11.11	12.05	12.89	13.79	15.44	17.00					
Cuautepec	8.40	9.92	9.92	11.11	11.11	11.11	12.05	12.89	13.79	15.44	17.00					
Chilapa de Álvarez	8.40	9.92	9.92	11.11	11.11	11.11	12.05	12.89	13.79	15.44	17.00					
Chilpancingo de los Bravo	8.40	9.92	9.92	11.11	11.11	11.11	12.05	12.89	13.79	15.44	17.00					
Florencio Villareal	8.40	9.92	9.92	11.11	11.11	11.11	12.05	12.89	13.79	15.44	17.00					
Juan R. Escudero	8.40	9.92	9.92	11.11	11.11	11.11	12.05	12.89	13.79	15.44	17.00					
Mochitlán	8.40	9.92	9.92	11.11	11.11	11.11	12.05	12.89	13.79	15.44	17.00					
Quechultenango	8.40	9.92	9.92	11.11	11.11	11.11	12.05	12.89	13.79	15.44	17.00					
San Marcos	8.40	9.92	9.92	11.11	11.11	11.11	12.05	12.89	13.79	15.44	17.00					
Tecoanapa	8.40	9.92	9.92	11.11	11.11	11.11	12.05	12.89	13.79	15.44	17.00					
Tixtla de Guerrero	8.40	9.92	9.92	11.11	11.11	11.11	12.05	12.89	13.79	15.44	17.00					

<sup>(1)</sup> Área Geográfica A, los municipios restantes pertenecen a el área geográfica C.

Fuente: INEGI. Comisión Nacional de Salarios Mínimos, (actualizada 1997), Cuadernillos Municipales, Estado de Guerrero, 2001.

**Cuadro A.X.2.16 Evolución de los salarios mínimos generales nominales 1990-2003 (pesos corrientes)**

Municipios	1996 1°ene- 31mar	1996 1°abril- 2dic	1996 3-31dic	1997 1°ene- 31dic	1998 1°ene- 2dic	1998 1°ene- 3-31dic	1998 1°ene- 31dic	1999 1°ene- 31dic	2000 1ene- 31dic	2001 1°ene- 31dic	2002 1°ene- 31dic	2003 a partir de 1°ene
Acapulco de Juárez <sup>(1)</sup>	20.15	22.60	26.45	26.45	30.20	34.45	34.45	34.45	37.90	40.35	42.15	43.65
Ayutla de los Libres	17.00	19.05	22.50	22.50	26.05	29.70	29.70	29.70	32.70	35.85	38.30	40.30
Copala	17.00	19.05	22.50	22.50	26.05	29.70	29.70	29.70	32.70	35.85	38.30	40.30
Coyuca de Benítez	17.00	19.05	22.50	22.50	26.05	29.70	29.70	29.70	32.70	38.85	38.30	40.30
Cuauhtepec	17.00	19.05	22.50	22.50	26.05	29.70	29.70	29.70	32.70	35.85	38.30	40.30
Chilapa de Álvarez	17.00	19.05	22.50	22.50	26.05	29.70	29.70	29.70	32.70	35.85	38.30	40.30
Chilpancingo de los Bravo	17.00	19.05	22.50	22.50	26.05	29.70	29.70	29.70	32.70	35.85	38.30	40.30
Florencio Villareal	17.00	19.05	22.50	22.50	26.05	29.70	29.70	29.70	32.70	35.85	38.30	40.30
Juan R. Escudero	17.00	19.05	22.50	22.50	26.05	29.70	29.70	29.70	32.70	35.85	38.30	40.30
Mochitán	17.00	19.05	22.50	22.50	26.05	29.70	29.70	29.70	32.70	35.85	38.30	40.30
Quechultenango	17.00	19.05	22.50	22.50	26.05	29.70	29.70	29.70	32.70	35.85	38.30	40.30
San Marcos	17.00	19.05	22.50	22.50	26.05	29.70	29.70	29.70	32.70	35.85	38.30	40.30
Tecoanapa	17.00	19.05	22.50	22.50	26.05	29.70	29.70	29.70	32.70	35.85	38.30	40.30
Tixtla de Guerrero	17.00	19.05	22.50	22.50	26.05	29.70	29.70	29.70	32.70	35.85	38.30	40.30

<sup>(1)</sup> Área Geográfica A, los municipios restantes pertenecen a el área geográfica C.

Fuente: INEGI. Comisión Nacional de Salarios Mínimos, (actualizada 1997), Cuadernillos Municipales, Estado de Guerrero, 2001.

## **Empleo**

### **Participación de la población económicamente activa por sector de Actividad Económica (1970-2000).**

En los últimos 30 años en la región, la “terciarización” de la población económicamente activa, es mucho más marcada que la nacional y la del estado, pasando el sector terciario de 35% a 62%, con una disminución muy importante del sector primario, pues cayó de 50% en 1970 a 18% en 2000. Esta tendencia tiene su explicación en el gran peso económico de Acapulco pues concentró en el año 2000 cerca de 30% de la población ocupada total del estado de Guerrero, mientras que en 1970 concentraba apenas 19% (cuadro A.X.2.17 y A.X.2.18 anexo estadístico AASE).

El resto de los municipios también ha mostrado un incremento en la ocupación dentro del sector terciario y una disminución en el primario; sin embargo, muchos de ellos siguen siendo eminentemente agrícolas. Tenemos, por ejemplo el caso de Quechultenango y Tecoanapa que en el año 2000 reportaron una población rural de 75% y su ocupación en el sector primario representó 58.8% y 66.8% respectivamente.

En el año de 1970 todos los municipios de la región, excepto Acapulco y Chilpancingo, mostraron una preeminencia en la ocupación primaria; sin embargo para el año 2000 los municipios que conservaron el mayor peso de la ocupación en el sector primario fueron: Ayutla (66%), San Marcos (58%), Tecoanapa (66%), Quechultenango (58%), Mochitlán (52%), Florencio Villareal (53%), Cuauhtepic (74%) y Copala (57%). Es decir, 8 de los 15 municipios ocupan a la mayoría de la PEA en el sector Primario, esto a pesar de que 11 de ellos —menos Acapulco, Chilpancingo y Juan R. Escudero— siguen teniendo una población predominantemente rural.

### **Población económicamente activa por municipios según nivel de ingresos**

#### ***Situación en 1970***

En cuanto al nivel de ingresos en 1970 había una concentración de más de 60% de la PEA ocupada en los dos primeros grupos de ingreso (1 a 199 pesos y 200 a 499 pesos) siendo casi nula la participación de la PEA en los rangos de ingresos más altos, a excepción de Acapulco y Chilpancingo, que concentraban a una mayor proporción del total de la PEA. Esta situación de pobreza generalizada de la población trabajadora en la zona de estudio también caracteriza al estado de Guerrero en su conjunto (cuadro A.X.2.19 anexo estadístico AASE).

Todos los municipios del área de influencia (Acapulco y Chilpancingo) tenían una población económicamente activa, donde más de 40% declaró no haber recibido ingresos, además de que el grueso de la población ocupada se concentró en los cuatro primeros grupos de ingresos. Esto indica que más de la mitad de la población es pobre. Este patrón era similar al que había en el estado de Guerrero, sin embargo, los municipios más ricos del estado (Acapulco y Chilpancingo) concentraban a la mayoría de su población entre los rangos de ingreso medios y altos, siendo relativamente poca, la población que no recibe ingresos (cuadro A.X.2.20 anexo estadístico AASE).

**Situación en 1990 y 2000**

A diferencia del censo de población realizado en 1970, en los censos posteriores se consideró a la PEA sin ingresos, pues esta categoría es característica de estados predominantemente agrícolas donde la presencia de trabajadores familiares sin pago es relevante. Para 1990, la población económicamente activa sin ingresos se mantuvo — para la mayoría de los municipios de la región— con más de 35% del total de la PEA municipal. Tanto en el estado como en los municipios de la región, más de 60% de su PEA total no tenía ingresos o sólo percibía hasta dos salarios mínimos. Para este año, los municipios de Coyuca de Benítez, Tixtla de Guerrero, Florencio Villarreal y Juan R. Escudero se unieron a Acapulco y Chilpancingo, como los municipios en donde al menos 25% de su PEA contaba con ingresos mayores a 2 salarios mínimos (cuadro A.X.2.21 anexo estadístico AASE).

Para el año 2000, se observa el predominio de los municipios con una PEA mayoritariamente sin ingresos. Si se compara a Chilpancingo de los Bravo con la población económicamente activa nacional, donde 50% no recibió ingresos, la tendencia es similar. Para el estado de Guerrero y la región 65% de la PEA esta concentrada en los rangos de 2 salarios mínimos y menos, por el contrario, Acapulco, Chilpancingo y Tixtla son los únicos municipios donde al menos 30% de su PEA recibe más de 2 salarios mínimos. Aún la situación favorable de estos tres municipios contrasta con 46.07% de la población económicamente activa nacional que recibe ingresos mayores a los 2 salarios mínimos.

**Índice de desempleo**

La Tasa de Desempleo Abierto (TDA), que representa la proporción de la PEA que está desocupada, ha disminuido en los últimos 30 años, tanto para el estado de Guerrero, como para la zona de estudio.

En el caso del estado de Guerrero la TDA pasó de 2.68% en 1970 a 2.24% en el año 2000. Sólo dos municipios, Chilapa de Álvarez y Ayutla de los Libres, mostraron ligeros incrementos en el desempleo abierto: el primero pasó de 1.54% a 1.60%, mientras que el segundo pasó de 1.03% a 1.39% en el mismo periodo.

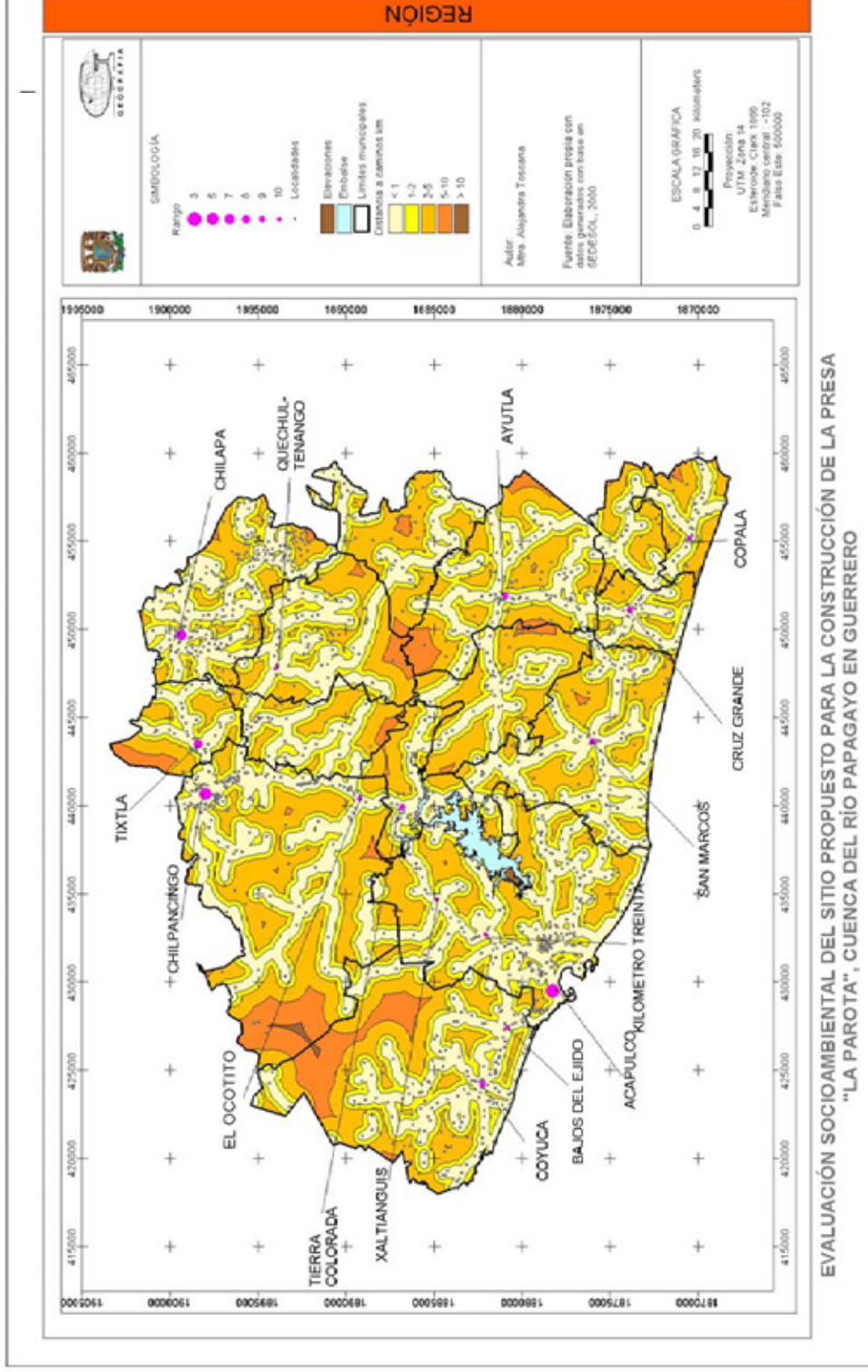
Los grandes desequilibrios económicos dentro del país ocasionan que los costos de la crisis impacten de manera más profunda en las regiones más pobres del país. Como ejemplo de ello, en 1990, casos como Quechultenango (12.69%), Florencio Villarreal (7.88%), San Marcos (6.90%), Chilapa (6.02%) y Juan R. Escudero (5.55%) fueron los municipios que mayor crecimiento tuvieron en la tasa de desempleo (cuadro A.X.2.22 anexo estadístico AASE). Esta situación contrasta con la tasa del estado de Guerrero que fue de 3.95%. Cabe mencionar que en estos municipios es mucho mayor la proporción de población rural y en donde el índice de dependencia económica es más alto.



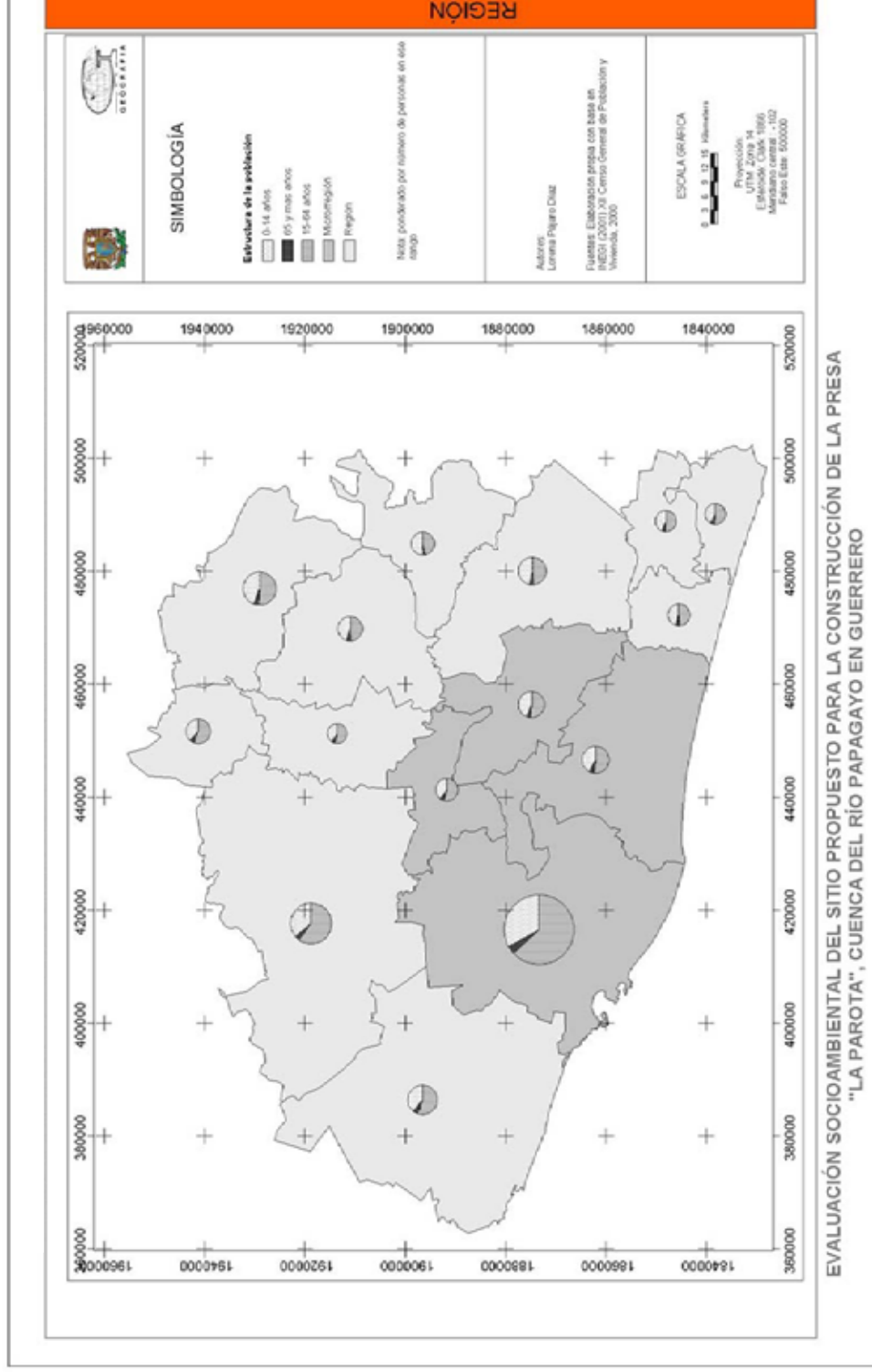
### **Relación oferta-demanda**

Para el análisis de la oferta y demanda de empleo, debe considerarse el contingente de la población económicamente activa en cada municipio, por esta razón, los municipios en donde hubo las diferencias mayores entre oferta y demanda de empleo, también presentaron las mayores cantidades de PEA. No obstante, en 1970, Copala no pudo satisfacer a 5.94% de su PEA demandante de empleo, San Marcos a 3.52% y Mochitlán a 3.24%. En 1980 se registraron tasas de desempleo notablemente bajas y solamente Juan R. Escudero tuvo el mayor déficit de cobertura de demanda de empleo de tan sólo 1.05%. Para 1990 se observaron considerables carencias en la cobertura de la PEA demandante de empleo; Quechultenango no cubrió una demanda de 600 empleos que representó 12.69% del total de su PEA; en el mismo año en el municipio de Florencio Villarreal 7.88% de su PEA no contaba con empleo y San Marcos tuvo una carencia de 6.90% en su oferta de empleo. Ya para el año 2000, la información captada por el censo mostró altas coberturas en la demanda de empleo, el mayor déficit de empleos se ubicó en Mochitlán con 1.92% (cuadro A.X.2.23 y gráficas A.X.2.6 a la A.X.2.9 anexo estadístico AASE).

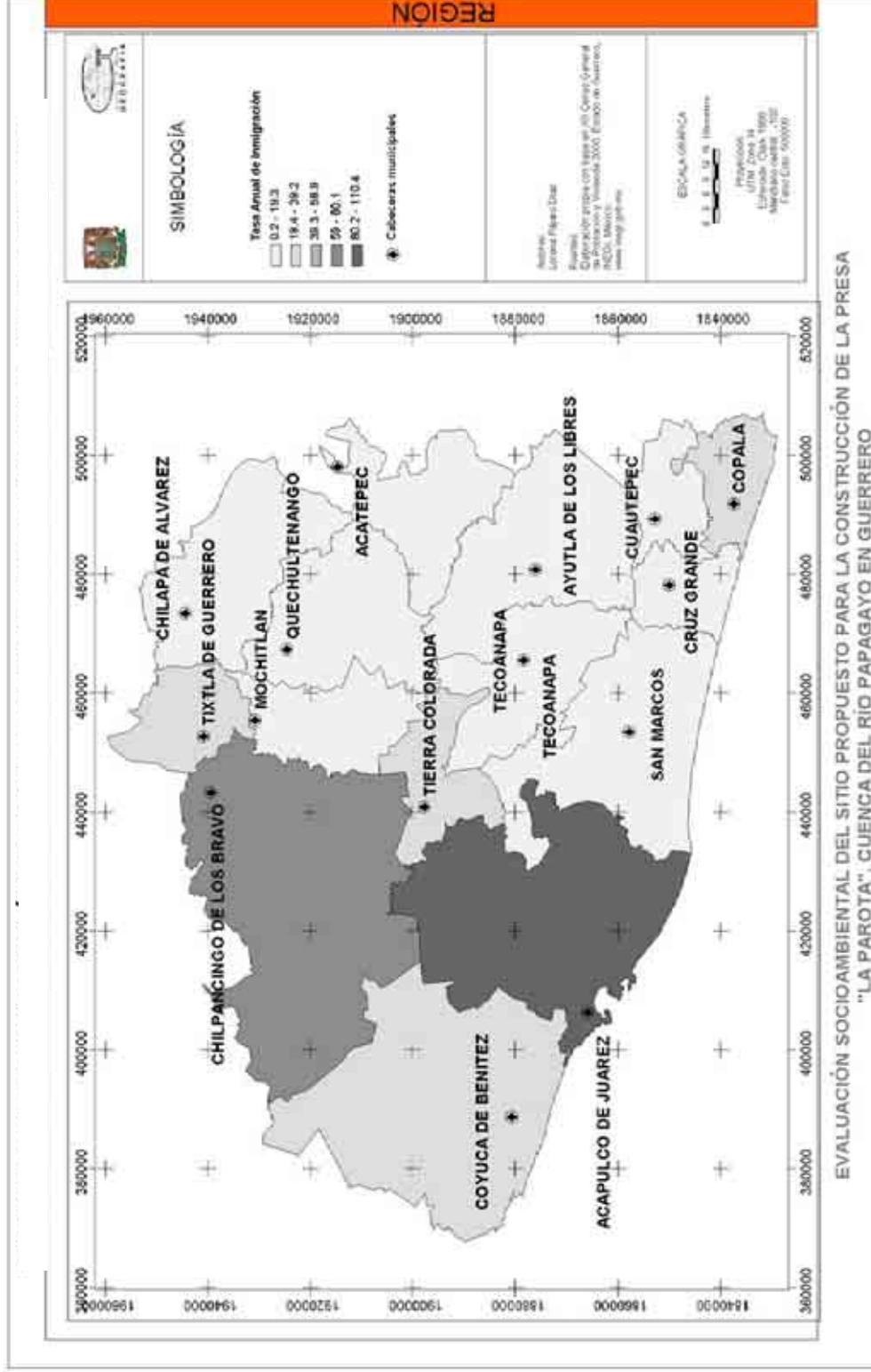
Mapa SU 1. Distribución espacial de las localidades y su distancia a las vías de comunicación



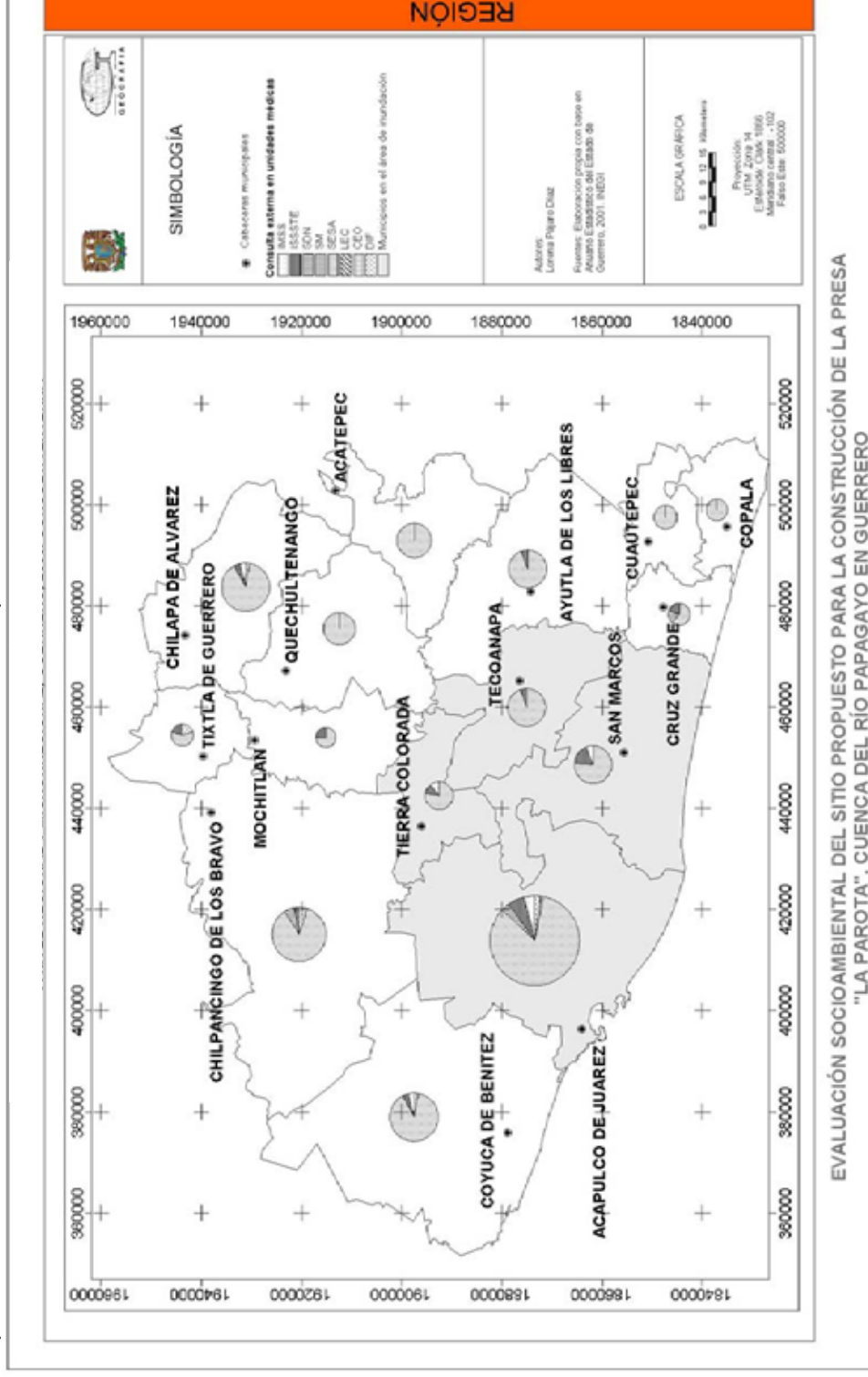
Mapa DM 1. Estructura de edades, 2000



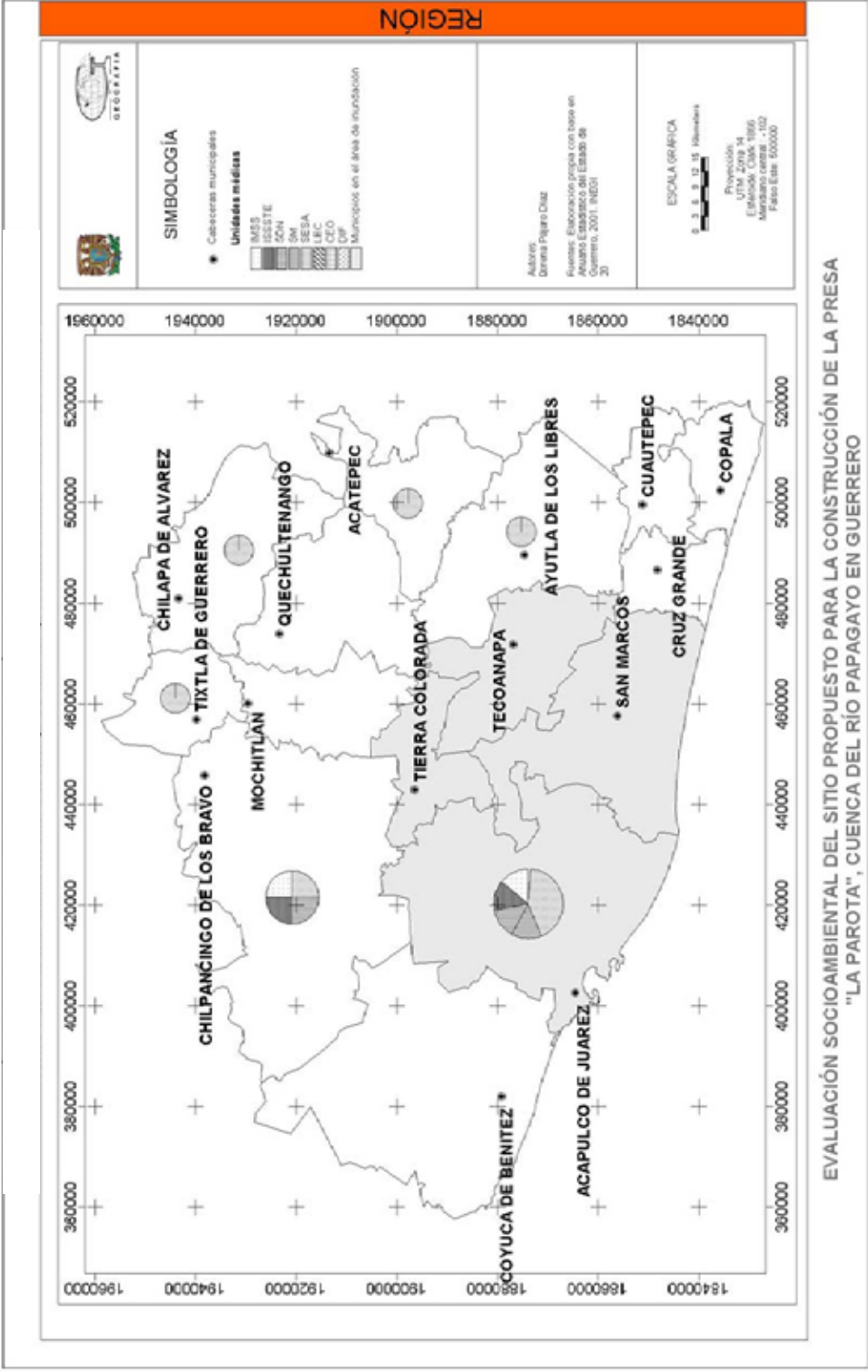
Mapa ES 1 Tasa anual de inmigración, 2000



Mapa IS 1. Unidades médicas de consulta externa de las instituciones públicas del Sector Salud, 2000.

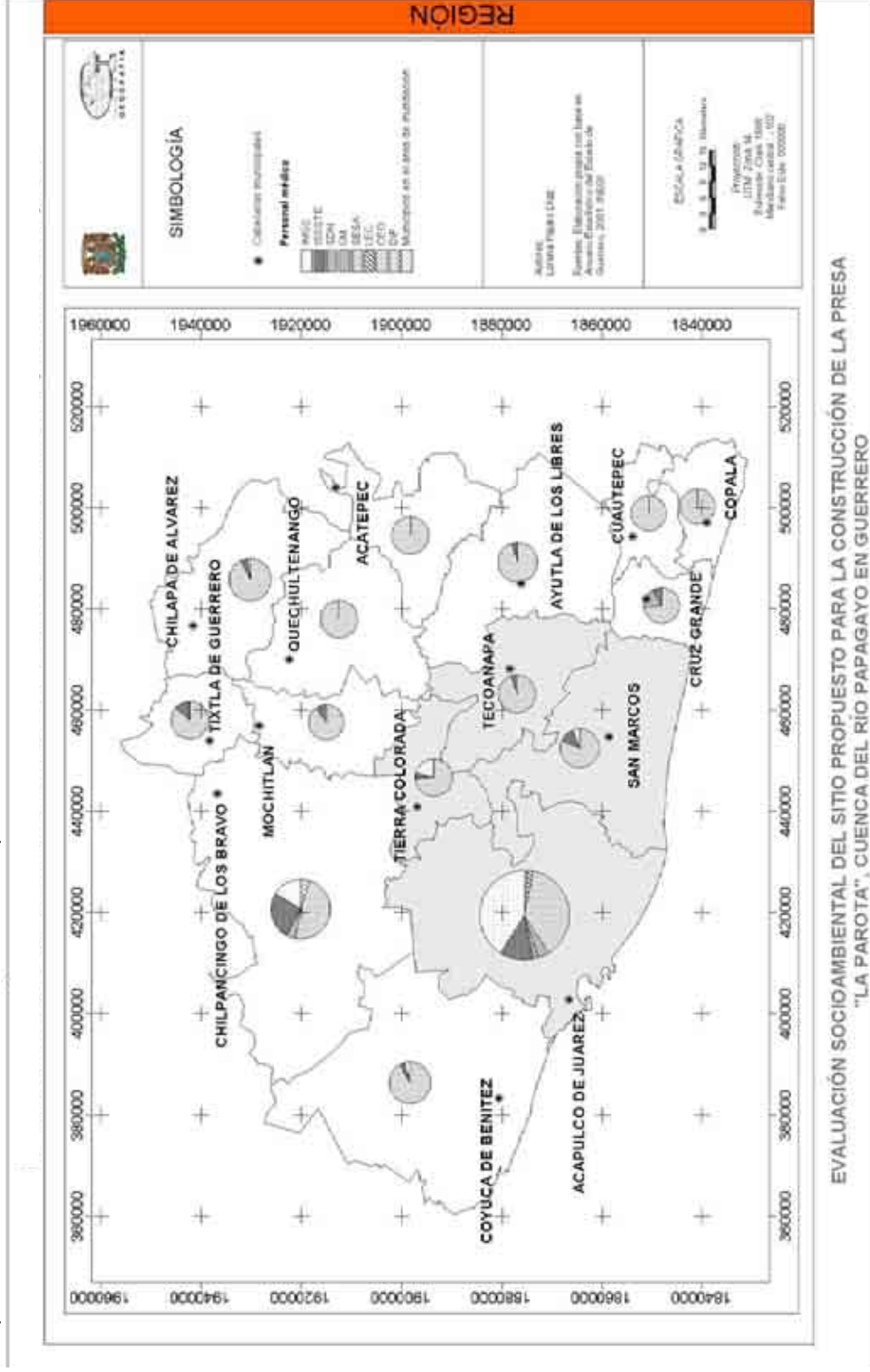


Mapa IS 2. Unidades de hospitalización general de las instituciones públicas del sector salud, 2000.

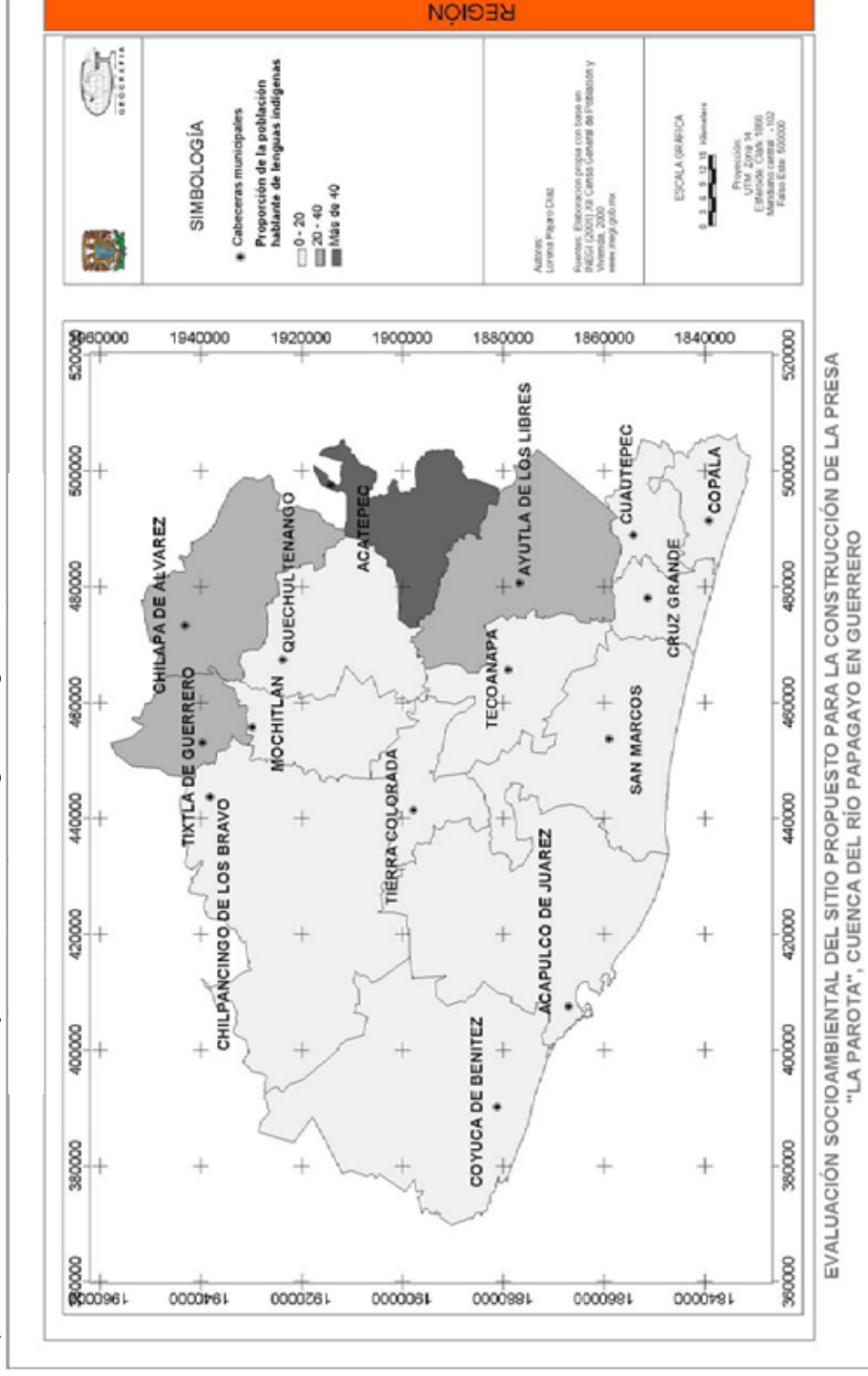




Mapa IS 3. Personal médico de las instituciones públicas del sector salud, 2000.



Mapa LI 1. Población de 5 años y más hablante de lenguas indígenas, 2000





## Resumen Contexto regional

Los 15 municipios de la región de estudio se encuentran divididos en cinco (5) regiones económicas del estado (Acapulco, Centro, Costa Chica, Costa Grande y Montaña) lo que hace necesario una especial coordinación gubernamental para atender la problemática generada por la eventual construcción de la presa.

De las 1,200 localidades sólo 15 son ciudades principales; el resto tienen poca población y ofrecen muy pocos servicios. En su mayoría, se localizan cerca de las principales vías de comunicación.

La tercera parte de la región no cuenta con ningún tipo de caminos y la mitad tiene muy baja densidad de caminos, por lo que existe un fuerte problema de comunicación por vías terrestres. Aunque la autopista pasa cerca de la zona del embalse, por el papel interregional que juega, no tiene efectos directos sobre la zona de estudio. Sus características técnicas (acceso controlado y de peaje) inciden negativamente sobre las interacciones socioeconómicas de la región. En cambio, la carretera libre que podría jugar ese papel, pasa relativamente lejos de las comunidades cercanas al embalse.

La población regional aumentó 150% entre 1970 y 2000, de 563 mil habitantes a 1,4 millones. Sin embargo el ritmo de crecimiento disminuyó de 4.1% entre 1970-1980 a 2.3% para 1990-2000, superiores a las estatales. Acapulco es la ciudad más importante de la región y presenta características urbanas superiores a la media. Destaca también la ciudad de Tierra Colorada en Juan R. Escudero, ya que se ubica sobre la principal vía de comunicación de la región, entre Acapulco y Chilpancingo.

En las cabeceras municipales y en las ciudades más importantes se concentran las mejores características de la vivienda así como la disponibilidad de servicios en detrimento de la mayor parte del resto de las localidades. Excepto Acapulco, en todos los municipios de la región faltan instrumentos de planeación, observándose un crecimiento urbano desordenado, deterioro del suelo, contaminación de los cuerpos de agua, asentamientos humanos irregulares y falta de servicios. En donde ha habido planeación, los planes no se siguen. En todas las ciudades en estudio existen asentamientos dispersos en las periferias, lo que ha encarecido y dificultado la dotación de los servicios e infraestructura.

Es común observar viviendas carentes de cimentación y con una estructura sumamente frágil. Los suelos son de tierra; los muros poco firmes (vara, chiname, adobe o bajareque); el techo de palapa, guano o teja de barro. Adicionalmente, se presentan los siguientes problemas: preparación de alimentos en zonas de dormir, elementos para cocinar o fogón a nivel del piso, carencia de ventanas o elementos de ventilación adecuados, y alta vulnerabilidad a fenómenos físicos: fenómenos hidrometeorológicos, inundaciones y sismos.

En cuanto a diversidad lingüística son cuatro (4) las lenguas predominantes distribuidas territorialmente en los diversos municipios de la región. Los hablantes de náhuatl con 45 mil hablantes, se localizan principalmente en el centro norte de la región; los de tlapaneco con 28 mil habitantes y cuya área ancestral es en el oriente; los de mixteco con 16 mil y los de amuzgo con 1 mil personas en el sureste de la región.

En relación con la sensibilidad social, hay antecedentes de resistencia, movilización o inconformidad frente a la construcción de proyectos de infraestructura en el Estado. También se detectó una presencia y articulación creciente de movimientos sociales y grupos ecologistas, de Derechos Humanos, de productores del campo, opositores al Plan Puebla Panamá, etc. con presencia regional y/o nacional. Estos han logrado antes insertarse como actores políticos para mediar y/o asesorar a las comunidades. Algunos de estos grupos son la Organización Campesina de la Sierra del Sur (OCSS), Los Campesinos Marginados y el Consejo Supremo de los Campesinos del Filo Mayor, así como el Consejo de Pueblos Nahuas del Alto Balsas (CPNAB) que surgió de la resistencia a la construcción de la Presa de San Juan Tetelcingo, asociada al Consejo Guerrerense 500 años de Resistencia, fundada el 14 de septiembre de 1991.

Referente al rubro económico, la “terciarización” de la PEA en los últimos 30 años ha sido más marcada que la nacional y la del estado al pasar de 35% a 62%, mientras del sector primario disminuyó de 50% a 18%. Simultáneamente, se incrementó el peso económico de Acapulco al pasar de 19% a 30% del total de la PEA de Guerrero. Aunque en el resto de los municipios también ha aumentado la ocupación terciaria y disminuido en el primario, muchos de ellos siguen siendo eminentemente agrícolas.

Las actividades del sector primario tuvieron el ingreso *per cápita* más bajo con 0.56 SM pero con la mayor cantidad de trabajadores ocupados. La actividad del sector primario permaneció en 2000 como la única en donde el número de trabajadores sin pago superaba a quienes percibían ingresos con el 57% sin ingresos.

Por el contrario, la Tasa de Desempleo Abierto (TDA), que representa la proporción de la PEA que está desocupada, disminuyó en los últimos 30 años, tanto para el estado de Guerrero, como para la zona de estudio.

## Contexto Microregional

### Distribución y ubicación de núcleos de población cercanos al proyecto y de su área de influencia

En el municipio de Acapulco, se registran 272 localidades de las cuales 98.9% son rurales (menos de 5000 habitantes), localidades que albergan a 12.4% de la población total del municipio; existen dos localidades mixtas rurales con 1.7% de la población, una es Xaltianguis con 6 595 personas y la otra es Kilómetro Treinta con 5968 personas. Existe también una localidad urbana que aglutina 86% de la población municipal y que corresponde a Acapulco de Juárez, con 620 656 habitantes (Mapa UA 1. Ver al final de la Sección “Ámbito Microregional”).

Cuadro DM 1. Población y localidades, 2000.

Clave	Microregión municipios de estudio	Rural		Mixta rural		Mixta urbana		Urbana	
		pob %	loc %	pob %	loc %	pob %	loc %	pob %	loc %
	Microregión	22.1	99.1	2.7	0.6	1.4	0.2	75.4	0.2
12001	Acapulco de Juárez	12.4	98.9	1.7	0.7	0.0	0.0	85.9	0.4
12039	Juan R. Escudero	55.9	98.1	44.1	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
12053	San Marcos	76.1	100.0	0.0	0.0	23.9	0.0	0.0	0.0
12056	Tecoanapa	100.0	99.3	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0

Localidades rurales: menores de 5000 habitantes

Localidades mixtas rurales: entre 5001 y 10000 habitantes

Localidades mixtas urbanas: entre 10001 y 15000 habitantes.

Localidades urbanas: 15 000 habitantes y más

Fuente: INEGI (2001). *XII Censo General de Población y Vivienda, 2000. Estado de Guerrero.*

Los municipios de San Marcos y Tecoanapa, registran 100% y 99% de localidades rurales respectivamente en 2000. Con respecto a Acapulco de Juárez la población rural es más significativa, ya que ésta representa 76% y 100% respectivamente. En San Marcos hay una localidad mixta urbana con 11 679 habitantes y en Tecoanapa sólo se registran localidades rurales donde destaca la cabecera municipal con 3 496 personas, Huamuchapa 2 504 habitantes y Xalpatlahuac con 3 663 habitantes.

En el municipio de Juan R. Escudero, 98% de las localidades son rurales, pero en este caso sólo 56% de la población es rural. Existe una localidad mixta rural que es Tierra Colorada con 9 704 habitantes

El patrón de distribución de la población tiene un mayor peso en una sola localidad urbana en proporciones que varían de 56.5 en 1970 a 72 en 2000, advirtiéndose un incremento de población de 26%. Le sigue en importancia la población rural con 40% en 1970 a 22% en 2000 (Cuadro DM 1).

Los municipios de la *margen izquierda* de la presa, en particular, Tecoanapa y San Marcos, son los que presentaron una mayor dispersión. Esto significa que, de no tomarse medidas de planeación pertinentes, la construcción de la presa dificultará la articulación de esas localidades con el resto del sistema urbano, reforzando su *nivel de dispersión*.

### Tipo de centro de población

En la microregión de estudio se han identificado sólo cuatro localidades con algún rango jerárquico importante: una (1) localidad de rango 3 (Acapulco), dos de rango 10 (Kilómetro 30 y Xaltianguis) y una (1) de rango 9 en la parte norte del embalse (Tierra Colorada).

### Equipamiento

En términos generales la microregión conserva las tendencias observadas en la región de estudio; de acuerdo con lo cual, las localidades que se encuentran en la margen izquierda del río Papagayo son las menos privilegiadas en términos de urbanización y características de la vivienda. En estas localidades existen carencias de todo tipo, en ambas márgenes, aunque en términos relativos, Acapulco es la localidad que presenta mejores características en cuanto a urbanización, servicios, equipamiento y características de la vivienda.

De acuerdo con la información proporcionada por los gobiernos municipales, las cabeceras de los municipios de Acapulco, San Marcos y Tecoaapa tienen reservas destinadas al crecimiento urbano, sin embargo, no tienen la capacidad para dotar de servicios e infraestructura a la población existente y a la que se espera en los próximos años. Por otro lado, estos municipios, como el resto de los de la región, han carecido de una planeación efectiva que encauce el crecimiento y desarrollo urbano. Los planes urbanos son anticuados y superficiales. Juan R. Escudero no tiene plan.

Con base en estos cálculos se observa que, para 1970 hay un déficit de vivienda muy marcado en los cuatro municipios de la microregión (Acapulco, Juan R. Escudero, Tecoaapa y San Marcos). En 1990 el déficit disminuye, la demanda de vivienda es menor en el municipio de Acapulco, principalmente, así como en el de Coyuca de Benítez. San Marcos, Juan R. Escudero y Mochitlán logran alcanzar un equilibrio entre la oferta y la demanda. El resto de los municipios de la región siguen con déficit.

Cuadro UA 1. Disponibilidad de servicios públicos por municipio

Municipio	Datos	Agua	Drenaje y alcantarillado	Residuos Sólidos
Acapulco	1998	parcial	parcial	parcial
Juan R. Escudero	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
San Marcos	2002	parcial	30%	parcial
Tecoaapa	1980	parcial	n.d.	n.d.

Fuente:Elaboración propia con base en los datos aportados por los municipios.

n.d.: no hay datos

En el 2000, disminuye en gran medida la demanda, Acapulco y Chilpancingo se encuentran muy por debajo de la media estatal.

En San Marcos también disminuye la demanda; Juan R. Escudero se conserva equilibrado y sólo en Tecoaapa se presenta un déficit de viviendas (mapa SU XXVII del Anexo Cartográfico).

### Demografía

La población microregional asciende a 836 403 habitantes que representan 59.5% de la población regional, así como una tasa de crecimiento de 1.9%, inferior a la registrada para la región en el periodo 1990-2000.

El municipio con mayor población es Acapulco de Juárez con 722,499 personas en 2000, y una tasa de crecimiento medio anual de 2.0%, inferior a la registrada para la región de estudio, pero superior a la estatal (Cuadro DM 2).

Cuadro DM 2. Microregión. Población y tasa de crecimiento, 1970-2000.

Área	Población total			Tasa de crecimiento	
	1970	1990	2000	1970-1990	1990-2000
Microregión	308,882	693,229	836,403	4.1	1.9
% (a)	54.8	61.7	59.5		

(a) Los porcentajes de superficie de la microrregión se calcularon respecto a la región de estudio.

(Fuente: CONAPO (1994). *La población de los municipios de México 1950-1990*. CONAPO, Secretaría de Gobernación, pag 20-21.

INEGI (2001). *XII Censo General de Población y Vivienda, 2000*. Estado de Guerrero.

### Edad y sexo

El comportamiento de la estructura de la población de los tres grandes grupos de edad es semejante al comportamiento regional, aunque los cambios son menos drásticos, influidos básicamente por los generados en la estructura de la población del municipio de Acapulco (Mapas ES I y II Estructura poblacional a nivel regional y microregional, 1970 y 2000 del anexo cartográfico).

De 1970 - al 2000 hay un descenso del grupo de jóvenes (47 y 34.6%) respectivamente y hay un aumento significativo del grupo de adultos (50.4 y 61.0%) para el periodo de estudio. Por otra parte, el grupo de adultos mayores (2.6 y 4.4%), es un grupo menos significativo. Este último grupo, presenta una tendencia creciente, siendo el municipio de Acapulco el que presenta la cifra más reducida de 3.0% para el periodo 2000.

Cuadro DM 3. Estructura de edades de la población microregional, 1970-2000

Grupos de edad	0-14 años			15-64 años			65 años y más		
	1970	1990	2000	1970	1990	2000	1970	1990	2000
MUNICIPIOS									
<b>Microregión</b>	<b>47.0</b>	<b>39.1</b>	<b>34.6</b>	<b>50.4</b>	<b>57.8</b>	<b>61.0</b>	<b>2.6</b>	<b>3.1</b>	<b>4.4</b>
Acapulco de	46.0	37.9	33.2	51.7	59.1	62.5	2.3	3.0	4.3

Cuadro DM 3. Estructura de edades de la población microregional, 1970-2000

Juárez									
Juan R. Escudero	48.9	43.7	40.4	47.3	51.9	54.1	3.7	4.4	5.5
San Marcos	51.3	46.5	42.5	45.3	49.4	51.8	3.4	4.1	5.7
Tecoanapa	49.9	47.4	44.5	46.4	49.0	50.8	3.7	3.6	4.7

Fuente: Censos de Población, 1970, 1990 y 2000.

### Migración

El patrón migratorio estatal se reproduce en la microregión, aunque con variaciones significativas en el período considerado. En función de factores locales, presentan patrones inmigratorios distintos influidos principalmente por la atracción de su localización y acceso o comunicaciones y distancia, sin olvidar la expectativa generada por la riqueza territorial, hasta ahora concentrada en algunos sitios de alto desarrollo económico, como Acapulco.

Para 1970, se observa una diversidad de preferencias de los inmigrantes. En los municipios de la microregión, las personas provienen, en el caso de Acapulco, de Oaxaca (19.5%), Distrito Federal (17.8%) y el Estado de México (14.9%); en el caso de Juan R. Escudero provienen de Michoacán (18.1%), Morelos (13%) y el Distrito Federal (11%); en San Marcos los inmigrantes son de Oaxaca (36.1%) y Distrito Federal (8.2%), por último, en Tecoanapa vienen del Estado de México (37.5%), Distrito Federal (20.8%) y de Oaxaca (10.4%) (Cuadro DM 4).

Cuadro DM 4. Entidades federativas con mayor flujo de inmigrantes a la microregión, 1970-2000.

Escala de análisis/entidades	1970			2000		
	Distrito Federal, Edo. de México., Michoacán, Oaxaca	Jalisco, Morelos, Puebla, Veracruz	Otras	Distrito Federal, Edo. de México., Michoacán, Oaxaca	Jalisco, Morelos, Puebla, Veracruz	Otras
Microregión	60.9%	18.6%	20.4%	64.1%	18.7%	17.1%

Fuente: Censos de población 1970-2000

En 2000, se detectan cambios en las diferencias de la movilidad territorial de la población. En el caso de Acapulco, sólo dos entidades aportan los mayores volúmenes de población: el Distrito Federal (28.9%) y Oaxaca (22.9%); para Juan R. Escudero, el Estado de México (21.5%); Distrito Federal (20.6%) y Michoacán (15.7%); para San Marcos, el Distrito Federal (30%) y para Oaxaca (21.2%) y, por último, Tecoanapa, Distrito Federal (22.6%), el Estado de México, (23.1%) y Oaxaca (11.5%) (Cuadro DM 4).

Para el periodo 1970-2000, las principales corrientes inmigratorias hacia Acapulco han aumentado en 10.4%, proveniente del Distrito Federal y del Estado de México disminuyó en 8.5%, mientras que la de Oaxaca ha sido la menos intensa, con sólo 3.4%. En el caso de Juan R. Escudero, las tres principales corrientes provenientes del Distrito Federal,

Michoacán y Morelos registran una variación importante. El primero, aumenta en 9.6%, ahora se presenta como significativo el Estado de México, con 21.5%, un aumento de 12.1%. Michoacán disminuye en un 2.4% y Morelos que anteriormente fue de 13%, ha disminuido en 7.2%. En San Marcos, la corriente migratoria del Distrito Federal ha aumentado en 21.8%, de Oaxaca reduce su monto en 14.9%. Finalmente, en Tecoaapa la corriente migratoria procedente del Distrito Federal aumenta sólo 4.5%, la que proviene del Estado de México disminuyó en 14.4% y, la registrada desde Oaxaca, aumenta solamente 1.1%.

Cuadro DM 5. Tasa Anual de Inmigración, 1970 y 2000

Escala de análisis	Periodos	
	1970	2000
Microregión	86.8	82.2

Fuente: Censos de población. Estado de Guerrero, 1970-2000

La microregión tampoco se aleja del patrón emigratorio de la entidad. A través de las tasas de crecimiento, se advierte una disminución de 3.5% a 2.3% (1970-1990 y 1990-2000).

En la escala municipal, lo significativo ha sido también una disminución para el mismo lapso de 4.1 a 1.9%. Los municipios de Acapulco, Juan R. Escudero y San Marcos marcan en sus tasas de crecimiento un descenso que señala la posibilidad de una emigración en los periodos considerados en este informe.

Respecto a la tasa de inmigración del periodo 1970 a 2000, en la microregión destacan Acapulco y Juan R. Escudero con los valores más significativos y San Marcos y Tecoaapa con valores entre 13 y 12.1%. No obstante lo anterior, se advierte que en el periodo analizado las corrientes más significativas hacia la microregión son principalmente del Distrito Federal y del Estado de Oaxaca, en el primero con un aumento de 10.4%, y, en el segundo, de 3.2%.

### ***Tipos de organizaciones sociales predominantes***

Varios comités o agrupaciones se han formado a partir de problemáticas ambientales, como el comité del Parque Papagayo, el comité de Arenas Blancas y Aguas Cristalinas, el Patronato Pro Bahías de Acapulco y la Asociación Ecológica y Pro Defensa Isla de la Roqueta, A.C.

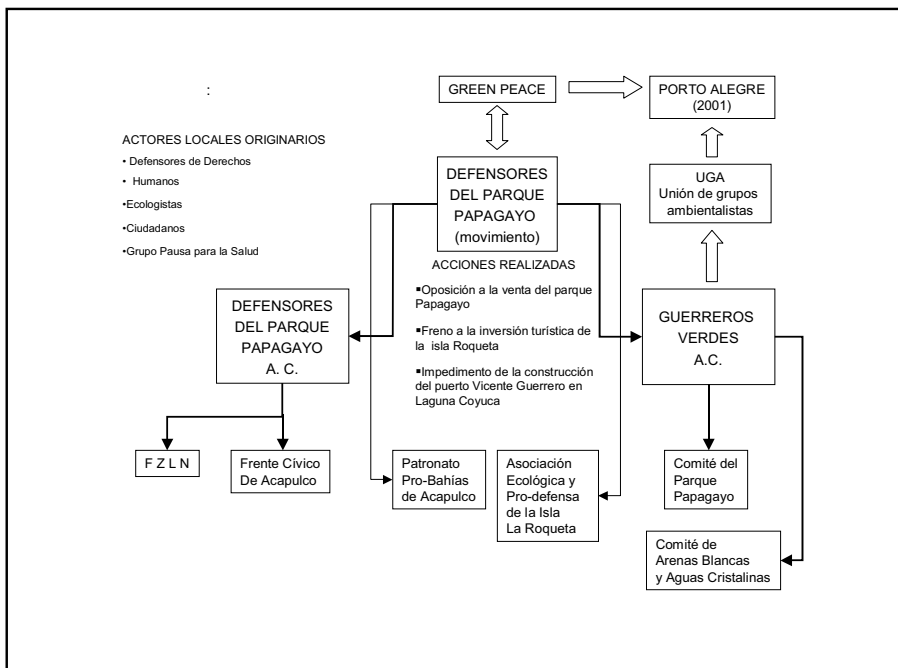
La creación de cada uno de estos comités depende de la problemática en particular, pero cuentan con el respaldo y la asesoría de Guerreros Verdes, de ecologistas y de investigadores en estos temas, además reciben apoyo jurídico a través de abogados y asisten a eventos, foros y conferencias de ecologistas internacionales que provienen de Alemania, Colombia, los Estados Unidos y también están relacionados con El Grupo de los Cien y con el Partido Verde de Gran Bretaña.

Los integrantes de la asociación Civil Guerreros Verdes se reúne cada año en el Puerto de Acapulco. También hubo un sector del movimiento ecologista que tomó posiciones de corte más político, también vinculado con problemas ambientalistas, como son el Frente Zapatista de Liberación Nacional y el Frente Cívico Acapulqueño.

De las distintas asociaciones y/o agrupaciones ambientalistas que se localizan en Acapulco, varias de ellas pertenecen a la **Unión de Grupos Ambientalistas**, Instituciones de Asociación Privada (Guerreros Verdes, Asociación ecológica y pro defensa de la Roqueta y Patronato Pro Bahías de Acapulco), con una antigüedad de 10 años y en la que participan 75 grupos en toda la República Mexicana. Esta unión de organizaciones ambientalistas cuentan con presencia a nivel internacional, motivado por sus trabajos en análisis de las relaciones comerciales trilaterales entre Estado Unidos, Canadá y México, en donde se han interpuesto amparos legales por la desregularización ambiental.

También se localiza el Frente de Rescate de Acapulco Tradicional (FRAC), con una presencia mínima en el puerto. Todo ello muestra una gran complejidad de los activistas ambientales o ecologistas en el puerto de Acapulco en los últimos once años.

Figura CP 1. Actores locales ambientalistas



**Vivienda**

En cuanto a la disponibilidad de servicios básicos, actualmente es de Muy Mala a Mala, en especial en las localidades del sur de la microregión. En el caso del municipio de Acapulco es claro que ha habido una concentración de dotación de servicios en la cabecera municipal a costa del resto del municipio, en donde predominan la disponibilidad de Muy Mala a Mala, a excepción de algunas localidades cercanas a la autopista México-Acapulco (mapa SU XXII de disponibilidad de servicios básicos en la microregión, Anexo cartográfico).

En la zona de estudio 40% de las viviendas son construidas con materiales propios de la región y están expuestas al intemperismo, erosión y a la amenaza constante de los fenómenos hidrometeorológicos; así como a una falta de adecuación sanitaria que



incrementa la posibilidades de enfermedades infecciosas, ya que sólo un 30% cuenta con drenaje y un 30% de las viviendas no tienen agua entubada Guzmán (1991:24).

### **Oferta y demanda de vivienda**

A nivel localidad, en la microregión, se observa que hay una cantidad importante de localidades en las que el promedio de habitantes por vivienda es mayor de 9, principalmente en las localidades muy cercanas a la zona metropolitana de Acapulco, lo que indica hacinamiento (mapa SU XXIII Habitantes por vivienda en la microregión, Anexo Cartográfico).

En lo que se refiere a la oferta y demanda de vivienda se observa que en la mayor parte de las localidades de la microregión presentan un equilibrio (mapa SU XXVII de oferta y demanda de vivienda por localidad, 2000, Anexo cartográfico).

### **Urbanización. Vías y medios de comunicación**

A escala microregional, la red vial está representada por un total de 921.7 km de caminos de los cuales las terracerías representan 45.4%, las pavimentadas 41.3% y el resto corresponde a las brechas, 13.3%. La distribución de la red en términos municipales está altamente concentrada en el municipio de Acapulco, con una superficie que representa 42.8% del área afectada, donde habita 86.4% de los habitantes, mismos que tienen para sus servicios de transporte 51.8% de toda la longitud vial. Por esta razón, es en este municipio donde se registran los promedios de densidad más altos dentro de la zona de afectación (280 m de caminos por km cuadrado) pero también, donde la población ejerce mayor presión sobre la red vial (0.661 km por cada 1000 habitantes)<sup>1</sup> (Mapa Anexo SV I).

La alta concentración que se registra en el municipio de Acapulco expresa, al mismo tiempo, los bajos niveles de desarrollo y la pobre infraestructura vial con que cuentan los otros tres municipios del ámbito microregional. De los 921.7 km de carreteras, la mitad (51.8%) se localiza en el municipio de Acapulco y la otra mitad se distribuye diferencialmente entre los tres municipios restantes (28.3% en San Marcos, 10% en Tecoaapa y 9.9% en Juan R. Escudero).

Cuando se analiza la red a escala municipal considerando los distintos tipos de camino, se advierte que: en Acapulco los caminos pavimentados representan 48% de su red, le siguen en importancia las terracerías (42.3%) y en último lugar las brechas (9.7%). Aunque el municipio de Juan R. Escudero también registra un alto porcentaje de caminos pavimentados (55% de su red) y de terracerías (40.9%) con sólo 4.1% de brechas, hay que recordar que la longitud total de su red, su superficie y la población que habita en dicho municipio apenas representan respectivamente 9.9%, 10.2% y 2.6% del total considerado en el área de afectación.

En Tecoaapa y San Marcos las terracerías alcanzan los máximos valores dentro del ámbito microregional (55% y 49% respectivamente) los caminos pavimentados le siguen en importancia (31.2% y 27.8% respectivamente) pero, las brechas también alcanzan en estos municipios los mayores porcentajes de participación (13.5% y 23.2%) Por lo tanto, es en estos dos municipios donde se registran las densidades viales más bajas dentro del

---

<sup>1</sup> Para el manejo de la información vial se utilizó la cartografía digital de INEGI escala 1: 250 000. Los mapas se pueden consultar en el Anexo Estadístico y Cartográfico.

ámbito microregional: 134 y 221 m de caminos por kilómetro cuadrado y como ya se indicó, la mayor parte de esos caminos son de bajas especificaciones técnicas.

El análisis de la cobertura territorial y demográfica de la red vial en el ámbito microregional (cuatro municipios) nos indica que: 67.5% del territorio se localiza entre los 0 y 2 km de distancia a la red carretera (incluyendo pavimentadas, terracerías y brechas) en esa superficie se localiza 87.7% de las localidades y habita 24.8% de la población (Mapa Anexo SV II Densidad vial), entre 2 y 5 km de distancia a la red vial se encuentra 30.3% de la superficie considerada, y ahí se localiza 11.3% de las localidades donde se concentra 75% de la población, a más de 5 km de distancia sólo se encuentra 2.2% del territorio, donde se ubica 1.0% de las localidades con 0.2% de los habitantes.

Al igual que en el ámbito regional, en la microregión las localidades y la población se ha ido concentrando a lo largo de la infraestructura vial. Sin embargo, el Índice de Densidad Vial muestra nuevamente que la situación no es tan homogénea ya que: los ejes carreteros que van de Chilpancingo a Acapulco (carretera libre y autopista), incrementan los rangos de densidad de los municipios del ámbito microregional que cuentan con estas vías de comunicación mientras que, los del poniente tienen los valores de densidad más bajos (Anexo Mapa SV II Densidad vial del anexo cartográfico).

Al aplicar una malla de 2 km por 2 km cuadrados, para obtener mayor precisión en el análisis de la densidad vial, resulta que 63.1% del ámbito microregional, con 39.4% de las localidades y 79.3% de la población, tiene serios problemas para su comunicación (porque no cuenta con caminos o porque su densidad es la más baja dentro de la zona estudiada. Sólo el resto podría decirse que se encuentra relativamente bien comunicado (36.9% de la superficie, con 60.6% de las localidades y 20.7% de la población) (Mapa SV VII del anexo cartográfico).

### Salud y seguridad social

Los servicios de asistencia social son proporcionados por la Secretaría de Salubridad en la consulta externa, en los municipios de Tecoaapa, San Marcos y Juan R. Escudero.

Cuadro IS 1. Unidades Médicas en Servicio de las Instituciones Públicas del Sector Salud por Nivel de Operación según Régimen e Institución, 2000

Escala de análisis	Total	Seguridad social				Asistencia social			
		IMSS	ISSSTE	SDN	SM	SESA ( C )	IEC	CEO	DIF
Microregión	144	7	12	4	1	117	1	1	1
De consulta externa	136	6	11	3	0	114	0	1	1
De hospitalización General	7	1	1	1	1	3	0	0	0
De hospitalización especializada	1	0	0	0	0	0	1	0	0

NOTA:(A) Incluye unidades médicas subrogadas. (B) Comprende un Centro de Rehabilitación y Educación Especial, dos Centros Regionales de rehabilitación integral una unidad médica de consulta externa y once unidades básicas de rehabilitación atendidas por auxiliares fisioterapeutas. ( C ) Para el caso de esta institución incluye unidades médicas móviles o itinerantes que otorgan servicios de consulta externa general y de especialidad.

FUENTE: (2001). Anuario Estadístico del Estado de Guerrero, 2001. INEGI, Gobierno del Estado de Guerrero, Salud, cuadro 5.7, p. 169-179.

En cuanto a los recursos humanos para la salud, al igual que en el ámbito regional, en la microregión se observa el predominio de los servicios de la Secretaría de Salud. Como ya se indicó, la mayor concentración se encuentra en el municipio de Acapulco de Juárez. De forma particular, en el área de inundación existe un valor similar de personal tanto de seguridad social (470) como de asistencia social (486), básicamente de la Secretaría de Salud e Instituto de Seguridad, Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (Cuadro IS 2, Mapa ES V del anexo cartográfico).

Cuadro IS 2. Personal Médico de las Instituciones Públicas del Sector Salud según Régimen e Institución, 2000

Escala de Análisis	TOTAL	SEGURIDAD SOCIAL				ASISTENCIA SOCIAL			
		IMSS	ISSSTE	SDN	SM	SESA	IEC	CEO	DIF
Microrregión	1194	470	139	23	42	486	18	13	3

Fuente: INEGI. 2001. Anuario estadístico del Estado de Guerrero. México.

## Educación

Para este rubro se han considerado solamente dos periodos 1990 y 2000, ya que para 1970 no existe información completa. El análisis comprende solamente tres municipios: Juan R. Escudero, San Marcos y Acapulco. Para el grupo de la población de 6 a 14 años, la población analfabeta y la que no asiste a la escuela disminuye y aumenta la que no sabe leer y escribir. En el municipio de Acapulco, disminuye la población analfabeta, aumenta ligeramente la población que no sabe leer y escribir y se presenta una disminución de la población que no asiste a la escuela. En el municipio de San Marcos también existe un aumento de la población analfabeta, se presenta un aumento de la población que no sabe leer y escribir y disminuye notablemente la población que no asiste a la escuela. Finalmente, en el municipio de Juan R. Escudero hay una disminución de la población analfabeta, un aumento de la población que no sabe leer y escribir y una disminución de la población que asiste a la escuela.

En la microregión, aumenta la población de 15 años o más analfabeta en números absolutos, aunque disminuye en términos relativos, con la excepción del municipio de San Marcos donde la población con primaria incompleta presenta un ligero ascenso. Existe una disminución de la población sin instrucción y con primaria incompleta.

## Presencia de grupos étnicos y religiosos

A la escala microregional, la religión y la lingüística presentan el mismo patrón que el ámbito regional. Las lenguas predominantes son el náhuatl, el mixteco, el tlapaneco y el amuzgo. Sin embargo hay que señalar que mientras las tres primeras son poco significativas, en el municipio de Copala, los hablantes de amuzgo llegan a representar 78%. En los municipios de religión y Juan R. Escudero, la lengua predominante es el náhuatl con 37.1 y 40%, respectivamente y en los de Tecoaapa y San Marcos hay de hablantes de mixteco, con 47.5 y 72.8%

En cuanto a grupos religiosos, se observa que los no católicos, cuentan en el centro sur del estado de Guerrero con una escasa presencia. Los habitantes que se manifestaron practicantes de una religión distinta a la católica son:

- En el municipio de Acapulco, una población mayor de cinco años: 624,841, de los cuales 539,533 se manifestaron católicos y 54,807 pertenecientes a algún otro culto (en su mayoría cristianos protestantes). Lo cual sitúa a la población no católica en cerca del 8%.
- En el municipio de San Marcos, una población mayor de cinco años: 42,132, de los cuales 39,774 se manifestaron católicos y 1,012 pertenecientes a algún otro culto (en su mayoría cristianos protestantes). Lo cual sitúa a la población no católica, en cerca del 2% del total.
- En el municipio de Juan R. Escudero, una población mayor de cinco años: 19,076, de los cuales 17,134 se manifestaron católicos y 1,294 pertenecientes a algún otro culto (en su mayoría cristianos protestantes). Lo cual sitúa a la población no católica, en cerca del 7% con respecto al total.
- En el municipio de Tecoaapa, una población mayor de cinco años: 36,735, de los cuales 33,735 se manifestaron católicos y 1,811 pertenecientes a algún otro culto (en su mayoría cristianos protestantes). Lo cual sitúa a la población no católica, en cerca del 5% con respecto al total.

### **Canasta básica**

Para 1990, en San Marcos únicamente 10% de su PEA ocupada podía adquirir la Canasta Básica (CB), para Juan R. Escudero 14% cubría el costo y Tecoaapa fue el municipio con la menor proporción de PEA cubriendo una CB, sólo 3%. En 2000, se consideró a todo el grupo de ingresos de 3 a 5 salarios mínimos aunque el costo de la CB era de 4.32 salarios mínimos del área A, no obstante como consecuencia de la generalizada y sistemática pérdida del poder adquisitivo del salario mínimo, sólo 18% de su PEA lograba adquirir una CB. En los demás municipios del área de estudio, pertenecientes al área C de salarios mínimos, era preciso ganar más de 5 salarios mínimos para acceder a una CB. En San Marcos y Tecoaapa sólo 2% de sus trabajadores remunerados podían comprar una CB. En el municipio de Juan R. Escudero 5% de su PEA ocupada lograba percibir ingresos para disponer de una CB. Para el año 2001, era indispensable contar con ingresos de 4.60 salarios mínimos del área A y 5.18 del área C para la adquisición de la CB.

### **Resumen**

La población de la microregión asciende a 836 mil habitantes (59.5% de la región) con una tasa de crecimiento de 1.9%. El municipio con mayor población es Acapulco de Juárez con 722 mil personas en 2000.

Sólo cuatro localidades tienen algún rango jerárquico importante: Acapulco de rango 3, Tierra Colorada, al norte del embalse, de rango 9 y dos localidades, Kilómetro 30 y Xaltianguis, de rango 10.

La microregión conserva las mismas tendencias observadas a escala regional. Las localidades de la margen izquierda del río Papagayo son las menos privilegiadas en cuanto a niveles de urbanización y características de la vivienda. Sin embargo, en ambas márgenes, se observan carencias de todo tipo en sus localidades. En términos relativos, Acapulco presenta mejores características en cuanto a urbanización, servicios, equipamiento y características de la vivienda.

El comportamiento de la estructura de la población de los tres grandes grupos de edad es semejante al comportamiento regional, aunque los cambios son menos drásticos, influidos básicamente por la estructura de la población del municipio de Acapulco

En cuanto a grupos formados a partir de problemáticas ambientales, se identificaron el comité del Parque Papagayo, el comité de Arenas Blancas y Aguas Cristalinas, el Patronato Pro Bahías de Acapulco, además de la asociación Civil Guerreros Verdes.

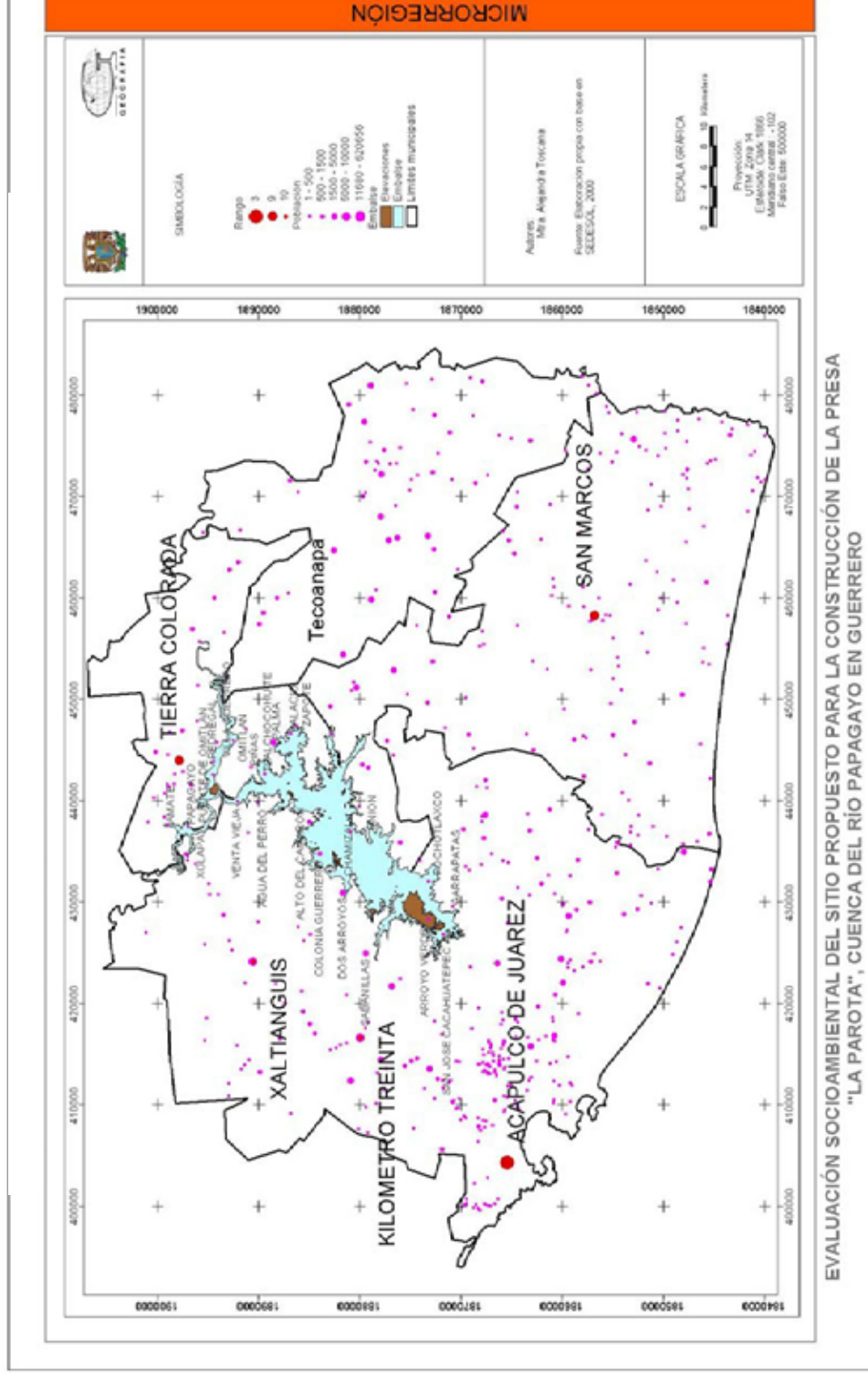
La disponibilidad de servicios básicos en las viviendas es Muy Mala y Mala, ya que sólo 30% cuenta con drenaje y 30% de no tienen agua entubada, particularmente al sur de la microregión. La mayoría (40%) de las viviendas se construyen con materiales de la región y están expuestas al intemperismo, erosión y a la amenaza constante de los fenómenos hidrometeorológicos; así como a una falta de adecuación sanitaria, lo que incrementa la incidencia de enfermedades infecciosas.

La red vial consta de 921.7 km de caminos de los cuales 45.4% es de terracería y 41.3% pavimentada; el resto (13.3%) corresponde a las brechas. La red está altamente concentrada (42.8%) en el municipio de Acapulco, donde habita 86.4% de los habitantes de la microregión, mismos que cuentan con 51.8% de toda la longitud vial para sus servicios de transporte.

En relación a los recursos humanos para la salud, en la microregión se observa el predominio de los servicios de la Secretaría de Salud, mientras que en Educación aumenta la población de 15 años o más analfabeta en números absolutos, aunque disminuye en términos relativos, con la excepción del municipio de San Marcos donde la población con primaria incompleta presenta un ligero ascenso.

A la escala microregional, la religión y la lingüística presentan el mismo patrón que el ámbito regional. Las lenguas predominantes son el náhuatl, el mixteco, el tlapaneco y el amuzgo. En cuanto a grupos religiosos, los no católicos cuentan en esta región con una escasa presencia.

Mapa UA 1. Microregión. Distribución y ubicación de localidades



## Área de Afectación Directa

### ***Número y densidad de habitantes por núcleo de población identificado***

La densidad en las localidades es de 43 habitantes por hectárea, con muy ligeras variaciones entre los asentamientos que serán totalmente inundados (39.9) o sólo parcialmente afectados (46.6).

Estas densidades son características de las áreas rurales. Se puede suponer una cierta correlación entre un mayor grado de consolidación y una mayor densidad, por ejemplo, en Colonia Guerrero, Papagayo y Plan Grande, mientras que las densidades más bajas corresponden a los poblados más pequeños y dispersos como La Ceiba, San José Cacahuatpec y Arroyo Verde.

En este estudio, la densidad urbana general se utiliza para obtener una primera aproximación a la superficie y población que será afectada por el embalse. Se trata de una estimación no definitiva que sólo puede ser establecida con estudios a detalle a una menor escala y que rebasan los alcances de este estudio. En este caso, dicha estimación servirá únicamente para definir la magnitud de la afectación que conllevaría el llenado del embalse y definir así el impacto respectivo.

En las 16 localidades que serán totalmente inundadas, según el censo del año 2000, habitaba un total de 2,488 habitantes sobre una superficie de *aproximadamente* 58.5 has, lo que arroja una densidad promedio de 39.9 hab/ ha.

Los ocho poblados que serán afectados parcialmente (La Palma, Xolapa, El Zapote, La Ceiba, Vista Hermosa, Plan Grande, El Palacio y Dos Arroyos), tienen una densidad de 46.6 hab/ha sobre una superficie aproximada de 91.4 has.

Del municipio de Acapulco de Juárez, se involucran 10 localidades con aproximadamente 1526 habitantes y 319 viviendas. De Juan R. Escudero igual número de localidades, con un estimado de 1279 habitantes y 266 viviendas y del municipio de San Marcos, 243 habitantes y 48 viviendas de cuatro comunidades

De las 24 localidades, siete son caseríos escasamente habitados o utilizados con fines de explotación económica y sólo dos de ellos (El Puente de Omitlán y El Pedregal tienen código de INEGI. (Cuadro Densidad de Población por localidad en el área de afectación directa)

**El Puente de Omitlán:** se trata de tres viviendas habitadas y dos negocios.

**El Pedregal:** se trata de una vivienda y está habitado permanentemente.

**El Guayabal:** se trata de un caserío habitado por 2 personas y una vivienda.

**Vista Hermosa:** hasta el Censo 2000 había siete viviendas y 38 personas. Los habitantes migraron a EUA y actualmente sólo quedan cuatro viviendas y veinte personas.

**Caserío 1 El Peregrino:** se le ha asignado este nombre de acuerdo con la descripción que hace Humboldt de este paraje al que se le conoce con ese nombre. Es una vivienda de material de desecho. No está habitado permanentemente y las personas se dedican a la extracción de derivados pétreos arena y grava.

**Caserío 2 Paso del Camarón:** se identificó con base en las imágenes de alta resolución compuesto por una sola vivienda, habitada temporalmente por una persona que vive en Altos del Camarón. Es una casa de material y adobe, sirve durante los periodos de siembra.

**Caserío 3 Balneario Agua Caliente.** Contiene instalaciones que la población de Dos Arroyos utiliza con fines recreativos, no está habitado aunque existe una vivienda construida.

Cabe señalar que se incluyó **Xolapa** como localidad parcialmente afectable, ya que existe afectación a un tramo de la carretera federal no. 95 que comunica con el área urbana del poblado. En este estudio, no se puede determinar si existe o no afectación de su área urbana, por lo que se deberán realizar estudios específicos para determinarlo.

En el área de afectación directa ninguna localidad ha alcanzado un rango jerárquico importante, debido a su bajo volumen de población y a que no cuentan con servicios o equipamiento de cobertura microregional. La carencia de servicios públicos, particularmente en la margen izquierda del embalse, puede agravarse con la construcción del proyecto debido a que, por su localización estratégica, la margen derecha tiene mejores condiciones para atraer los nuevos servicios, infraestructura y equipamiento, tanto de inversión pública como privada.



Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico "La Parota" Aspectos Socioeconómicos  
 Área de Afectación Directa

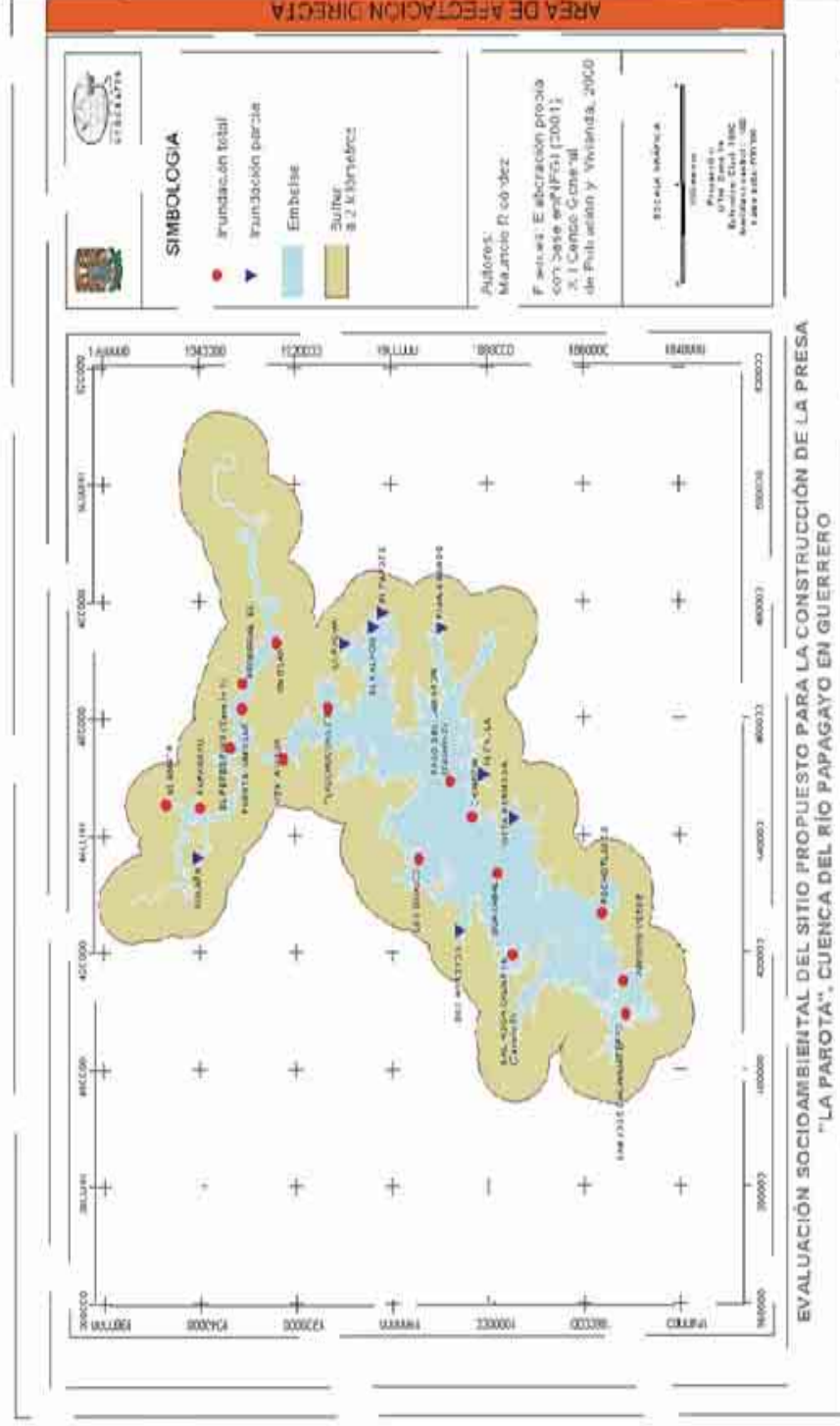
Cuadro UA 1. Densidad de población por localidad en el área de afectación directa (Inundación), 2000

No.	Municipio	Código INEGI	Localidad	Habitantes Censo 2000	Viviendas Censo 2000	Área Urbana		%	Densidad General (hab /ha)	Población susceptible de ser afectada	Viviendas susceptibles de afectación
						Total	Inundada				
<b>LOCALIDADES QUE SE INUNDAN TOTALMENTE</b>											
1	Acapulco	120010097	Colonia Guerrero (Los Guajes)	987	209	15.5	15.5	100.0	63.5	987	209
2	Juan R. Escudero	120390004	Omitlán	452	99	8.4	8.4	100.0	53.6	452	99
3	Juan R. Escudero	120390023	Tlalchocohuite	201	46	6.6	6.6	100.0	30.7	201	46
4	Acapulco	120010154	San José Cacahuatpec	198	45	6.1	6.1	100.0	32.2	198	45
5	Acapulco	120010171	Venta Vieja	196	37	4.8	4.8	100.0	40.8	196	37
6	Juan R. Escudero	120390007	Papagayo	159	33	2.5	2.5	100.0	63.4	159	33
7	San Marcos	120530072	Chamizal	123	24	3.1	3.1	100.0	39.4	123	24
8	Acapulco	120010464	Arroyo Verde	70	11	4.0	4.0	100.0	17.7	70	11
9	Acapulco	120010142	Pochotlaxco	48	11	0.8	0.8	100.0	63.5	48	11
10	Juan R. Escudero	120390040	Amate, El	36	6	0.7	0.7	100.0	53.1	36	6
11	Juan R. Escudero	120390035	Puente de Omitlán, El	15	3	1.4	1.4	100.0	10.5	15	3
12	Juan R. Escudero	120390049	Pedregal, El	3	1	2.7	2.7	100.0	3.7	5	1
13	Acapulco		Guayabal, El	0	0	0.0	0.0	100.0	47.6	2	1
14	Acapulco		Casero 2 Paso del Camarón	0	0	1.1	1.1	100.0	0.0	5	1
15	Juan R. Escudero		Casero 1 El Peregrino	0	0	0.7	0.7	100.0	0.0	5	1
16	Acapulco		Casero 3 Balneario Agua Caliente	0	0	0.1	0.1	100.0	0.0	0	0
			<b>subtotal</b>	<b>2488</b>	<b>525</b>	<b>58.5</b>	<b>58.5</b>	<b>100.0</b>	<b>39.9</b>	<b>2502</b>	<b>528</b>
<b>LOCALIDADES QUE SE INUNDAN PARCIALMENTE</b>											
17	Juan R. Escudero	120390005	Palma, La (Barrio Tejería)	1590	351	28.9	28.9	6.5	55.1	311	59
18	Acapulco	120010174	Xolapa	903	190	25.2	25.2	3.6	35.8	0	0
19	San Marcos	120530048	Plan Grande	136	29	2.2	2.2	2.2	60.7	75	15
20	Juan R. Escudero	120390043	Palacio, El	63	11	2.4	2.4	2.3	25.9	45	8
21	San Marcos	120530180	Ceiba, La	28	6	-	-	-	-	25	5
22	Juan R. Escudero	120390017	Zapote, El	351	71	6.8	6.8	0.6	51.6	50	10
23	San Marcos	120530068	Vista Hermosa	38	7	0.3	0.3	0.3	15.2	20	4
24	Acapulco	120010101	Dos Arroyos	2100	485	25.6	25.6	0.0	82.0	20	4
			<b>subtotal</b>	<b>5209</b>	<b>1150</b>	<b>91.4</b>	<b>91.4</b>	-	<b>46.6</b>	<b>546</b>	<b>105</b>
			<b>Total</b>	<b>7697</b>	<b>1675</b>					<b>3048</b>	<b>633</b>

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2000 y medición de áreas en cartas topográficas 1:50,000, INEGI  
 \* Sujeto a estudios con mayor detalle para obtención de datos puntuales.

Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico ‘La Parota’ Aspectos Socioeconómicos  
 Área de Afectación Directa

Mapa. Localidades del Área de Afectación Directa



***Grado de marginación***

El grado de marginación 1995 muestra sólo a La Palma con un nivel Medio, las localidades restantes tuvieron una marginación de nivel Alto y Muy Alto. En cuanto al grado de marginación 2000, la población analfabeta mayor de 15 años alcanzó 61% en La Ceiba, además de las grandes proporciones de pobladores mayores de 15 años sin educación primaria completa donde el mayor porcentaje se ubicó en Arroyo Verde con más de 78%. Las características de las viviendas de las localidades muestran enormes carencias en la disponibilidad de agua entubada, servicio sanitario exclusivo, energía eléctrica y vivienda con piso de tierra. Todas estas características combinadas con bajos niveles de ingresos se traduce en una marginación Muy Alta o Alta. (cuadros IV.2.3.1.2 y IV.2.3.1.3).

MUNICIPIO	LOCALIDAD	Población total 1995	% Viviendas particulares 1995	% Analfabetismo 1995	% PEA Primario	% Viviendas sin agua entubada 1995	% Viviendas sin drenaje 1995	% Vivienda sin energía eléctrica 1995	% Viviendas con piso de tierra 1990	% Ocupantes por cuarto	Índice de marginación 1990	Índice de marginación 1995	Grado de marginación 1995	
Acapulco	Venta Vieja	184	31	27	85.7	54.8	100.0	6.5	75.9	3.0	-0.09	0.47	muy alto	
	Colonia Guerrero	922	185	34.0	82.9	98.4	85.4	0.5	49.4	2.5	0.02	0.28	muy alto	
	Arroyo Verde	65	8	29.6	100.0	100.0	100.0	75.0	83.3	3.9	1.08	1.49	muy alto	
	Pochotlaxco	44	11	26.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	3.3	1.63	1.53	muy alto	
	San José Cacahuatpec	224	39	34.9	92.9	100.0	100.0	2.6	84.1	3.0	0.93	0.88	muy alto	
	El Guayabal	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
	Dos Arroyos	1988	436	31.6	65.9	39.5	63.3	2.3	43.5	2.4	-0.63	-0.33	alto	
	Caserío II Paso del Camarón	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Caserío III Balneario Agua Caliente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Papagayo	195	38	22.0	71.9	86.8	52.6	5.3	44.1	2.3	-0.30	-0.28	alto	
Juan R. Escudero	Omitlán	458	90	29.2	69.7	6.7	54.4	2.2	40.0	2.7	-0.18	-0.48	alto	
	Tlaichochuite	253	41	20.0	72.2	68.3	100.0	9.8	39.4	3.0	-0.14	0.13	muy alto	
	Tejería (La Palma)	1735	334	13.3	60.7	23.7	47.0	1.8	33.7	2.3	-0.91	-0.87	medio	
	Palacio, El/1	66	11	13.9	n.d.	90.9	100.0	0.0	0.0	0.0	n.d.	-0.12	alto	
	Zapote, El/1	351	67	24.0	83.7	16.4	94.0	6.0	71.4	2.1	-0.40	-0.08	alto	
	Amate, El/1	18	5	30.0	n.d.	80.0	0.0	100.0	0.0	0.0	n.d.	-0.03	alto	
	El Pedregal/1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
	Puente Omitlán/1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
	Caserío I El Peregrino/1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
	Plan Grande	121	26	33.3	85.0	69.2	100.0	3.9	51.9	2.3	-0.22	0.22	muy alto	
San Marcos	La Ceiba	58	10	58.3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
	Chamizal	115	23	26.1	100.0	100.0	100.0	100.0	69.2	2.0	0.86	0.94	muy alto	
	Vista Hermosa/1	38	5	31.6	100.0	100.0	100.0	100.0	85.7	3.2	1.27	1.45	alto	

n.d no disponible

Fuente: Índices de Marginación Social, 1995. Consejo Nacional de Población

Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico "La Parota" Aspectos Socioeconómicos  
Área de Afectación Directa

Cuadro IV.2.3.1.3 Índices de marginación social y componentes de las localidades afectadas directamente por el P.H. "La Parota" 2000

Municipio	Localidad	Población total	% Población de 15 años o más anafabeta	% Población sin primaria completa de 15 años o más	% Viviendas sin disponibilidad de servicio sanitario	% Viviendas sin energía eléctrica	% Viviendas sin agua entubada en el ámbito de la vivienda	% Viviendas con piso de tierra	% Población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos	Grado de marginación
Arroyo Verde		70	42.86	78.57	100.00	100.00	100.00	81.82	100.00	Muy alto
	Colonia Guerrero (Los Guejes)	987	31.79	57.71	80.98	3.90	99.51	37.07	98.45	Muy alto
Pochotlaxco		48	28.57	67.86	100.00	100.00	100.00	90.91	55.56	Muy alto
	San Jose Cacahuatpec	198	36.94	68.47	100.00	9.30	100.00	69.77	90.38	Muy alto
Acapulco de Juárez	Venta Vieja	196	24.27	41.67	61.11	2.78	72.22	27.78	86.79	Alto
	El Guayabal	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Dos Arroyos/1	2100	30.43	60.73	45.78	5.49	57.17	31.86	90.16	Alto
	Caserío II Paso El Camarón/1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Caserío III Balneario Agua Caliente/1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Omitlán	Omitlán	452	21.93	50.74	50.51	10.10	5.05	28.28	93.85	Alto
	Papagayo	159	20.00	38.10	57.58	0.00	60.61	27.27	88.89	Alto
	Tlalchocohuite	201	19.27	60.19	41.30	4.35	56.52	43.48	78.05	Alto
	Tejería (La Palma)	1,590	12.83	46.44	41.88	3.99	76.35	23.36	80.76	Alto
	Palacio, El/1	63	14.29	61.76	63.64	0.00	90.91	63.64	92.86	Alto
	Zapote, El/1	351	20.19	53.14	72.86	4.29	10.00	65.71	89.47	Alto
	Amate, El/1	36	16.67	35.29	83.33	0.00	100.00	50.00	100.00	Alto
	El Pedregal/1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Puente Omitlán/1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Caserío I El Peregrino/1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
San Marcos	Chamizal	123	21.67	70.69	100.00	0.00	100.00	21.74	80.00	Alto
	Plan Grande	136	31.65	64.10	71.43	10.71	92.86	32.14	87.50	Alto
	La Ceiba	28	61.11	77.78	100.00	83.33	100.00	100.00	83.33	Muy alto
	Vista Hermosa/1	38	26.32	47.37	100.00	100.00	100.00	85.71	83.33	Muy alto

n.d. No disponible

Fuente: Elaboración propia con base en los Índices de Marginación Social, 2000, Consejo Nacional de Población.

**Índice de alimentación**

El índice de alimentación se calculó a partir de los ingresos *per cápita* de los trabajadores. De acuerdo a la encuesta realizada en la zona de embalse, la ocupación principal de la PEA de las localidades se concentra principalmente en actividades agrícolas en las cuales no se percibe un ingreso regular en el tiempo y existe la figura del trabajador familiar sin pago. (Ver cuadro IV.2.3.1.4)

Cuadro IV.2.3.1.4. Índice de alimentación

Localidad*	PEA con ingresos suficientes para adquirir la CA.	Índice de alimentación
Chamizal	7	0.3
El Amate	9	1.0
Omitlán	10	0.1
Papagayo	15	0.5
Plan Grande	5	0.2
Pochotlaxco	2	0.1
Tlalchocohuite	9	0.2
Venta Vieja	24	0.8

\*Solo se consideran las localidades que contaron con la información.

Fuente: Cálculos propios con datos de la Encuesta a los Hogares Ubicados en la Zona de Embalse del Proyecto Hidroeléctrico La Parota, Guerrero, junio 2003

**Equipamiento****Disponibilidad de energía eléctrica**

De acuerdo a los datos recopilados, las localidades de Arroyo Verde y Pochotlaxco carecen totalmente de energía eléctrica, a estas le sigue la localidad La Ceiba, ya que en ella 83.3% de las viviendas no dispone de energía eléctrica; en las localidades con mayor número de habitantes (Tejería y Colonia Guerrero), 96% de las viviendas cuenta con energía eléctrica. En las localidades de El Chamizal y Papagayo todas las viviendas cuentan con electricidad.

**Servicios básicos en la vivienda**

De acuerdo al Censo 2000 de INEGI, de las 1 675 viviendas localizadas en la zona de embalse (esto es, considerando el total de las viviendas, ya que estimando las involucradas por el proyecto, se reduce a 633 viviendas), el 29.92% poseen agua entubada, 30.53% disponen de drenaje, 92.99% cuentan con energía eléctrica y 41.01% con sanitario exclusivo.

Cuadro SD 1. Servicios básicos a las viviendas en las localidades ubicadas en el área de afectación directa (embalse). Municipios: Acapulco, Juan R. Escudero y San Marcos, 1990-2000

Viviendas Particulares Habitadas y servicios que poseen									
Municipio	Total	Con servicio sanitario exclusivo	%	Con servicio de agua entubada	%	Con servicio de drenaje	%	Con energía eléctrica	%
Acapulco de Juárez									
1970	597	NC		64	10.72	30	5.03	196	32.83
1990	805	NC		304	37.76	143	17.79	674	83.73
1995	881	NC		327	37.12	190	21.57	847	96.14
2000	988	347	35.12	314	31.78	233	23.58	890	90.08
Juan R. Escudero									
1970	281	NC		5	1.78	8	2.85	71	25.27
1990	506	NC		238	47.04	85	16.80	460	90.91
1995	586	NC		415	70.82	245	41.81	563	96.08
2000	621	318	51.20	275	44.28	262	42.19	588	94.68
San Marcos									
1970	21	NC		1	4.76	1	4.76	3	14.29
1990	60	NC		3	5.00	2	3.33	27	45.00
1995	54	NC		8	14.81	0	-	25	46.30
2000	66	8	12.12	2	3.00	6	9.09	48	72.72
Total									
1970	899	NC		70	7.79	39	4.34	270	30.03
1990	1371	NC		545	39.75	230	16.78	1161	84.68
1995	1521	NC		750	49.31	435	28.60	1435	94.35
2000	1675	673	40.17	491	29.31	501	29.91	1526	91.10

NC: Información No Considerada (Son variables que no se consideraron en esos censos).

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda XI y XII, INEGI.

Las localidades del área de afectación directa no cuentan con dispositivos de manejo de residuos sólidos, sólo se identifican tiraderos al aire libre y/o clandestinos.

Por municipio, los indicadores correspondientes a los servicios básicos con los que cuentan las viviendas, se presentan de la siguiente manera:

### **J. R. Escudero**

De las localidades consideradas, las que cuentan con mayores avances en servicios son las 621 viviendas ubicadas en este municipio donde 44.57% de las viviendas particulares poseen agua entubada; 42.46% disponen de drenaje, 95.30% cuentan con energía eléctrica y 51.54% con sanitario exclusivo.

### **Acapulco**

Existen graves rezagos en los servicios que disponen las viviendas rurales afectadas de éste municipio. De 988 viviendas registradas en 2000, sólo 22.15% cuentan con servicio de agua entubada; 24.12% disponen de drenaje; 92.13% poseen energía eléctrica y 35.92% cuentan con sanitario exclusivo. Cabe destacar que las 22 viviendas pertenecientes a la localidad Arroyo Verde (11 viviendas) y Pochotlaxco (11 viviendas), no

poseen ningún servicio de los considerados en este análisis. Las 45 viviendas pertenecientes a San José Cacahuatpec tampoco poseen servicio alguno a excepción de energía eléctrica con una cobertura de 90.7% de las viviendas.

### **San Marcos**

Las localidades afectadas pertenecientes a éste municipio, son las que presentan condiciones de vida más deterioradas, lo que se manifiesta claramente en la muy limitada disposición de los diferentes servicios. Según el censo 2000, de las 66 viviendas afectadas sólo 3.45% cuentan con agua entubada; 10.34% poseen drenaje; 82.76% disponen de energía eléctrica y 13.79% cuentan con sanitario exclusivo. Cabe subrayar que en El Chamizal (24 viviendas) no disponen de otro servicio que no sea energía eléctrica misma que tiene una cobertura 100%. Vista Hermosa ni siquiera contaba con energía eléctrica.

### **Demografía**

#### **Población**

La población total pasó de 5 386 a 7 697 habitantes entre 1970 y 2000 con una tasa de crecimiento de 1.18%, inferior a la tasa estatal. El crecimiento prácticamente se estanca entre 1990 y 2000, ya que sólo se incrementó en 257 personas; esta evolución indica la emigración, que también se observa en la disminución de la proporción de hombres de 50.8% a 48.9% en el mismo período, esto es una reducción de 1.88 puntos.

Cuadro SD 2. Evolución de la población de las comunidades ubicadas en el área de afectación directa (embalse), 1970-2000\*

Periodo	Población total	Población masculina	%	Población femenina	%
1970	5386	NC	NC	NC	NC
1990	7424	3771	50.79	3653	49.21
1995	7693	3919	50.94	3774	49.06
2000	7697	3764	48.90	3933	51.09

NC: No considerada

Fuente: Elaboración propia con base en los censos de población y vivienda IX, XI y XII, y conteo 1995, INEGI.

\*No incluye a El Guayabal y los otros caseríos, ya que no aparecen en los censos

### **Localidades afectadas del municipio de Acapulco**

En este municipio **Colonia Guerrero**, la localidad más grande sujeta a inundación total, asciende de 461a 987 pobladores de 1970 al 2000, a una tasa de crecimiento de 2.53% promedio anual. Durante la década de los 90 prácticamente se estanca, incrementando sólo en 73 personas el número de sus habitantes, con una tasa de crecimiento muy baja de 0.77% promedio anual.



La proporción de hombres desciende de 51.6% a 48.3% entre 1990-2000 en tanto que las mujeres representaban 48.4% para el primer año y en 2000 ya son 51.7%.

**Dos Arroyos** también es de las que menor crecimiento han tenido, en 30 años sólo se incrementó en 149 personas, pasando de 1 951 a 2 100 entre 1970 y 2000, a una tasa anual de 0.24%. Entre 1990 a 2000, la población ascendió de 2,033 a 2,100 habitantes, esto es solo un incremento de 67 personas. En cuanto a su composición por sexos su estructura también se modifica a favor del sexo femenino ya que entre 1990 y 2000, los hombres redujeron su participación en 1.33 puntos, al pasar de 50.7% en 1990 a 49.4% en 2000.

**Xolapa** crece a una tasa de 1.51% aumentando su población de 573 a 903 habitantes entre 1970 y 2000. A diferencia de los altibajos de las otras comunidades, su crecimiento es constante. Su distribución de acuerdo al sexo si sufre cambios ya que en 1990 los hombres representaban 47.4% para caer a 46.8%. La mayor proporción de mujeres se sigue acentuando.

**San José Cacahuatpec**, entre 1970 y 2000, redujo su población al pasar de 311 a 198 habitantes, lo que significa una tasa anual negativa de crecimiento de -1.5%. También se modifica su población por género al pasar los hombres de representar 49.8% en 1990 a 51.52 en 2000. Las mujeres pasan de 44.9% a 48.5%.

**Venta Vieja** pasó de 64 a 196 pobladores entre 1970 y 2000, esto es un incremento de 206% para el periodo. En la última década su crecimiento es mínimo, 12 habitantes. Al igual que las anteriores localidades, la proporción de mujeres es más alta y se incrementa en el periodo analizado, al pasar de 43.6% a 50%.

**Pochotlaxco** ha tenido fuertes vaivenes con tendencia a reducirse aún más. Entre 1970 y 2000 su población descendió de 64 a 48 habitantes. Aquí las mujeres han reducido su participación, representando actualmente solamente 43.8% del total.

**Arroyo Verde** ha crecido en 15 habitantes entre 1990 y 2000, en este último año el número de sus pobladores asciende a 70. Las mujeres han reducido su participación al pasar de 50.9% a 48.6% entre 1990-2000, en este caso, al ser una localidad tan pequeña, una mujer de más se manifiesta fuertemente en el porcentaje.

**Paso del Camarón (Caserío II)** se identificó con base en las imágenes de alta resolución compuesto por una sola vivienda, habitada temporalmente por una persona que vive en Altos del Camarón. Es una casa de material y adobe, sirve durante los periodos de siembra.

**Balneario Agua Caliente (Caserío III)** utilizado por los pobladores de Dos Arroyos para actividades recreativas. Aquí existen acondicionadas albercas y sólo una palapa.

#### **Localidades afectadas del municipio Juan R Escudero**

**Tejería (La Palma).** Entre 1970 y 2000 pasó de 1 312 a 1 590 habitantes lo que representa un incremento de 20%, con una tasa de crecimiento anual de 0.64%. En 1990 tenía 1 751 habitantes para llegar a 1 590 en 2000, registrando una tasa negativa de crecimiento (-0.96%). Los hombres pasaron de 51.9% a 48.2% entre 1990-2000.

**Omitlán** tiene una tasa de crecimiento anual de 2.29%. De 1970 a 2000, la población aumentó de 227 a 452 personas, lo que implica un incremento de casi 100%. Entre 1990 y 2000, la tasa anual es de 0.66%. La estructura por sexos se ha mantenido prácticamente estable y con una mayor proporción de hombres, 51.8% en el 2000.

**Tlalchocohuite** se ha mantenido prácticamente igual durante los últimos 30 años toda vez que en 1970 eran 209 habitantes y en 2000 son 201. En la estructura por género las mujeres han crecido 1.65 puntos al pasar de representar 47.11% en 1980 a 48.76% en 2000.

**Papagayo** ha mantenido constante su crecimiento. En 1970 eran 119 pobladores y en 2000 ya son 159, es decir 33% de incremento en 30 años. En el 2000, la proporción de mujeres asciende a 55.4%. El Zapote crece 115% en el periodo pasando de 163 a 351 habitantes entre 1970 y 2000. La proporción de hombres han reducido su participación al pasar de 50.6% a 48.7% entre 1990-2000.

**El Amate** cuenta con 36 habitantes en el 2000 de los cuales 22 son hombres y 14 son mujeres. Esta localidad no aparece en el censo de 1990.

**El Palacio** tiene 63 habitantes en el 2000, de los cuales 32 son hombres y 31 mujeres. En el censo de 1990 no está registrada.

**Puente de Omitlán** aparece sólo en el Censo 2000 y cuenta con 15 habitantes de los cuales 8 son hombres y 7 mujeres.

**El Pedregal** es una localidad de una sola vivienda y cuenta con 3 habitantes.

**El Zapote** para el Censo de 2000, en la localidad existen 351 y 71 viviendas.

**El Peregrino (Caserío I)** es una vivienda de material de desecho. No está habitado permanentemente y las personas se dedican a la extracción de derivados pétreos arena y grava.

#### ***Localidades afectadas del municipio San Marcos***

**Plan Grande** es la más grande de las localidades de este municipio ubicadas en el área de afectación directa. En 30 años prácticamente se ha mantenido igual, y redujo en 5 el número de sus habitantes, quedando en 136 en 2000. La proporción de hombres se redujo de 53.6% a 48.5% entre 1990-2000.

**El Chamizal** creció en 5 habitantes en 10 años pasando de 118 a 123 entre 1990-2000. La proporción de hombres se incrementa ligeramente al pasar de 48.3% a 48.8% entre 1980-2000.

**Vista Hermosa**, de acuerdo con información censal, disminuyó su población de 41 a 38 habitantes entre 1990-2000. La proporción de hombres se incrementó de 43.9% a 47.4%. En visita de campo se constató que actualmente sólo viven 5 personas divididas en dos familias cada una con su respectiva vivienda, mientras que las otras casas fueron abandonadas y ya están destruidas.

**La Ceiba** antes llamada La Unión, caserío disperso con una población de 28 habitantes y seis viviendas.

### ***Estructura por edad***

A continuación destacaremos con base en la información sobre integración territorial para el año 2000 proporcionada por INEGI, algunas de las características de la estructura etárea que pueden advertir la demanda actual de algunos requerimientos sociales. El análisis se apoya en el porcentaje de las localidades de mayor población respecto a la suma de los datos de las localidades implicadas en el proyecto de inundación de cada municipio.

#### **Localidades que se inundan totalmente**

Localidades del municipio de Acapulco. De las localidades consideradas de este municipio, la más representativa es la Colonia Guerrero. Aquí, el 62 por ciento es población de menos de 5 años y el 59 por ciento de la misma es de 6 a 14 años, es decir el 60 por ciento de la población de ambos grupos corresponde al grupo de jóvenes que actualmente demandan una estructura educativa básica (Cuadro 1). El grupo de población de 15 a 24 años de la Colonia Guerrero, representa el 70 por ciento de población considerada como una fuerza de trabajo joven. Además si sólo se considera a la población femenina de 15 a 49 años, ésta representa el 71 por ciento de la población en edad reproductiva y productiva del grupo de las cinco localidades.

Localidades del municipio de San Marcos. En este caso, la información examinada se refiere a las localidades de El Chamizal y Plan Grande. En conjunto concentran el 81.6 por ciento de la población de 0 a 4 años y el 89.6 por ciento es de 6 a 14 años. Esto representa un 87 por ciento de la población de las localidades de inundación de este municipio e indica un requerimiento educativo básico. En cuanto al grupo de 15 a 49 años de población femenina, representa el 87 por ciento de población en edad productiva y reproductiva.

Localidades del municipio Juan R. Escudero. En este caso, dos localidades contienen el mayor volumen de población. Omitlán y Tejería (La Palma). Los datos agregados de ambas, indican que el 31 por ciento de la población requiere de una organización de educación básica. En cuanto al grupo de 15 años a 49 años, una población femenina que representa el 83 por ciento de población, se encuentra en edad productiva y reproductiva.

#### **Localidades que se inundan parcialmente**

Las localidades que se inundarán parcialmente son ocho. La población de 0-4 años es de 601 personas, que equivalen al 53 por ciento de la población de este grupo. Del grupo de 6-14 años la población afectada es de 1253 personas, que significan una proporción de 56 por ciento. El grupo de 15-24 registra 974 personas con una proporción semejante. El grupo de mujeres de 15 a 49 años presenta una población de 1209 personas equivalente al 55 por ciento de este grupo. (Cuadro 1)

Localidades del municipio de Acapulco. Son Dos Arroyos y Xolapa con 224 y 102 personas respectivamente y además son las más representativas numéricamente en el municipio y registran proporciones de más del 60 por ciento en cada uno de los grupos considerados.

Localidades del municipio de San Marcos. Las localidades analizadas son, Plan Grande, Vista Hermosa y La Ceiba, en orden de importancia numérica. Destaca la localidad de Plan Grande, con 15 personas. Con respecto al total de las localidades El grupo de 0-4 años representa el 37 por ciento de la población de este grupo, el de 6-14 el 40 por ciento, el de 15 a 24 el 47 por ciento y el grupo de mujeres de 15 a 49 años 44 por ciento.

Localidades del municipio de Juan R. Escudero. Se trata de tres localidades La Palma, El Zapote y El Palacio. En conjunto representan más del 40 por ciento en los distintos grupos considerados. La Palma es la localidad numéricamente más grande con más del 35 por ciento de la población de este conjunto.

**Cuadro 7. Estructura de la Población en las localidades del área de inundación, 2000.**

Municipio/localidades	Población/años			
	0 a 4	6 a 14	15 a 24	femenina de 15 a 49
<b>Total</b>	<b>1144</b>	<b>2235</b>	<b>1724</b>	<b>2188</b>
<b>Acapulco de Juárez</b>	<b>532</b>	<b>1057</b>	<b>830</b>	<b>1026</b>
Arroyo Verde	10	28	11	10
Colonia Guerrero	128	204	202	255
Pochotlaxco	8	12	9	14
San José Cacahuatpec	27	50	29	38
Venta Vieja	33	51	38	44
Dos Arroyos	224	499	360	444
Xolapa	102	213	181	221
Guayabal	ND	ND	ND	ND
Caserío 2 Paso del Camaron	ND	ND	ND	ND
Caserío 3 Balneario Agua Caliente	ND	ND	ND	ND
<b>San Marcos</b>	<b>41</b>	<b>93</b>	<b>59</b>	<b>68</b>
El Chamizal	16	38	15	24
La Ceiba	2	7	8	6
Plan Grande	15	37	28	30
Vista Hermosa	8	11	8	8
<b>Juan R. Escudero</b>	<b>571</b>	<b>1085</b>	<b>835</b>	<b>1094</b>
Omitlán	58	111	79	104
Papagayo	25	43	33	40
Tejería (La Palma)	206	375	302	398
Tlalchocoquite	25	60	29	45
La Palma	206	375	302	398
Zapote, El	32	97	70	84
El Palacio	12	14	17	18
Amate, El	7	10	3	7
Puente de Omitlán	ND	ND	ND	ND
Caserío I El Peregrino	ND	ND	ND	ND

Fuente: INEGI, 2000.

**Migración**

La mayoría de las localidades reflejan la tendencia regional, es decir una fuerte emigración, acentuada en el último decenio. Las localidades que han experimentado esta salida de población son San José Cacahuatpec con  $-0.73$ ; Papagayo  $-0.43$ , Tejería, La Palma  $-0.96$ , Tlalcochohuite  $-1.12$  y Plan Grande  $-0.1$ .

Según el Censo 2000, 97.3% de la población nació en la entidad y sólo 0.9% viene de fuera. En las localidades pertenecientes al municipio de Acapulco, 97.2% de sus habitantes son nativos. San Marcos presenta un índice de 94.6% de este mismo indicador, también es el municipio que aporta el menor número de habitantes. Juan R Escudero tiene un índice de 97.6% de nacidos en la entidad y 1.8% que nacieron fuera.

Cuadro SD 3. Porcentaje de la población a nivel municipal nacida dentro y fuera de la entidad con respecto a la población total, 2000

Municipio	Población total*	Población nacida en la entidad**	%	Población nacida fuera de la entidad o país	%
Acapulco	4502	4382	97.18	15	0.33
Juan R. Escudero	2870	2807	97.63	51	1.77
San Marcos	325	281	94.61	6	2.02
Total	7697	7470	97.05	72	0.94

Fuente: Elaboración propia con base al censo general de población y vivienda XII, INEGI

\*Incluye a la población censada en el 2000 de la localidad Vista Hermosa, actualmente con solo 5 habitantes

\*\*No especificado censalmente: 1.8% de la población

Con la información proporcionada por la encuesta en la versión de julio de 2003, se puede afinar la información sobre la inmigración interna hacia las comunidades del área de inundación:

En relación con la década de inmigración, se deduce que 65% de la población es nativa de la comunidad y el resto se incorporó al área en los últimos veinte años (1980-1999). En la localidad de Plan Grande sólo son nativos de la comunidad 40%, los demás arribaron en la década 1990-1999. En El Amate, 100 % de la población es no nativa y, entre 1970 y 1979, llegó más de 50% de los inmigrantes.

Considerando la antigüedad de residencia de los padres, todo indica que la mayor parte llegaron entre 1940-1949 (10.5%). Otras localidades como Pochotlaxco y El Chamizal cuentan con valores significativos (28.6 y 21.1%) de inmigración para esos años. Tomando en cuenta la antigüedad de residencia de los abuelos, se confirma que la población de El Amate y Plan Grande, no cuentan con antigüedad en estas localidades ya que 100 y 65% respectivamente, es la población inmigrante de los abuelos.

Sobre la emigración interna e internacional, 37.9 % respondió tener familiares que ahora viven en otro lugar del país o en otro país. Siendo las comunidades de Pochotlaxco, Chamizal y Plan Grande quienes registraron las cifras más altas: 66.7, 57.9 y 50 %, respectivamente, de población que ha emigrado.

***Tipos de organizaciones sociales predominantes***

En el área de inundación no existen organizaciones ambientalistas o ecologistas formales, no obstante es necesario considerar que la relación que tiene el campesino con los recursos naturales es uno de los elementos de mayor importancia dada el estrecho vínculo que se establece al usufructuar la naturaleza. Por ello, aunque las comunidades no tengan de inicio discursos de tipo ecológico o ambientalista, en un momento dado podrían presentar este giro.

Cuadro CP 1. Organizaciones con presencia en el área de afectación directa

<b>Localidad</b>	<b>Organizaciones</b>
Cacahuatpec*	CNC, CCI
San José Cacahuatpec	CNC
Xolapa	Consejo Supremo de los Pueblos del Filo Mayor CCI
Papagayo	CCI Legión de María
La Venta Vieja	CNC
Altos del Camarón*	CNC
Omitlán	CCI
La Unión (La Ceiba)	No se encontraron
El Chamizal	No se encontraron
Agua Zarca*	CNC Campesinos Marginados Legionarios de María

CNC : Confederación Nacional Campesina CCI : Confederación Campesina Independiente

\* Aunque estas localidades no son parte del área directa de afectación, se incluyeron por estar involucradas en la zona de obras y afectación a tierras respectivamente.

Considerando la sensibilidad social, el área de afectación directa se delimitó en tres zonas:

1. **Zona I de las localidades afectadas por obras anteriores**, es probablemente que sea la más problemática de todas y la negociación sea difícil. Aquí se han padecido procesos inadecuados de expropiaciones en otras ocasiones por distintas dependencias (CFE y SCT) así como el incumplimiento de acuerdos, lo que ha generado distintos tipos de movilizaciones que han llegado hasta procesos violentos.

La microregión es más compleja por la presencia de actores políticos con redes *extrarregionales* (CCI-D, CNC) y al mismo tiempo, expresan abiertamente la referencia de San Salvador Atenco como ejemplo de lucha campesina por la tierra (ver tabla 1).

2. **La segunda zona formada por las localidades de Bienes Comunales** si bien no contiene los antecedentes negativos anteriores, anticipa una negociación difícil debido a los fuertes rasgos culturales de sus pobladores, especialmente de Cacahuatpec. Esta comunidad, con una antigüedad que data desde el siglo XVI,

muestra elementos identitarios que entran en el proceso de negociación y junto con la presencia de liderazgos fuertes y organizaciones campesinas de importancia nacional constituyen un espacio político de alta complejidad, que si bien por el momento no ponen en riesgo la negociación en un futuro puede ser foco de conflicto.

3. **La zona tres del Camino Real (Papagayo y Xolapa).** A diferencia de los casos anteriores la posible construcción de la presa representa menos amenazas para este grupo gracias a su mayor accesibilidad y diversidad económica. Por ello, se presenta un panorama favorable a la negociación en la posible construcción de la presa.

**Elementos críticos particulares.** Además de lo anterior se pueden identificar los siguientes puntos críticos:

- De acuerdo con los últimos procesos electorales, la zona se caracteriza por un marcado multipartidismo, que dificulta los consensos necesarios para la realización de la obra.
- Colonia Guerrero es una comunidad estratégica si se quiere llevar a buen término el proyecto de la Parota.
- Es recurrente la referencia a San Salvador Atenco en la relación con la tierra, con el precio de la misma, y de los machetes como un símbolo de la lucha por la defensa de la Tierra.
- A pesar de los esfuerzos realizados, la política de negociación que ha desplegado la CFE, no ha podido transmitir con claridad los impactos que sufriría cada una de las comunidades. Lo que ha provocado un clima de incertidumbre que no favorece a la negociación que se avecina.
- La presencia del Ejército Nacional en las distintas localidades que conforma la zona de impacto es frecuente, aunque no constante y la población les atribuye cometer abusos en sus comunidades, como que se apropien de algún tipo de recurso como los camarones que pescan.
- La inconformidad de la construcción de la presa la Parota, en algunas comunidades si no se llegan a establecer acuerdos claros y con una comunicación constante y participativa.

Cuadro CP 2. Condiciones políticas en el área de afectación directa

	Antecedentes		Manifestaciones de inconformidad			Actores políticos				Afectación distinta a la tierra		
	Antecedentes de expropiación	Incumplimiento de dependencias	Movilizaciones	cierre de carreteras	Violencia	Organizaciones presentes	Liderazgo informal	Referencia a Atenco	Negociación condicionada al pago	Afectación a recursos naturales		
<b>I Localidades afectadas por obras públicas anteriores</b>												
Omitlán	1	SI	SI	NO	NO	CCI	SI	SI	SI	SI	Agua	
La Venta	2	SI	SI	SI	NO	CCI	SI	NO	SI	SI	Agua	
Altos del Camarón	1	SI	SI	SI	NO	CCI	NO	SI	SI	SI	Leña	
Dos Arroyos	2	SI	SI	SI	SI	CNC	SI	SI	SI	SI	Agua	
Colonia Guerrero	2	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	Agua	
<b>II Localidades de Bienes Comunales</b>												
Cacahuatepec	0	NO	SI	SI	NO	CNC	SI	SI	SI	SI	Agua, leña	
Agua Zarca	0	NO	NO	NO	NO	CNC, Campesinos marginados	SI	SI	SI	SI		
El Chamizal	0	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	SI	SI	Camarón y agua	
La Ceiba	0	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	Agua	
<b>III Localidades del Camino Real</b>												
Papagayo	0	NO	NO	NO	NO	CCI	NO	SI	SI	SI	Agua, arena y grava	
Xolapa	0	NO	NO	NO	NO	Asociación de ejidatarios del Filo Mayor	SI	SI	SI	SI	Agua, arena y grava	

CCI es Confederación Campesina Independiente  
CNC-D es Confederación Nacional Campesina Democrática



### **Vivienda**

De las localidades involucradas de los tres municipios se estimó el número de viviendas que serán afectables por el embalse, ya que por existir ocho poblaciones que se inundarán parcialmente, el número de viviendas se acota a 633, por lo que de Acapulco se estimó que 319 viviendas se verán afectadas por el embalse, 266 de Juan R. Escudero y 48 de San Marcos.

El total de viviendas de las localidades, sin considerar la afectación parcial, de acuerdo a la información censal asciende a 1675. Durante el período 1990-2000, el número de viviendas particulares pasó de 1 371 a 1 675. Del municipio de Acapulco se involucran 10 poblaciones con 988 viviendas, de Juan R Escudero 621 y por último del municipio de San Marcos 66 viviendas.

Las localidades de dos municipios crecen en cuanto al número de viviendas, Acapulco pasa de 805 a 988, Juan R Escudero aumenta de 506 a 617 viviendas. San Marcos por el contrario reduce en 2 sus viviendas quedando con 58 viviendas en el año 2000.

De acuerdo con el último censo, aunque crece el número de ocupantes el promedio de ocupantes en viviendas particulares disminuye a 4.69 habitantes, casi un habitante menos que en 1990 cuyo promedio fue de 5.59 habitantes.

Las localidades pertenecientes a San Marcos y Juan R Escudero, presentan mayor grado de hacinamiento con 4.98 y 4.62 ocupantes en viviendas particulares, respectivamente. Acapulco registra un indicador de 4.57 personas por vivienda como promedio.

En conclusión, predominan las condiciones muy malas, sobre todo en las de más al sur.

El promedio de habitantes, de 4 a 6 personas por vivienda, es menor a la microregión.

### **Urbanización. Vialidad y transporte**

En el área del embalse se ubican 66.5 km de caminos de los cuales 44.4% corresponden a brechas, 25.1% a terracerías y sólo 30.5% a caminos pavimentados. Considerando a las veredas, se agregan 44.8 km, sumando una longitud total de 111.3 km de caminos.

De la longitud total de los caminos (66.5 km, sin considerar las veredas) 55.6% pertenece al municipio de Acapulco, 36.1% a Juan R. Escudero y 8.3% restante a San Marcos. De las veredas (44.8 km), 66.8% pertenece al municipio de Acapulco, 22.6% al de Juan R. Escudero y el restante 10.6% a San Marcos.

Como se puede advertir la mayor parte de la infraestructura vial que se localiza en el área del embalse corresponde al municipio de Acapulco, el municipio de Tecoaapa no resulta impactado y la mayor parte de las vialidades que podrían ser afectadas corresponde a caminos de bajas especificaciones técnicas (veredas, brechas y terracerías) los pavimentados, considerando la participación de las veredas, sólo representan 18.2% y sin considerarlas su proporción llegaría a 30.5%.

También es importante señalar que los 66.5 km de caminos que se localizan en la zona del embalse, representan solamente 7.2% de la longitud vial a escala microregional (921.7 km). Como el municipio de Tecoaapa no resulta afectado, su superficie se resta de la

longitud total, por lo que la red vial que se ubica en el área del embalse representa el 8%. La infraestructura que podría ser afectada por el proyecto, sólo representa una mínima parte del total microregional, la mayor parte de la red (82%) correspondiente a la microregión, se localiza fuera del área de afectación directa.

El análisis de las interacciones socioeconómicas, que se realizó en la zona de estudio, nos permitió identificar de manera cualitativa la dirección e intensidad de dichas interacciones. Esta información es fundamental para identificar las rutas y localidades que pueden ser afectadas, en la medida que el embalse corte la comunicación cotidiana que se daba entre las localidades que vinculaba la red en la escala micro regional, dentro del área de inundación como en el buffer de los dos kilómetros.

#### *Ruta Kilómetro El Treinta – Alto El Camarón*

La longitud de la ruta es de 25.6 km, se trata de un camino revestido con una carpeta deteriorada en gran parte de su trayecto. Se identificaron cuatro concesionarios autorizados para brindar servicio público de transporte de pasajeros. La Organización de taxistas unidos El Treinta A. C. ubicada en el Km 30 de la carretera a Acapulco, cuenta con 25 unidades que comunican a las siguientes localidades: Ejido, Sabanilla, Dos Arroyos, Colonia Guerrero y Alto del Camarón, pertenecientes al municipio de Acapulco. Los taxis colectivos tienen salidas cada 10 minutos, cada unidad realiza de 7 a 8 vueltas al día. Los sábados y Domingos tienen más pasaje proveniente principalmente de las localidades de Ejido y Dos Arroyos. El recorrido desde el Treinta hasta Alto del Camarón se realiza aproximadamente en poco más de una hora.

El destino de los productos agrícolas (maíz, frijol, sandía) de estas localidades es el puerto de Acapulco, y frecuentemente se transportan en camionetas particulares. La mercancía proveniente de Acapulco llega en camionetas de redilas y el servicio cuesta cerca de \$800.00, las camionetas que trabajan sin permisos cobran de \$400 a \$500.00.

Entre la problemática identificada por los choferes destaca la falta de pasaje y las malas condiciones de la carretera que impacta costos y tiempos del servicio. Otro problema identificado por los concesionarios es que el gobierno permite la operación de camionetas bajo amparo, más que falta de pasaje el exceso de permisos otorgados ha saturado la demanda.

#### *Ruta Altos El Camarón – Tierra Colorada*

Este camino de 10.6 km de terracería que se localiza en el municipio de Juan R. Escudero se encuentra en malas condiciones. El servicio se brinda con una sola camioneta que conecta a Altos el Camarón con Tierra Colorada y de aquí, la población se desplaza hacia Chilpancingo (generalmente por trámites administrativos). Sólo se realiza un viaje al día y su costo es de \$20 pesos, el tiempo del recorrido puede ser hasta de una hora. Las mercancías que llegan a Altos del Camarón provienen principalmente de la localidad El Treinta, es frecuente que los comerciantes traigan sus productos en su propio medio de transporte. De Tierra Colorada se abastecen sobre todo de materiales para la construcción (herrería, lámina, alambre de púas, malla ciclónica). La producción pesquera de la ribera del Papagayo y agrícola es llevada en camioneta particular o taxis a Acapulco.

#### *Ruta Tierra Colorada – Xolapa – Xaltianguis*

Esta ruta cuenta con una carretera que se encuentra en buenas condiciones y comunica a Tierra Colorada del municipio de Juan R. Escudero con las localidades de Xolapa y Xaltianguis del municipio de Acapulco. El servicio de transporte lo realiza la Coalición Mixta de Transporte con 10 combis, las unidades salen de Tierra Colorada y Xaltianguis. Además, de Tierra Colorada también se ofrece el servicio de taxis (15 unidades). Cada combi hace tres viajes redondos diarios en promedio. El costo del servicio colectivo a Tierra Colorada y a Xaltianguis es de \$5.00 y el tiempo del recorrido es de 30 minutos aproximadamente. Las corridas son cada 15 minutos. El horario de servicio es de las 6:20 a las 20:30, se permite transportar bultos que no excedan los 50 Kg., cuando son de mayor peso se les cobra uno o dos pesos más. También pueden realizar servicios exclusivos de carga y cobran por el viaje \$50.00 en promedio. Las localidades de Xolapa, Papagayo y Plan de Lima dependen de estos servicios.

El Taxi de Tierra Colorada a Acapulco tiene un costo de \$25.00, y el tiempo de recorrido es de media hora. Para dirigirse a Acapulco también se puede tomar La Flecha (línea de autobús) que viene de Chilpancingo y cuyo costo es de \$20.00, su tiempo de recorrido es de una hora. También compiten por el pasaje los taxis que vienen de Acapulco y otros de Tierra Colorada. Las combis cobran \$5.00 por bulto, y \$10.00 por servicio de mensajería. Las camionetas de carga cobran \$400.00 el viaje de Acapulco a Xolapa con 1 tonelada y se hace una hora de viaje. Entre la problemática se destaca el exceso de servicio público, ya que también existe competencia con los vehículos provenientes de Acapulco que pasan por Tierra Colorada.

#### *Ruta Tierra Colorada – Tecoanapa*

La infraestructura carretera de Tierra Colorada a Tecoanapa se encuentra en condiciones regulares, su longitud es de 54.3 km. Desde 1990 se brinda el servicio de transporte con una concesión que agrupa a 70 camionetas. Esta asociación tiene además, otros vehículos que cubren los ramales a Pericón y Saucitos. De las Mesas a Cruz Grande se utiliza un camino revestido por el que circulan 20 camionetas de doble cabina. También hay carros particulares que operan sin placa o permiso oficial. En Omitlán se cuenta con una camioneta con placa ejidal. Las localidades que recorre la ruta son: Puente de Omitlán, Crucero de Omitlán, La Palma, El Zapote, Crucero de San Juan del Reparó, Chacalapa, Las Mesas y Crucero de las Cruces.

Cada camioneta realiza dos viajes diarios, a la localidad El Potrero, el costo es de \$30.00; en camión a Agua Zarca y a San Juan del Reparó el costo es de \$25.00. Otras camionetas van de Tierra Colorada a Ayutla, y de Las Mesas a San Marcos. De Tierra Colorada a Las Cruces cobran \$25.00, las mismas camionetas transportan carga y se cobra por bulto de \$5.00 a \$10.00, el viaje exclusivo de carga cuesta \$100.00 o más.

En cuanto al transporte de carga existen camiones fleteros que llegan incluso, desde la ciudad de México. La producción agrícola (maíz, jamaica, calabaza, sandía) se vende en Tierra Colorada y Costa Grande). La producción de grava, arena y grava arena, es transportada en camión que les cobra \$600.00 por la grava y \$250.00 por la arena y grava arena. Los principales problemas para operar son: que la tarifa es muy baja (no ha aumentado en 5 años) y el incremento en las concesiones (existe otra agrupación en Tecoanapa) a pesar de la reducida demanda.

#### *Ruta Las Mesas – San Marcos*

El servicio de transporte de Las Mesas a San Marcos se realiza utilizando una terracería de 35.1 km que se encuentra en malas condiciones, existiendo tramos no transitables en época de lluvia. La concesión que opera en esta ruta cuenta con 18 camionetas. Las localidades conectadas por esta ruta son: Las cruces, el Guayabo, Llano Grande, Anáhuac, Colonia Anáhuac y San Marcos que pertenecen al municipio de San Marcos. El tiempo total del recorrido es de 1 hora y media y el costo aproximado de 30 pesos.

Cada camioneta transporta 14 pasajeros provenientes de los pueblos próximos que van a realizar compras a Las Mesas. Cada 40 minutos salen hay una corrida. A San Marcos sale una diaria y a las otras localidades dos o tres. Transportan bultos en la camioneta y cobran por bulto. Las refacciones las consiguen en Tierra Colorada y en San Marcos. La problemática de esta ruta es el exceso de competencia.

#### *Ruta Acapulco – El Treinta*

En esta ruta el servicio es de 4 de la mañana a 10 de la noche y el costo es de 16 pesos. Antes había microbuses que hacían el recorrido de los Altos del Camarón a Acapulco pero no permitían flexibilidad en el servicio (había que esperar a que se llenara) por lo que dejó de operar.

#### *Ruta Acapulco – Cacahuatpec – Parotillas*

El acceso a la localidad de Cacahuatpec se realiza por medio de colectivos provenientes de Acapulco. De esta localidad sale una ruta de servicio colectivo a Las Parotas y Parotillas.

#### *Cruces Fluviales (servicio de panga y piragua)*

Además de las rutas terrestres ya descritas se identificaron varios servicios de pangas, que utilizan generalmente las localidades de la margen izquierda, por ejemplo: Agua Zarca, Chamizal y la Unión (Ceiba) para dirigirse hacia la ruta Km 30-Tierra Colorada y así evitar el largo recorrido que tendrían que hacer por caminos de terracería. En esta misma situación, se encuentran algunas localidades ubicadas después de lo que constituiría la cortina de la presa, y que también hacen uso de este tipo de servicios.

A manera de conclusión se puede afirmar que el área de afectación constituye una zona con una infraestructura y servicios de transporte insuficiente y deficiente para satisfacer las necesidades tanto de circulación de pasajeros como de carga.

### **Salud y seguridad social**

Existen solamente 3 centros de salud y sólo funcionan los de La Palma y Omitlán. Los habitantes de la localidad Venta Vieja se dirigen a Tierra Colorada para cubrir sus necesidades de servicios de salud.<sup>1</sup>

La carencia de prestaciones o cobertura para acceder a las diferentes instituciones de salud se verifica en que 91% de la población del área afectada no cuenta con atención médica institucional.

---

<sup>1</sup> Pliego, F. y Guzmán Andrade, A.

La situación descrita se agrava en las localidades que pertenecen al municipio de San Marcos donde 93.3 % de su población no tiene protección social en materia de salud, Acapulco tiene 89.8% de la población que no es derechohabiente, siendo las localidades correspondientes al municipio de Juan R. Escudero quienes presentan un indicador relativo más bajo con 89.3%, superior al índice estatal y nacional.

Cuadro SD 4. Población sin derechohabiencia en el área de afectación directa.  
Municipios: Acapulco de Juárez, Juan R Escudero y San Marcos

Municipio/Localidad	Población Total	Población sin derechohabiencia	%	Población con discapacidad	%
Acapulco	4502	4050	89.82	162	3.59
Juan R. Escudero	2870	2568	89.32	48	1.67
San Marcos	325	277	93.27	7	2.36
Total	7697	6895	89.58	217	2.81

Fuente: Elaboración propia con base al censo general de población y vivienda XII, INEGI.

En lo concerniente a discapacidad, 2.8% de la población presenta este problema (217 habitantes). Las localidades ubicadas en el municipio de Acapulco tienen la mayor cantidad de población con estas características, representando 74.7% del total (162 habitantes) seguido por Juan R Escudero con 22.1% (48 habitantes). A San Marcos le corresponde 3.2%, con 7 habitantes que padecen alguna discapacidad.

La principal discapacidad es la visual, que afecta a 106 habitantes (48.9%), concentrándose en mayor medida en el municipio de Acapulco con 91 habitantes afectados. En segundo lugar, con 24.4% (53 personas) están los habitantes con discapacidad motriz, el municipio de Acapulco tiene a 32, Juan R Escudero a 17 y finalmente, en san Marcos hay 4 personas. En tercer lugar, la discapacidad auditiva representa 17.1%, de los cuales Acapulco tiene a 27 personas, Juan R Escudero a 8 y San Marcos a 2 personas. Finalmente, se encuentra la población con discapacidad mental y de lenguaje que representan 7.4% y 6.9% respectivamente, lo que implica, en el mismo orden, a 16 y 15 personas.

### **Educación**

El porcentaje de analfabetismo en la zona de afectación es superior al promedio estatal, a su vez más alto que el promedio nacional. La población analfabeta mayor de 15 años disminuyó ligeramente entre 1990 y 2000, al pasar de 26% a 25.5% respectivamente. Aunque la proporción se redujo, en números absolutos la población aumentó de 1,051 a 1,151 analfabetas de 1990 a 2000, en razón al crecimiento de la población de 15 años y más.

La población sin instrucción asciende a 21.6% en 2000, para el mismo año la que no terminó la educación primaria es también alto (34.5%), aunque disminuyó 4.54%.

Cuadro SD 5. Área de embalse: Analfabetismo en la población de 15 años y más.

Período	Población de 15 años y más						
	Total	analfabeta	%	sin instrucción	%	primaria incompleta	%
1990	4048	1051	25.96	868	21.44	1575	38.91
1995	4511	1156	25.63	NC		NC	
2000	4515	1151	25.49	973	21.55	1552	34.37

NC: información no considerada en el Censo de 1995

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda XI y XII y censo 1995, INEGI.

En las localidades de Tlalchocohuite, La Palma y Omitlán se concentra 50% de la infraestructura educativa. La infraestructura disponible asciende a 6 jardines de niños (84 alumnos), 6 primarias (540 alumnos), 1 secundaria (180 alumnos), 1 tele secundaria (38 alumnos) y un CEBETEF (80 alumnos).

### ***Presencia de grupos étnicos y religiosos***

La población hablante de lenguas indígenas de las localidades del área de embalse es de 20 personas mayores de cinco años; 40% se localiza en el municipio de Acapulco en las localidades de San José Cacahuatpec (87%) y Venta Vieja. En el municipio de San Marcos el total de la población se encuentra en la localidad de Plan Grande (cinco personas) y finalmente en el municipio de San Juan R. Escudero habitan siete personas hablantes de lenguas indígenas, tres en Omitlán, tres en La Palma y una en la localidad de Papagayo. Esta población es bilingüe.

En cuanto a la presencia de grupos religiosos, únicamente Omitlán, tercera población en importancia del municipio de Juan R. Escudero, mostró la presencia de un número significativo de practicantes no católicos, cerca de 20% se manifestó como no católica. Los pobladores de Omitlán fueron los únicos que manifestaron fricciones al interior de su comunidad, por causa de la profesión de una fe distinta a la católica. . (Encuesta a los Hogares ubicados en la zona de embalse del proyecto hidroeléctrico La Parota, julio, 2003 y Entrevistas sociopolíticas, 2003)

### ***Localización y caracterización de recursos y actividades culturales y religiosas<sup>2</sup>***

En este párrafo se identifican algunas actividades como fiestas patronales, platillos típicos, producción artesanal, actividades recreativas locales y recursos y actividades económicas asociadas al turismo.

La infraestructura es rudimentaria (pozas de aguas termales, albercas) a excepción de las instalaciones del Shotover Jet, empresa que se dedica a la atención de turistas nacionales e internacionales que llegan directamente de Acapulco para practicar descenso en río, lancha rápida o escalada.

<sup>2</sup> Información recabada mediante trabajo de campo en los meses de marzo y mayo del 2003

Cuadro CE 1. Infraestructura turística por localidad

POBLADO	INFRAESTRUCTURA TURÍSTICA
Dos Arroyos	Pozas de aguas termales, Plaza de Toros
Papagayo	SHOTOVER JET: embarcadero, alberca, estacionamiento, tienda de souvenirs, cocina, comedor, baños, pared para escalada en roca.
Omitlán	El puente que lleva el mismo nombre ha sido utilizado como set cinematográfico
Pochotlaxco	Sitio arqueológico con vestigios de cerámica Olmeca y basamentos piramidales del señorío Yopiltzinca.

En el Cuadro CE 2 se citan los festejos de las localidades; destacan las fiestas religiosas, así como, tradiciones milenarias, que se están perdiendo paulatinamente, como es el “pedimento de lluvias”.

Cuadro CE 2. Fiestas patronales que se efectúan en algunas localidades

Poblado	Festejo en honor a	Fechas
San José Cacahuatpec	Pedimento de Lluvia	24 de abril
Dos Arroyos	San Felipe de Jesús	3 y 7 de febrero
Xolapa	Santo Patrón de Chalma	Primer viernes de Semana Santa
Papagayo	San Antonio	17 de enero
	Virgen de Guadalupe	11 de diciembre
Omitlán	San José	19 de marzo
	Virgencita aparecida	8 de mayo
La Palma	Virgen de la Concepción	8 de diciembre

Respecto a las actividades recreativas, en el Cuadro CE 3 se indica la localidad y la actividad identificada. El tipo de actividad indica por sí misma la existencia de infraestructuras y servicios turísticos, generalmente de carácter rudimentario e informal.

Cuadro CE 3. Actividades recreativas locales

POBLADO	ACTIVIDADES RECREATIVAS
Dos Arroyos	Ir a las márgenes del río Papagayo los fines de semana a bañarse y comprar sandías
Papagayo	Ir a las márgenes del río para bañarse
Xolapa	Ir a las márgenes del río o a las Albercas en Tierra Colorada
Omitlán	Ir al río del mismo nombre.

Además se realizan otras actividades económicas (estacionales) ligadas al turismo, como las que se citan en el Cuadro CE 4, las que se caracterizan por realizarse sólo en determinadas temporadas del año y generalmente como actividades complementarias:

Cuadro CE 4. . Actividades económicas relacionadas con el Turismo

Poblado	Actividad	Época
Papagayo	Pesca de camarón, langostino y carpa de río Construcción de enramadas y venta de comida (en las márgenes del río)	noviembre a marzo
El Chamizal	Construcción de enramadas y venta de comida (en las márgenes del río) Pesca de camarón y pescaditos tipo charal.	noviembre a marzo

En el Cuadro CE 5 se indican las localidades en las que se pudo identificar la elaboración de productos artesanales, ésta se concentra en unos cuantos productos y su significado económico es reducido.

Cuadro CE 5. . Producción artesanal registrada por localidad

Poblado	Artesanías
La Unión	Elaboración de ollas y comales de barro
Xolapa	Elaboración de hamacas
Papagayo	Elaboración de hamacas
Omitlán	Elaboración de muebles

En el Cuadro CE 6 se describen algunos platillos que se elaboran en las comunidades de la zona estudiada.

Cuadro CE 6. . Platillos típicos por localidad

Poblado	Platillo tradicional
Omitlán	Tamal de cuatete y otros platillos a base de codorniz, iguana, langostino y camarón
La Ceiba	Pan de muerto (sólo en temporada)

Finalmente, se identificaron templos católicos en las localidades de San José Cacahuatpec, Xolapa y La Palma y sin templos católicos las localidades de Arroyo Verde, Pochotlaxco, Papagayo, La Ceiba (antes La Unión) y El Chamizal.

### **Principales actividades productivas**

El maíz es de gran importancia para la zona tanto por la generación de recursos obtenidos para su venta como para el autoconsumo y esto se refleja en las 172.50 has. sembradas totales. El cultivo de la jamaica es destinado totalmente para la venta e incluso el valor de su venta superó al del maíz, sandía, limón, papaya y mango como los cultivos de mayor importancia por el valor de su venta, sin embargo el mayor valor de venta anual de cultivos perennes se presentó en la concentración de cultivo perennes diversos (ciruela, huamuchil, guaje, chile, hilamo, etc).

La explotación de recursos forestales de la zona se destina principalmente para el autoconsumo y para la obtención de ingresos, más que una actividad eficiente de



producción de recursos es una actividad para sobrevivir y de hecho la recolección de leña fue la actividad más frecuente que la producción de madera.

El ganado bovino es el de mayor valor pero las aves de corral y el ganado porcino son los de mayor importancia en el autoconsumo, estas dos últimas especies son del tipo de posible crianza en traspatio. Los productos animales derivados de la ganadería fueron la leche, con un valor del total de venta mensual de \$2,848 pesos y el huevo de \$1,1510 pesos.

Fueron 119 hogares que reportaron pescar en ríos, riachuelos o lagos y las principales especies pescadas fueron el langostino con un volumen de venta declarada \$17,200 pesos, camarón \$4,650 pesos y otras especies (bagre, blanquillo, cabezuda, carpa, clavito, cuiles, chaparrita, charales, charra, enterradores, jalmiches, laguante, lisa, mojarra, potete, robalo, ronco, sardina, tilapia, truchas, trucha) \$1,300 pesos. Los montos señalan a la pesca como una actividad de primordial importancia para la alimentación y fuente de ingresos para la zona.

Además de la ganadería, y la pesca los habitantes de los hogares de la zona de embalse capturaron especies silvestres de la zona tanto para autoconsumo como para la venta. A partir del análisis de los datos del número de capturas, se podría concluir que este tipo de caza de animales es una actividad meramente de supervivencia debido a que las especies cazadas, se han destinado al propio consumo de los habitantes de la región en forma tradicional.

### **Ingreso per cápita**

De acuerdo a la información de la Encuesta a los Hogares Ubicados en la Zona de Embalse, muy pocas personas declararon haber percibido ingresos y al calcularse su ingreso *per cápita* se puede ver los bajos niveles de ingreso. El ingreso *per cápita* mayor corresponde a Omitlán y el más bajo correspondió a Chamizal y Tlalchocohuite. Sin embargo, ninguna localidad presenta ingresos mayores a 2 SM. No se considera significativo el dato de Tejería, ya que en esa localidad no se efectuó completamente la encuesta.

La PEA de la zona constaba de 345 trabajadores, de los cuales solamente para 108 se obtuvo información de sus ingresos. De la población con ingresos, la mayor proporción correspondió a quienes percibían máximo un salario mínimo con el 36% (cuadro A.X.3.1 y gráfica A.X.3.1 del anexo AASE).

Cuadro IV.2.3.2.1. PEA por sector de actividad e ingresos per cápita

Localidad*	Primario /1	Secundario /1	Terciario /1	Total		Ingreso per cápita	
				/1	Con ingresos	SM	
Chamizal	18	0	0	18	5	\$397	0.33
El Amate	2	0	3	5	5	\$2,152	1.78
La Venta Vieja	23	6	1	30	19	\$656	0.54
Omitlán	79	2	6	87	21	\$2,131	1.76
Papagayo	11	4	13	28	8	\$788	0.65
Plan Grande	20	1	3	25	3	\$474	0.39
Pochotlaxco	11	0	0	11	3	\$1,751	1.45
Tejería /2	3	1	1	5	5	\$3,024	2.50
Tlalchocohuite	31	5	7	43	31	\$397	0.33

\* Solo se incluyen las localidades que cuentan con información

/1 Ponderados /2 Sin ponderar

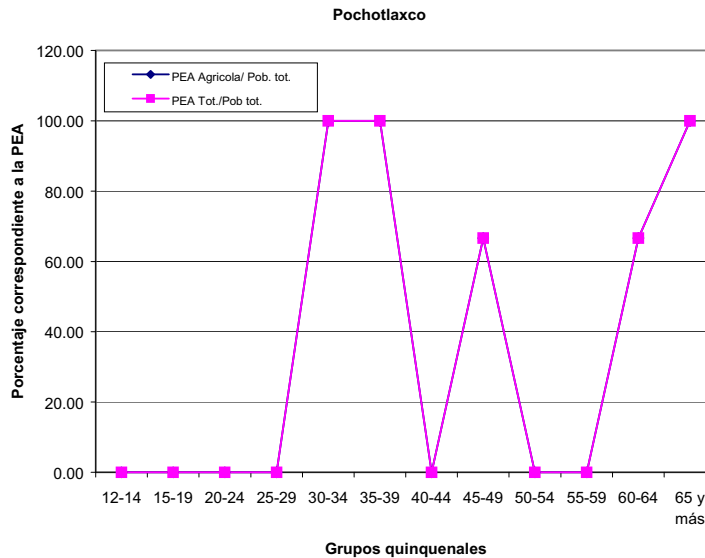
Fuente: Cálculos propios con datos de la Encuesta a los Hogares Ubicados en la Zona de Embalse del Proyecto Hidroeléctrico La Parota, Guerrero, junio 2003.

### El empleo en las localidades encuestadas

El análisis del empleo que se hace aquí parte de los datos arrojados de la encuesta, en donde se considera la Población Económicamente Activa (PEA) como indicador de empleo. Por dicha razón no se cuenta con la información para las localidades de: El Pedregal, El Palacio, El Zapote, Caserío I El Peregrino, Puente Omitlán, La Ceiba (La Unión), Vista Hermosa, Colonia Guerrero, El Guayabal, Arroyo Verde, San José Cacahuatpec, Dos Arroyos, Caserío II Paso El Camarón y Caserío III Balneario Agua Caliente. El empleo en las localidades encuestadas se caracteriza por ser mayoritariamente agrícola y con bajos ingresos y sin remuneraciones. Para realizar el análisis se considero la PEA agrícola como proporción de la población total, así como la PEA total como proporción de la población total; ambas por grupos quinquenales de edad.

### Pochotlaxco

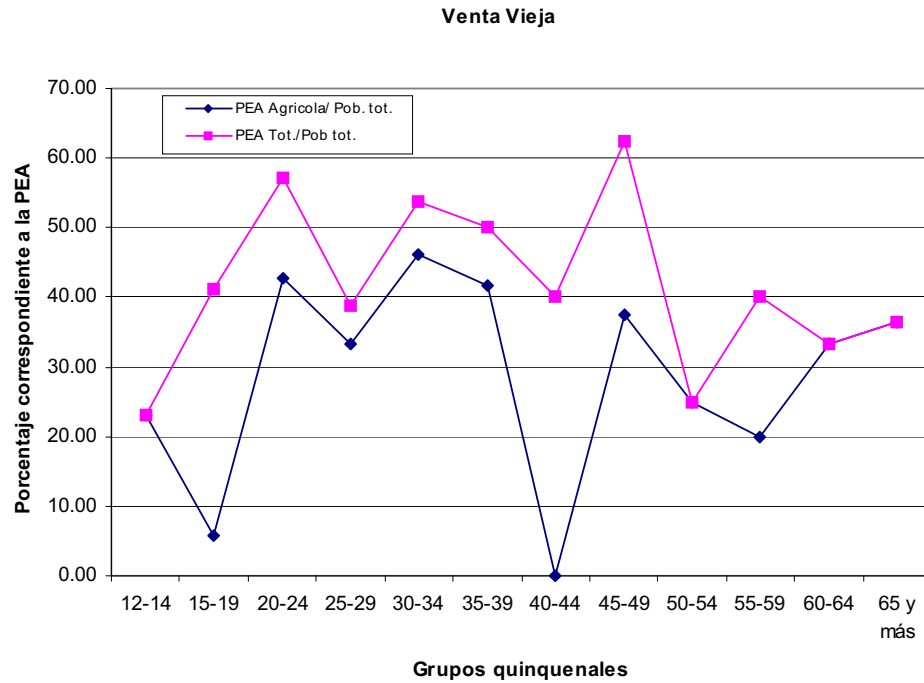
La encuesta reveló que en esta localidad toda su PEA (8 personas), se ocupa en actividades del sector primario (agricultura básicamente); todos sus habitantes de los grupos quinquenales de 30-34, 35-39 y 65 y más; forman parte de la PEA de la localidad, y más de la mitad de la población de los grupos quinquenales de 45-49 y 60-64 años forman parte de la PEA también.



En realidad la situación correspondiente a esta variable no ha cambiado desde el año 2000, ya que en este año toda la PEA ocupada se encontraba laborando en el sector agrícola.

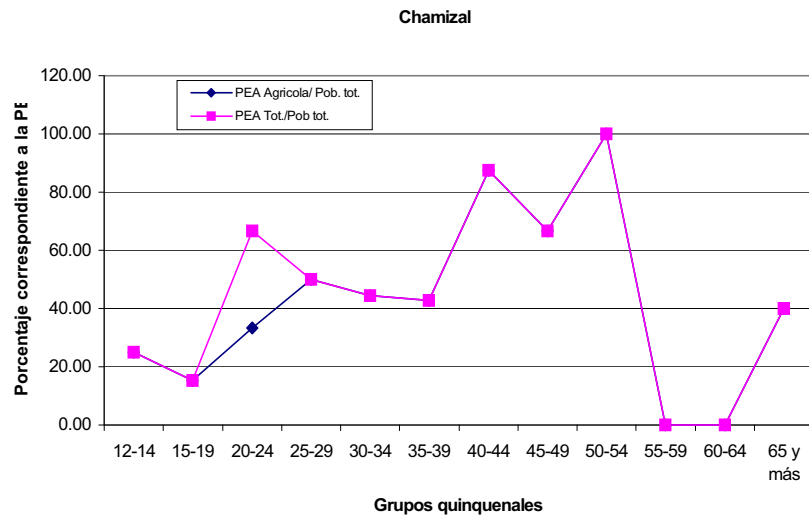
### Venta Vieja

La mayoría de su PEA, pertenece al sector primario; aunque en edades tempranas (15-24) la brecha entre la PEA agrícola y la PEA total relativas a la población total es considerable. El grupo quinquenal que más aporta a la PEA total es el de 45-49 (el 62.5% de las personas que pertenecen a este grupo forman parte de la PEA total). El grupo quinquenal que no aporta personal a la agricultura es el de 40-44. En los dos últimos grupos quinquenales (60-64 y 65 y más) toda la PEA se dedica a la agricultura por completo, puede ser debido a que las personas mayores a 65 años no tengan otra forma de subsistencia y por eso tengan que trabajar.



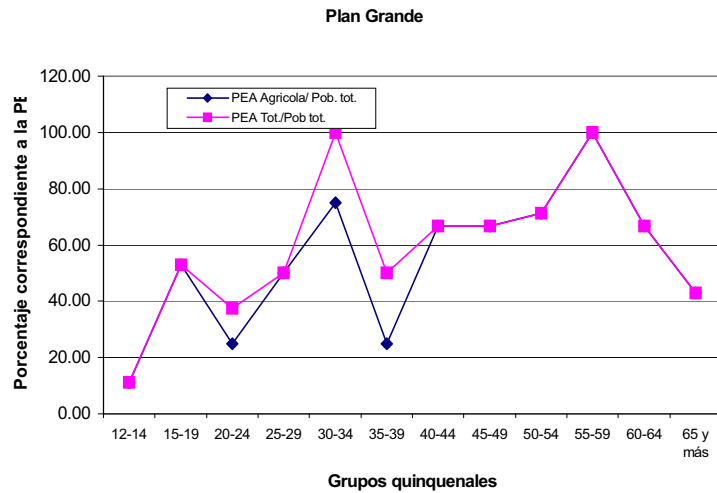
**Chamizal**

Casi toda la PEA (27 de 28) se dedica a actividades agrícolas. Sólo en el grupo quinquenal de 20-24 la PEA agrícola es de 50% con respecto a la PEA total. En el grupo quinquenal de 50-54 la población total de este grupo pertenece a la PEA.



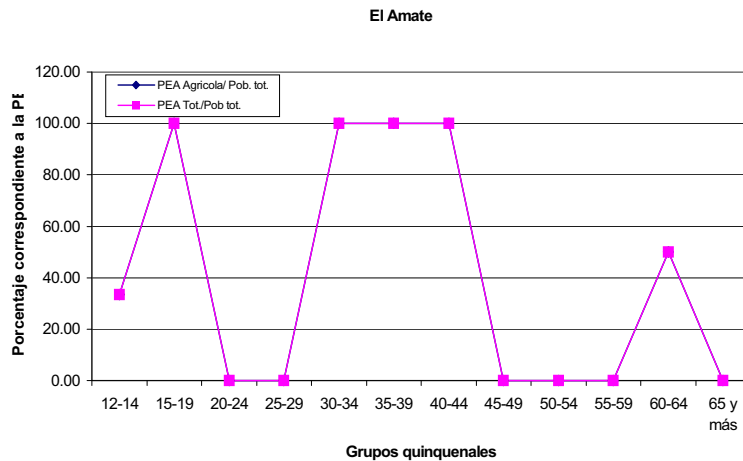
**Plan Grande**

En casi todos los grupos quinquenales la PEA total esta ocupada en el sector agrícola, a excepción de los grupos quinquenales de 20-24, 30-34 y 35-39, en los cuales la PEA agrícola es de 66, 75 y 50 por ciento respectivamente de la PEA total. Los únicos grupos quinquenales en donde toda la población pertenece a la PEA son 30-34 y 55-59.



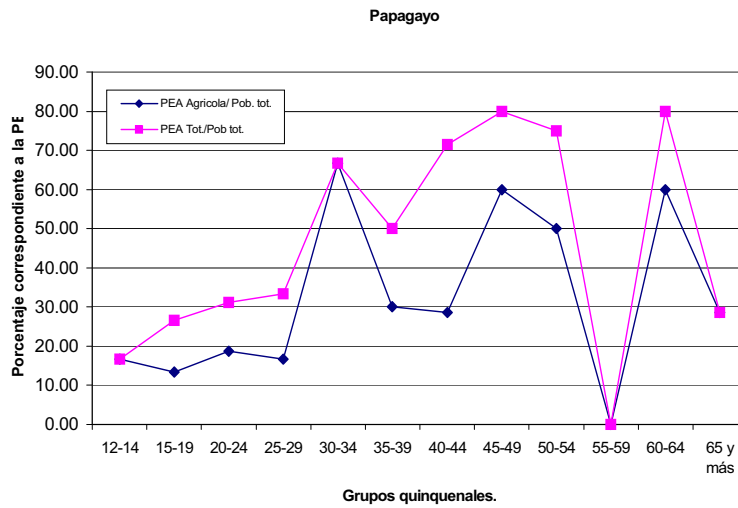
**El Amate**

La PEA de esta localidad es predominantemente agrícola y en la mayoría de los grupos quinquenales, las poblaciones totales de esos grupos son parte de la PEA. Debido a la poca población que existe en esta localidad, la gráfica de la PEA de ésta presenta tanta irregularidad, ya que para algunos grupos quinquenales la población total de ese grupo no aporta nada a la PEA (por que no existe población con estas edades), y en otros grupos quinquenales la población total pertenece a la PEA.



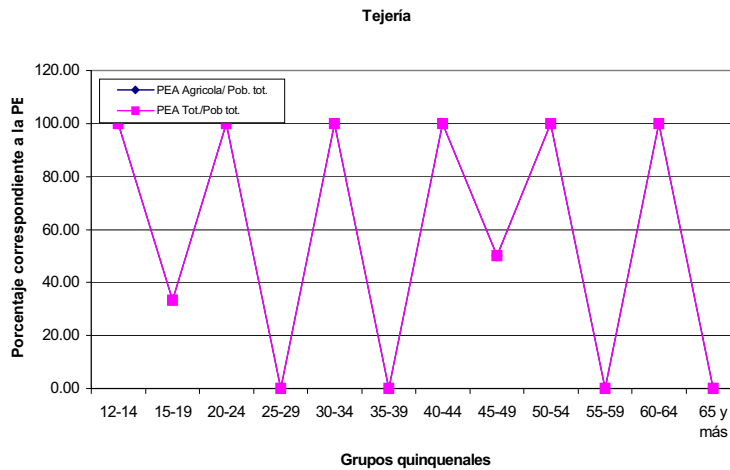
**Papagayo**

En esta localidad puede decirse que la diversidad de actividades económicas, es mayor que en todas las localidades anteriores, ya que la brecha entre la PEA total como proporción de la población total y la PEA agrícola como proporción de la población total es más continua; a excepción de los grupos quinquenales 30-34 y 65 y más en donde la PEA total es agrícola.



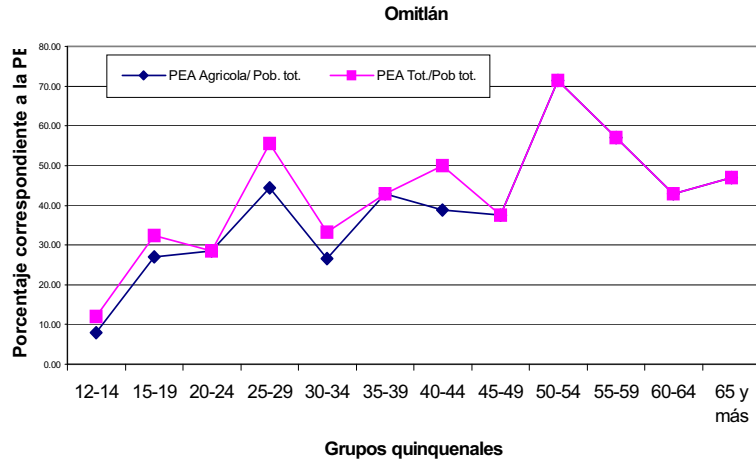
**Tejería (La Palma)**

Los resultados que arroja la encuesta, nos dicen que la PEA principalmente encuestada se dedica a la agricultura.



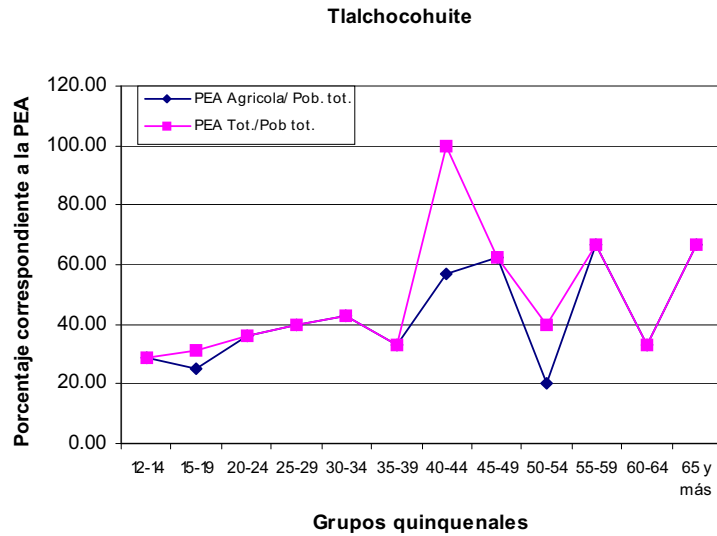
**Omitlán**

En los grupos quinquenales de edades laborales tempranas, la PEA agrícola ocupa en promedio el 83% de la PEA total (12-44 años), a partir del grupo quinquenal de 45-49 años la PEA total es puramente agrícola. El grupo quinquenal en el que la mayoría de su población pertenece a la PEA es el de 50-54 años.



**Tlalchocoquite**

Al igual que en casi todas las localidades, la mayor parte de la PEA de esta localidad se dedica a actividades agrícolas. Solo en los grupos quinquenales de 15-19, 40-44 y 50-54 la PEA agrícola es de 80, 57 y 50 por ciento respectivamente, a su PEA total.



***Competencia por el aprovechamiento de los recursos naturales. Conflicto por uso de recurso forestal y fauna***

En zonas rurales es común observar que los pobladores utilizan de manera regular los recursos forestales y fáunicos que de manera natural les ofrece el medio ambiente, tales como la tala de árboles para obtener madera, leña o carbón; la caza de especies animales de ornato o comestibles, y la recolección de plantas medicinales o de ornato, y que tienen un significado importante en la vida cotidiana de los pobladores.

Los objetivos de estas actividades pueden ser diversos, destacando uno fundamental: los pobladores obtienen una serie de bienes que son necesarios para su sostenimiento diario, y esto básicamente a través de dos procedimientos económicos: el autoconsumo y la venta en el mercado para allegarse ingresos monetarios.

En el caso del autoconsumo, la obtención de los recursos forestales y fáunicos de origen natural tiene como destino final a la propia familia, sea para adquirir alimentos y medicinas, para obtener fuentes de energía —como en el caso de la leña—, para disponer de materiales de construcción —como la madera—, o bien, para adquirir bienes de ornato, entre otros diversos fines. En el caso de la venta en el mercado para la obtención de ingresos monetarios, los bienes forestales y fáunicos son colocados en circuitos comerciales donde el campesino suele ser el inicio de una larga cadena dentro de la cual recibe pagos muy bajos. En otros casos, la mercancía también es colocada dentro de la propia comunidad porque es vendida a los propios vecinos, e inclusive, a través de mecanismos de trueque.

El significado cotidiano de estas actividades puede ser muy importante, porque *tiene relación con la supervivencia de las familias*: es común que sirvan para aumentar los precarios ingresos que generalmente obtienen por la siembra y cosecha de sus tierras y por la crianza de sus propios animales. Precisamente porque se trata de comunidades con sistemas de producción muy poco desarrollados —zonas de temporal, minifundistas y con escasa tecnología—, el uso de los recursos forestales y fáunicos naturales que les ofrece el medio ambiente puede marcar fácilmente la diferencia entre disponer o no en ciertos momentos de alimentos, medicinas y otros bienes necesarios.

Por lo anterior, es muy importante el estudio de estas actividades que se desarrollan en la vida diaria de las comunidades ubicadas dentro de la zona de embalse del Proyecto Hidroeléctrico La Parota, importancia que podemos resumir en cinco razones fundamentales, a manera de hipótesis de trabajo:

- ◆ La construcción del embalse de la presa desaparecerá una porción importante de las zonas de abastecimiento de recursos forestales y fáunicos naturales. Las comunidades que hasta el presente se han beneficiado de la adquisición de dichos recursos locales, verán canceladas las fuentes tradicionales de abastecimiento.
- ◆ La reubicación de las comunidades fuera del embalse trasladará las actividades forestales y fáunicas que hemos señalado hacia zonas localizadas dentro o cerca del espacio propio de otras comunidades; esta situación ocasionará una mayor competencia por los escasos recursos disponibles.



- ◆ La construcción de la zona de embalse y la reubicación de la población romperá cadenas de comercialización de productos forestales y fáunicos naturales, lo cual puede propiciar el desarrollo de conflictos derivados de la afectación de intereses económicos.
- ◆ La alteración significativa de las zonas de abastecimiento de recursos forestales y fáunicos naturales impactará negativamente los niveles de vida de los pobladores, en consecuencia, favorecerá un mayor empobrecimiento.

La serie de efectos negativos que se han señalado contribuirá a una valoración negativa de la construcción del Proyecto Hidroeléctrico La Parota de parte de los pobladores de la zona. Dicha valoración negativa podría ser utilizada como un incentivo para motivar el desarrollo de procesos de movilización social y política en contra del proyecto.

En el presente documento se hará un diagnóstico del uso de los recursos forestales y fáunicos naturales por parte de las comunidades ubicadas en la zona de embalse del Proyecto Hidroeléctrico La Parota, para evaluar las cuatro hipótesis anteriormente señaladas; todo con el objetivo de brindar mejores alternativas de compensación y desarrollo para las comunidades afectadas y mejores opciones de construcción de la presa, a través de la mitigación de conflictos potenciales.

### **Resultados sobre el uso de los recursos forestales**

El estudio del uso de los recursos forestales naturales se concentró en tres actividades: obtención de madera, leña y carbón.

*Resultado 1. Es muy bajo el porcentaje de familias que reportan haber obtenido, durante el último mes, madera de sus tierras o de la pertenecientes a la comunidad: sólo 6.7% de los casos (ver Cuadro CF 1).*

Cuadro CF 1. Familias que sacaron madera el mes pasado (porcentajes)

COMUNIDAD	Sí	No
	% fila	% fila
Chamizal	5.3%	94.7%
El Amate	25.0%	75.0%
La Venta Vieja	8.3%	91.7%
Omitlán	6.3%	93.7%
Papagayo	6.1%	93.9%
Plan Grande	10.0%	90.0%
Pochotlaxco	14.3%	85.7%
Tlalchocoquite	-	100.0%
<b>% DE LA ZONA</b>	<b>6.7%</b>	<b>93.3%</b>

Las zonas aledañas a las comunidades ofrecen diversas maderas, algunas de las cuales son consideradas finas, como son el cedro, el amate y la parota. La disposición de este recurso ofrece a los campesinos alternativas de autoconsumo, por ejemplo, para la construcción de sus propias viviendas y cercas, o para la fabricación de herramientas y muebles. Se trata así de un recurso que les permite cubrir diversas necesidades que, de

otra manera, se verían desatendidas en un mayor nivel si la única opción fuera su adquisición a través de medios monetarios.

Pero la disposición de maderas también puede favorecer el desarrollo de actividades de tipo mercantil, como son la tala para fines de comercialización, que realizan los campesinos para allegarse ingresos complementarios, los cuales, en no pocos casos, suelen hacerse al margen de la ley (tala clandestina).

La participación de la población en la tala de árboles y en la extracción de madera es muy baja: alrededor del 6.7% de los entrevistados. Esta baja participación puede tener tres explicaciones, entre otras más: 1) el peso de las regulaciones existentes y de las penalidades desincentiva la tala de árboles porque la convierte en una actividad peligrosa e ilegal; 2) el número de árboles es tan bajo por la deforestación de la zona, que ya no es muy costea la tala y venta de madera, y 3) ha crecido la preocupación respecto al deterioro ecológico de la región y a la necesidad de revertir el proceso de deforestación. La explicación puede ser una combinación de los tres procesos.

*Resultado 2: El porcentaje de familias involucradas en actividades de tala y comercialización de maderas es muy bajo: menor al 3% de los entrevistados. Sin embargo, en algunos casos, el número de árboles reportados es muy alto en términos relativos y, en consecuencia, su impacto ecológico también puede ser muy alto en el mediano y largo plazos.*

Del total de familias (14 familias) que reportaron haber obtenido madera de sus tierras o de sus comunidades durante el último mes, cinco informaron que habían extraído cantidades importantes, por ejemplo, 200 postes, 150 árboles o 100 barotes; asimismo, varios señalaron que habían obtenido ingresos por su venta. Este tipo de uso comercial de los recursos forestales de la zona, si bien es practicado por un número muy pequeño de familias, puede ser un factor importante en el proceso de deforestación que durante las últimas dos décadas ha venido sufriendo la zona. Deforestación que, en la opinión de los entrevistados se debe fundamentalmente a las actividades de tala, indistintamente de su destino al autoconsumo o a la comercialización.

*Resultado 3: La mayoría de los entrevistados: 64.7%, considera que las plantas, árboles y bosques que están alrededor de su poblado se han acabado (ver Cuadro CF 2), y que se ha debido sobre todo a la deforestación ocasionada por la tala inmoderada de árboles, cuyo impacto ha sido más grave que los efectos de la sequía sufrida durante los últimos años.*

La conciencia del deterioro forestal de la región está presente en la mayoría de los entrevistados, y entre las diversas explicaciones que al respecto se formularon, destaca la tala inmoderada de árboles como la más importante (31.6% de los casos), seguida por la sequía (14.9%).

Cuadro CF 2. Desde que usted se acuerda, diría que las plantas, árboles y bosques que están alrededor de su poblado:

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Se han extendido y hay más	41	19.1	19.1
Se han acabado	139	64.7	83.7
Se mantienen igual de bien	30	14.0	97.7
Se mantienen igual de mal	2	.9	98.6
Otra	2	.9	99.5
No sabe	1	.5	100.0
Total	215	100.0	

*Resultado 4: Esta conciencia “ecológica” que la mayoría de los pobladores tienen respecto al proceso de deforestación de la región es de carácter inicial: es inconsistente culturalmente y poco efectiva en términos prácticos, porque si bien el 32.4% de los entrevistados informaron haber colaborado alguna vez en actividades de reforestación (ver Cuadro CF 3), no encontramos que participen de manera importante en organizaciones orientadas sistemáticamente a favorecer el desarrollo de tales actividades). Sin embargo, dicha conciencia inicial puede ser el punto de partida para programas de conservación más consistentes.*

Cuadro CF 3. Alguna vez en la comunidad se unieron para: reforestar el bosque

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Sí	70	32.4	32.4
No	139	64.4	96.8
No contesta	7	3.2	100.0
Total	216	100.0	

*Resultado 5: Según la información disponible, las familias que se dedicaron a la extracción comercial de madera no tienen un nivel de vida diferente al que caracteriza en promedio a sus vecinos. No pertenecen así a un estrato social que tendría más recursos económicos o con menores niveles de privación, y, en consecuencia, mayor capacidad de decisión en ciertas problemáticas comunitarias. En esta perspectiva, la extracción comercial de madera constituye una actividad de supervivencia para los entrevistados, como también lo son muchas otras actividades económicas que desarrollan sus vecinos o ellos mismos.*

*Resultado 6: Las familias que se dedicaron a la extracción comercial de madera comparten las mismas opiniones de sus vecinos respecto a los niveles de confianza que hay en las comunidades, la disposición para el trabajo cooperativo y la existencia de conflictos. En consecuencia, sus niveles de integración no muestran, en el terreno de las opiniones, una orientación diferente a la que presentan los pobladores que no se dedicaron a extraer madera.*

En la encuesta se formularon cuatro preguntas para medir la opinión de los pobladores respecto a los niveles de integración que existía en sus comunidades. Las preguntas fueron las siguientes:

Pregunta 45. Por lo que usted ha visto, ¿qué tanta confianza se tiene la gente en esta comunidad, por ejemplo, para pedir o hacerse favores?: 1) Mucha, 2) Poca, 3) Regular (Espontánea), 4) Otra (Espontánea), 5) Ninguna (Espontánea), 6) Depende (Espontánea), 8) NS, 9) NC.

Pregunta 46. En los últimos años, ¿usted diría que la confianza entre la gente de su comunidad, ha aumentado o ha disminuido?: 1) Ha aumentado, 2) Ha disminuido; 3) Sigue igual (Espontánea); 4) Otra (Espontánea), 8) NS, 9) NC.

Pregunta 47. ¿Usted diría que la gente de su comunidad?: 1) Está unida y trabaja por la comunidad, 2) Sólo algunos trabajan por la comunidad, 3) Son desunidos, nadie trabaja por la comunidad, 4) Otra (Espontánea), 8) NS, 9) NC

Pregunta 48. Por lo que usted ha visto, ¿esta comunidad qué tan pacífica o conflictiva es?: 1) Muy pacífica, 2) Pacífica, 3) Conflictiva, 4) Muy conflictiva, 5) Normal (Espontánea), 6) Otra (Espontánea), 8) NS, 9) NC.

Las cuatro preguntas se resumen en el Cuadro CF 4). Se dividió a los entrevistados en tres grupos, según su nivel de integración: 1) Alta, 2) Media, y 3) Baja, según la respuesta que dieron a las cuatro preguntas señaladas anteriormente.

Cuadro CF 4. Niveles de integración

Nivel	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Alta	94	44.8	49.7	49.7
Media	75	35.7	39.7	89.4
Baja	20	9.5	10.6	100.0
Total	189	90.0	100.0	
Sin datos	21	10.0		
Total	210	100.0		

El grupo “Alta integración” está formado por el 49.7% de los entrevistados, y son aquéllos que tendieron a contestar de manera favorable las cuatro preguntas: la gente tiene mucha confianza; en la comunidad ha aumentado la confianza; la gente está unida y trabaja por la comunidad, y la comunidad es muy pacífica.

El grupo “Baja integración”, formado por el 10.6% de las personas, son los entrevistados que tendieron a contestar de manera negativa las cuatro preguntas: la gente tiene poca confianza; la confianza ha disminuido en la gente de la comunidad; la gente está desunida y nadie trabaja para la comunidad, y la comunidad es muy conflictiva o conflictiva. Finalmente, el grupo “Media integración” es el 39.7% de los entrevistados, y tiende a mezclar valores positivos y negativos o intermedios, como son “regular” o “sigue igual”.

Si cruzamos los datos anteriores, relativos al nivel de integración de los entrevistados, con la participación o no en actividades de tala de árboles para comercializar madera, encontramos que no hay ninguna diferencia estadística importante entre ambos subgrupos. Utilizando como medida de asociación la  $X^2$  (ver Cuadro CF 5), obtuvimos un nivel de significación de 0.767, con corrección de Monte Carlo.

Cuadro CF 5. Asociación entre nivel de integración y comercialización de madera

		Comercializaron madera el mes pasado		Total
		Sí	No	
Alta integración	Recuento	3	91	94
	Frecuencia esperada	3.0	91.0	94.0
	% fila	3.2%	96.8%	100.0%
Media integración	Recuento	3	72	75
	Frecuencia esperada	2.4	72.6	75.0
	% fila	4.0%	96.0%	100.0%
Baja integración	Recuento	0	20	20
	Frecuencia esperada	.6	19.4	20.0
	% fila	.0%	100.0%	100.0%
Total	Recuento	6	183	189
	Frecuencia esperada	6.0	183.0	189.0
	% fila	3.2%	96.8%	100.0%

*Resultado 7: En relación a la extracción de leña, la situación es muy diferente respecto a los datos sobre madera: el 62.9% de los entrevistados reportaron el desarrollo de tal actividad durante el mes anterior a la entrevista (ver Cuadro CF 6.)*

Cuadro CF 6. Extracción de leña durante el último mes

COMUNIDAD	Sí	No
	% fila	% fila
Chamizal	68.4%	31.6%
El Amate	25.0%	75.0%
La Venta Vieja	83.3%	16.7%
Omitlán	52.4%	47.6%
Papagayo	57.6%	42.4%
Plan Grande	60.0%	40.0%
Pochotlaxco	71.4%	28.6%
Tlalchocohuite	67.9%	32.1%
% DE LA ZONA	62.9%	37.1%

*Resultado 8: La importancia de la extracción de leña se explica por la naturaleza de las principales formas de abastecimiento de energía dentro del hogar: se utiliza leña para cocinar en el 78.1% de los casos (ver Cuadro CF 7), y sólo 1.4% tienen calentador de agua o boiler (Cuadro CF 8).*

Cuadro CF 7. Principal fuente de energía para cocinar

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Gas	40	19.0	19.0
Leña	164	78.1	97.1
Gas y leña	6	2.9	100.0
Total	210	100.0	

Cuadro CF 8. Disposición de calentador de agua o bóiler

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Sí	3	1.4	1.4	1.4
No	206	98.1	98.6	100.0
Total	209	99.5	100.0	
Sin datos	1	.5		
Total	210	100.0		

*Resultado 9: El porcentaje de pobladores entrevistados que extrajo leña para fines de comercialización es bajo: 13.3% (29 casos), si lo comparamos con aquéllos que sólo la obtuvieron para fines de autoconsumo: 32.9% (ver Cuadro CF 9). Es previsible que el principal destino de dicha comercialización hayan sido los vecinos que reportaron no haber obtenido leña.*

Si bien el porcentaje de entrevistados que se dedicaron a la extracción de leña para fines de comercialización fue muy bajo (13.3% de los casos), es muy posible que el destino principal de la venta sea un sector importante de la misma comunidad: el abastecimiento del 37.1% de los hogares que reportaron que no habían sacado leña durante el último mes (ver Cuadro CF 9).

Cuadro CF 9. Destino de leña que extraen los pobladores

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Extraen leña y venden	28	13.3	13.3
Extraen leña para autoconsumo	69	32.9	46.2
No extraen leña	78	37.1	83.3
Sacan leña pero no especifican para qué	35	16.7	100.0
Total	210	100.0	

Sin embargo, en este subgrupo de pobladores —que no extrajeron leña durante el último mes—, no todos utilizan dicha fuente de energía: encontramos un porcentaje significativo del subgrupo: 28.4%, que utilizaron el gas como principal recurso para cocinar alimentos (ver Cuadro CF 10), a diferencia de los sucedido con los demás pobladores, que lo utilizaron en porcentajes más reducidos.

Cuadro CF 10. Extracción de leña comparada con el principal combustible que se utiliza para cocinar

El combustible que más usan para cocinar:	Extracción de leña				Total
	Extraen y venden	Extraen para autoconsumo	No extraen leña	Extraen leña pero no especifican para qué	
Gas	1	8	22	9	40
	3.6%	11.6%	28.2%	25.7%	19.0%
Leña	26	59	53	26	164
	92.9%	85.5%	67.9%	74.3%	78.1%
Gas y leña	1	2	3		6
	3.6%	2.9%	3.8%		2.9%
Total	28	69	78	35	210
	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Que el destino de la comercialización de leña sea la misma comunidad, en específico los vecinos que reportaron la no extracción de leña, es un dato que puede detectarse de manera indirecta: si dividimos el número total de cargas de leña que se extrajeron: 1,642.2, entre el número de pobladores que brindaron algún tipo de información sobre el tema: 207 casos, obtenemos una media de 7.95 cargas (ver Cuadro CF 11); promedio que es muy semejante al grupo de informantes que señalaron que extrajeron la leña sólo para fines de autoconsumo: 7.38 cargas (ver Tabla 13 en el siguiente apartado), y que también es parecido al grupo que incluye únicamente a la población que señaló que utilizaba la leña como principal fuente de energía para cocinar: 8.71 cargas en promedio (ver Cuadro CF 12)

Cuadro CF 11. Grupo de entrevistados en general: estadísticos sobre la extracción de leña

Núm. de casos válidos	207
Núm. de casos perdidos	3
Media	7.953
Mediana	2.000
Moda	.0
Desv. típ.	24.2293
Suma	1646.2

Cuadro CF 12. Grupo de entrevistados que utilizan principalmente la leña para cocinar: estadísticos sobre la extracción de leña.

Núm. de casos válidos	167
Núm. de casos perdidos	3
Media	8.711
Mediana	3.000
Moda	.0
Desv. típ.	25.7914
Suma	1454.7

*Resultado 10: La población que extrae y comercializa leña consume el recurso natural en una proporción muy superior a los pobladores que sólo la destinan al autoconsumo: 27.4 cargas en promedio en comparación con 7.4 cargas respectivamente (ver Cuadro CF 13)*

Cuadro CF 13. Diferencias estadísticas en la extracción de leña entre los distintos destinos que le dan los pobladores

Destino de la leña	Estadísticos			
	Media	N	Desv. típ.	Suma
Extraen leña y comercializan	27.375	28	57.1963	766.5
Extraen leña para autoconsumo	7.378	68	8.8918	501.7
No extraen leña	.000	78	.0000	.0
Extraen leña pero no especifican para qué	11.455	33	18.8627	378.0
Total	7.953	207	24.2293	1646.2

Los datos proporcionados por la encuesta hay que tomarlos con reserva, debido a que las unidades de medida que utilizaron los entrevistados, en especial la llamada “carga”, es bastante imprecisa en términos cuantitativos: la mayoría mencionó que incluía 100 palos de aproximadamente 50 a 60 centímetros cada uno; otro grupo menor señaló que incluía 50 palos de tamaño semejante, y uno pocos entrevistados mencionaron que incluía cantidades algo diferentes. Sin embargo, el concepto “carga” parece que tiene que ver más bien con una medida de volumen: es, de manera aproximada, la leña amarrada que se puede sostener con los dos brazos. Por otra parte, también es necesario comentar que un grupo de entrevistados: 33 casos (17.1%) no quisieron brindar información alguna sobre el destino de la leña que obtenían; carencia que puede interpretarse —con mayor probabilidad—, como situaciones donde la extracción de leña estaría destinada preferentemente a la comercialización.

El grupo de pobladores que extraen leña para fines de comercialización, no obstante su número proporcionalmente inferior, reporta una cantidad superior de “cargas” en comparación con las extraídas por el grupo que la destina al autoconsumo: 766.5 cargas y 501.7 cargas respectivamente, cuyos promedios son estadísticamente muy diferentes a través de un análisis de varianza. En consecuencia, podemos concluir que la extracción de leña con fines comerciales, si bien es una actividad destinada al mercado comunitario, tiene una importante significación ambiental y posiblemente económica (ver Cuadro CF 14).

Cuadro CF 14. Análisis de Varianza (ANOVA) entre la variable “Número de cargas de leña” y “Destino de la extracción de leña”

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	(Combinadas)	15922.605	3	5307.535	10.260	.000
Intra-grupos		105011.271	203	517.297		
Total		120933.876	206			



*Resultado 11: El impacto ambiental de las actividades de extracción de leña, en el contexto de comunidades que no tienen programas para el desarrollo y protección de sus recursos forestales, es un factor que probablemente ha contribuido de manera muy importante a los niveles de deforestación que existen en la región. No obstante, es un problema ecológico originado por las condiciones de pobreza existentes, donde las familias no tienen opciones alternativas de energía debido a sus escasos recursos económicos, y recurren más bien a los bienes que les ofrece su entorno natural.*

*Resultado 12: En las zonas que se utilizarán para reubicar a las comunidades localizadas en la zona de embalse del Proyecto Hidroeléctrico La Parota, aumentará la presión sobre los recursos forestales y los niveles de deforestación existentes, debido a que los nuevos pobladores continuarán utilizando a la leña como su principal fuente de energía, pero también tendrán que compartir los escasos recursos forestales con los habitantes tradicionales.*

Resultado 13: En relación a la producción de carbón vegetal durante el último mes, sólo dos personas (1.0%) informaron que se dedicaban a tal actividad: una con 325 kg. y otra con 10 bolsas; en consecuencia, se trata de una actividad de poco impacto económico y ambiental en la zona (ver

Cuadro CF 15).

Cuadro CF 15. Pobladores que se dedican a la producción de carbón vegetal

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Sí	2	1.0	1.0
No	208	99.0	100.0
Total	210	100.0	

### **Resultados sobre el uso de los recursos fáunicos**

Para estudiar el tema del uso de los recursos fáunicos, procederemos inicialmente al análisis de la caza y destino de las principales especies que reportaron los entrevistados: iguana, armadillo, perico, tejón, víbora, güilotas y mapaches. Como se verá en el reporte, sólo la caza de las primeras dos especies: iguana y armadillo, tiene significado ambiental y económico. En todos los demás casos, la actividad es muy marginal.

*Resultado 14. La caza de iguana es una práctica muy extendida en la zona: 41.4% de las personas entrevistadas lo hicieron durante el año pasado (ver Cuadro CF 16), reportando un total de 715 animales. Según la información proporcionada, el destino fundamental es el autoconsumo, y sólo un grupo muy pequeño, 2.6%, comercializó los animales (entre 3 y 8 personas); en consecuencia, el impacto económico y ambiental de tal actividad está determinado, fundamentalmente, por dinámicas de supervivencia de parte de los pobladores de la zona, quienes recurren a la caza de especies animales naturales con el fin de compensar sus bajos ingresos y atender, de manera precaria, sus necesidades de consumo de alimentos.*

Cuadro CF 16. Personas que se dedican a la caza de iguanas

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Sí	87	41.4	41.4
No	123	58.6	100.0
Total	210	100.0	

El grupo que comercializó iguanas es muy desigual: cuatro informantes señalaron cantidades de 5 o menos ejemplares; tres personas más entre 13 y 24, y sólo un caso reportó un número significativo: 100 animales. Sin embargo, pese a esta situación, el impacto económico y ambiental de tal actividad es relativamente bajo, si lo comparamos con la mayoría de pobladores que, cazando iguanas, destinan el producto sobre todo al autoconsumo. Se trata, entonces, de un mecanismo de supervivencia y de atención precaria de sus necesidades alimentarias.

*Resultado 15. La caza de armadillo es una práctica menor en la zona si la comparamos con lo sucedido con la iguana, pero también es importante: 21.9% de las personas entrevistadas lo hicieron durante el año pasado (ver Cuadro CF 17), reportando un total de 362 animales.*

Cuadro CF 17. Personas que se dedican a la caza de armadillo

	Frecuencia	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Sí	46	21.9	21.9
No	164	78.1	100.0
Total	210	100.0	

*Resultado 16: El destino fundamental de la caza de armadillo es el autoconsumo, y un grupo muy pequeño (1.45% de los entrevistados) comercializó los animales. Se trata de un grupo proporcionalmente importante en términos del impacto ambiental, porque cazó, por sí solo, el 36.5% de los ejemplares reportados; asimismo, algunos de sus miembros tienen un nivel de vida que está por encima de la media de los pobladores de la zona. Sin embargo, son personas sin disposición perceptible al conflicto, porque además de su reducido número, cuentan con niveles altos de integración social y no tienen perfil de liderazgo natural.*

El grupo de personas que comercializó armadillos está integrado por cuatro pobladores, cuyo participación en la caza de armadillos es muy desigual: 2, 10, 20 y 100 ejemplares respectivamente. Pero lo interesante a destacar es lo siguiente: la persona que había informado la caza de 100 iguanas para fines de comercialización durante un año, es la misma persona que informó haber cazado 100 armadillos para fines de venta. Se trata, entonces, de una familia que ha entrado de manera sistemática a los circuitos de comercialización (¿ilegal?) de tráfico de especies animales, y que si bien maneja un porcentaje menor de especies, en comparación con las destinadas al autoconsumo, trafica por ella misma el 14% de las iguanas y el 28% de los armadillos.

¿Cuál es el perfil socio-cultural de este jefe de familia? ¿Es una fuente potencial de conflictos para la construcción de la presa, porque puede ver afectados sus intereses? No lo creemos. Por una parte, si bien se trata de una persona que tiene un nivel de vida superior a la media de sus vecinos (por ejemplo, cuenta con vivienda más grande y con mejores servicios), es una situación que puede explicarse porque combina varias actividades para obtener ingresos (obrero de la construcción, trabajo de tierras y venta de animales). Por otra parte, tiene un perfil de integración social alto, porque percibe a la comunidad de manera confiada, unida y pacífica, y además no participa en ninguna organización local, ni siquiera en asociaciones de padres de familia de la escuela. En consecuencia, es una persona que no cuente con algún perfil básico de liderazgo natural, y no se esperaría de él un comportamiento particularmente conflictivo respecto a la construcción de la presa.

Para concluir, es interesante destacar que esta persona, dedicada sistemáticamente a la caza de iguanas y armadillos para su venta, tiene muy poca conciencia ecológica: piensa que las especies animales de la zona “se mantienen igual de bien”. ¿Una justificación de sus actividades?, posiblemente.

*Resultado 17: La caza de pericos es una actividad muy poco desarrollada (ver Cuadro CF 18): sólo 2.4% de los entrevistados la ejercieron durante el último año, con una cantidad total de 10 animales; el destino de la mayoría es la venta (9 ejemplares). La caza de tejones también es muy baja: 3.3% de los entrevistados, con una cantidad de 38 animales. Se destina al mercado aproximadamente la mitad, y la otra es para autoconsumo. Y lo mismo sucede con las víboras (3.8% de los entrevistados), y los mapaches (1.0%). En el caso de las güilotas, si bien su caza también es una actividad poco extendida (4.8% de los entrevistados), y se obtuvieron 123 animales, su destino, en una proporción muy grande, es el autoconsumo.*

Cuadro CF 18. Caza de distintas especies animales

Especie	% de personas que los cazan	Número de animales cazados	Número de animales vendidos
Pericos	2.4%	10	9
Tejones	3.3%	38	20
Víboras	3.8%	19	15
Mapaches	1.0%	2	2
Güilotas	4.8%	123	3

*Resultado 18: Si consideramos en conjunto a las siete especies de animales que se cazaron en la zona, ¿qué nivel de especialización ha alcanzado las actividades de comercialización? La información disponible muestra que sólo 7.1% de los entrevistados (15 casos) se dedicaron a tal actividad, de los cuales, 9 se especializaban en cazar una sola especie; 6 personas se especializaban en cazar dos especies distintas, y sólo 1 persona reportó que cazaba cuatro especies diferentes.*

*Resultado 19. De las siete especies animales reportadas, dos se cazan en cantidades significativas: iguanas y armadillos, pero solo la última es importante para fines de comercialización. Por lo tanto, las principales causas y consecuencias ambientales y económicas de la caza de especies animales, está definida fundamentalmente por la dinámica de pobreza y autoconsumo de los pobladores de la zona: se trata, en términos generales, de una estrategia orientada a compensar los requerimientos de alimentos en un contexto de muy bajos ingresos en los hogares.*

*Resultado 20. No encontramos en las personas entrevistadas diferencias en sus niveles de integración social, considerando las distintas formas de participación que tengan en la caza de animales, y el destino que den a las especies para fines de comercialización. En consecuencia, es previsible que estas variables no influyan en el futuro cercano en el comportamiento político de la mayoría de los pobladores respecto a la construcción del proyecto hidroeléctrico La Parota. (ver Cuadro CF 19).*

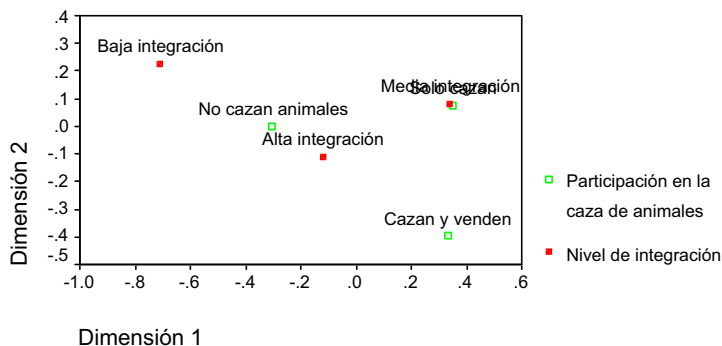
Cuadro CF 19. Tabla de contingencia. Variables: Nivel de integración y Participación en la caza de animales

Nivel de integración		Participación en la caza de animales			Total
		Solo cazan	Cazan y venden	No cazan animales	
Alta integración	Frecuencia	35	7	52	94
	Frecuencia esperada	36.8	7.0	50.2	94.0
	% de la fila	37.2%	7.4%	55.3%	100.0%
	% de la columna	47.3%	50.0%	51.5%	49.7%
	% del total	18.5%	3.7%	27.5%	49.7%
Media integración	Frecuencia	33	6	36	75
	Frecuencia esperada	29.4	5.6	40.1	75.0
	% de la fila	44.0%	8.0%	48.0%	100.0%
	% de la columna	44.6%	42.9%	35.6%	39.7%
	% del total	17.5%	3.2%	19.0%	39.7%
Baja integración	Frecuencia	6	1	13	20
	Frecuencia esperada	7.8	1.5	10.7	20.0
	% de la fila	30.0%	5.0%	65.0%	100.0%
	% de la columna	8.1%	7.1%	12.9%	10.6%
	% del total	3.2%	.5%	6.9%	10.6%
Total	Frecuencia	74	14	101	189
	Frecuencia esperada	74.0	14.0	101.0	189.0
	% de la fila	39.2%	7.4%	53.4%	100.0%
	% de la columna	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	% del total	39.2%	7.4%	53.4%	100.0%

Las conclusiones son: 1) El nivel de integración de los dos grupos de personas que reportaron que se dedicaban a cazar animales (sea para vender o no) es semejante, porque está más relacionado con el nivel de integración “medio”; 2) Las personas que no cazan animales están más relacionadas con un nivel de integración “alto”; 3) El nivel de integración “bajo” tiene más relación con el grupo que no caza animales, y tiene menor

relación con los grupos “Cazan y venden animales” y “Sólo cazan”; 4) Si bien existen las relaciones anteriormente señaladas, no son significativas estadísticamente. (Ver Gráfica CF1)

Gráfica CF 1. Puntos de columna y fila. Normalización simétrica.



### **Resultados sobre el marco institucional para el manejo de los recursos forestales y faunícos**

*Resultado 21. En el nivel federal de la administración pública, existe un marco institucional adecuado, tanto normativo como programático, para atender los problemas ambientales por el uso de recursos forestales y faunícos. Sin embargo, no tiene una contraparte local en el gobierno del estado de Guerrero, como tampoco en los gobiernos municipales involucrados: Acapulco, San Marcos y Juan R. Escudero.*

#### **Resumen**

Está constituida por 24 localidades, 16 que serán totalmente inundadas y ocho con inundación parcial, las primeras con una superficie de 58.5 has y una densidad promedio de 39.9 hab/ ha. Por su parte, las parcialmente inundadas, cuentan con una densidad promedio de 46.6 hab/ha. En una primera estimación, la población afectada es de aproximadamente 3,048 personas y 633 viviendas, sin embargo, estas cifras se deberán verificar de acuerdo al censo del sitio.

De esas 24 localidades, siete son caseríos escasamente habitados o utilizados con fines de explotación económica y sólo dos de ellos (El Puente de Omitlán y El Pedregal) tienen código de INEGI.

En el área de afectación directa ninguna localidad ha alcanzado un rango jerárquico, debido a su bajo volumen de población y a que no cuentan con servicios o equipamiento de cobertura microregional. La carencia de servicios públicos, particularmente en la

margen izquierda del embalse, puede agravarse con la construcción del proyecto debido a que, por su localización estratégica, la margen derecha tiene mejores condiciones para atraer los nuevos servicios, infraestructura y equipamiento, tanto de inversión pública como privada.

En el área del embalse se ubican 66.5 km de caminos de los cuales 44.4% corresponden a brechas, 25.1% a terracerías y sólo 30.5% a caminos pavimentados. Considerando a las veredas, se agregan 44.8 km, sumando una longitud total de 111.3 km de caminos. La mayor parte de la infraestructura vial que se localiza en el área del embalse corresponde al municipio de Acapulco, el municipio de Tecoanapa no resulta afectado y la mayor parte de las vialidades que se afectarían corresponden a caminos de bajas especificaciones técnicas (veredas, brechas y terracerías); las pavimentados, considerando la participación de las veredas, representan sólo 18.2% y sin considerarlas su proporción llegaría a 30.5%.

Las viviendas que serán totalmente inundadas ascienden a 528 mientras que en las localidades parcialmente afectadas, son 105 viviendas, para dar un total de 633.

Las viviendas de las localidades, total y parcialmente inundadas, muestran enormes carencias en la disponibilidad de agua entubada, servicio sanitario exclusivo, energía eléctrica y la mayoría cuenta con piso de tierra.

La carencia de prestaciones o cobertura para acceder a las diferentes instituciones de salud es muy alta pues 91% de la población del área afectada no cuenta con atención médica institucional. Existen solamente 3 centros de salud y sólo funcionan los de La Palma y Omitlán. Los habitantes de Venta Vieja acuden a Tierra Colorada para cubrir sus necesidades de servicios de salud.<sup>3</sup>

El porcentaje de analfabetismo en la zona de afectación es superior al promedio estatal, a su vez más alto que el promedio nacional. La población sin instrucción asciende a 21.6% en 2000, para el mismo año. La proporción de quienes no terminaron la primaria también es alta (34.5%), aunque disminuyó 4.54%. En las localidades de Tlalchocohuite, La Palma y Omitlán se concentra la mitad de la infraestructura educativa. La infraestructura disponible asciende a 6 jardines de niños (84 alumnos), 6 primarias (540 alumnos), 1 secundaria (180 alumnos), 1 tele secundaria (38 alumnos) y un CEBETEF (80 alumnos).

En cuanto a la migración, la mayoría de las localidades refleja la tendencia regional, esto es, adolece de una fuerte emigración, agudizada en el último decenio. Las localidades que pierden población son San José Cacahuatpec con - 0.73; Papagayo - 0.43, Tejería, La Palma - 0.96, Tlalcochohuite - 1.12 y Plan Grande - 0.1. Lo anterior se refleja en el grado de marginación, que para 1995, muestra sólo a La Palma con un nivel Medio, mientras que las localidades restantes tuvieron una marginación de nivel Alto y Muy Alto.

La ocupación principal de la PEA son las actividades agrícolas (cultivo de maíz, ganadería bovina, aves de corral y ganado porcino), el ingreso no es regular en el tiempo y predomina el trabajador familiar sin pago. Además de la ganadería, la pesca y la captura de especies silvestres de la zona son actividades importantes para el autoconsumo pero no para el intercambio. Es también el caso de la explotación de recursos forestales, pues

---

<sup>3</sup> Pliego, F. y Guzmán Andrade, A.

genera un ingreso adicional marginal que está lejos de constituir una actividad eficiente de producción de recursos, es más una actividad para la supervivencia. La recolección de leña fue una actividad más frecuente que la producción de madera.

El análisis del ingreso *per cápita* arroja resultados preocupantes pues ninguna localidad supera ingresos mayores a 2 SM. El nivel más alto corresponde a Omitlán y el más bajo a Chamizal y Tlalchocohuite. La PEA total de la zona era de 345 trabajadores, la mayoría ocupada en el sector primario, seguida con una proporción mucho menor, por el sector terciario y, por último, muy pocos trabajadores en industria.

No se identificó la existencia de organizaciones ambientalistas o ecologistas locales, sin embargo, muchos de los actores políticos locales importantes, tales como la CCI-D, CNC, tienen relación con redes ambientales *extrarregionales*.

El grado de desarrollo social de las localidades del área de embalse, se clasifica en cuatro zonas (ver Cuadro AC16 del Diagnóstico temático socioeconómico).

1. La franja central del embalse, desde Venta Vieja hasta la cortina por la margen derecha y hasta la Palma por el izquierdo, en donde prevalecen condiciones socioeconómicas relativamente *más favorables*, con presencia de factores de identidad cultural (Cacahuatpec), es la zona de mayor conflictividad política (Col Guerrero, Las Piñas), pero al mismo tiempo cuenta también con el mayor capital social (Chamizal, Omitlán y Venta Vieja);
2. un grupo intermedio ubicado en el margen izquierdo desde Agua Zarca a El Palacio, con condiciones sociales medias, baja conflictividad y en donde sólo Plan Grande contiene un capital social;
3. un segundo grupo intermedio formado básicamente por Papagayo y Xolapa con condiciones medias de desarrollo y baja conflictividad política,
4. y tres grupos de la periferia, distinguidos por áreas residuales, una al oriente hacia Sabanilla, otra al noreste con El Tepehuaje y la última norte hacia El Amate. En estas áreas, hay condiciones bajas y muy bajas de desarrollo, baja conflictividad, y que para estas áreas se contó con menos información para la evaluación.

## **Área de Afectación Indirecta 1. (Buffer 2 Km.)**

### ***Población y distribución por sexo<sup>1</sup>***

La población aumentó de 6 446 a 10 908 habitantes entre 1970 y el 2000, con una tasa de crecimiento promedio anual de 1.76%, inferior a la estatal y a la nacional. El crecimiento es diferenciado, entre 1970 y 1990 la tasa de crecimiento es de 1.58% y entre 1990- 2000 aumenta a 2.13%.

La emigración se refleja en los cambios de la composición por sexos, menos pronunciados con relación al área de afectación directa. Entre 1990 y 2000, la proporción de hombres disminuye de 50.85% a 49.34%, con el consecuente aumento en la participación de mujeres a 50.51%.

Las tres localidades más grandes del municipio de Acapulco son: Sabanillas, Altos del Camarón y Amatepec. La primera, una de las localidades menos afectadas, tiene el número más alto de habitantes del área y ha crecido a una tasa constante de 2.17%. La proporción de hombres aumenta ligeramente, de 50.37% a 50.47% entre 1990-2000.

La comunidad Altos del Camarón registró una tasa de crecimiento de 0.41% al pasar de 871 a 987 habitantes; en la década 1990 al 2000 la población decreció en -1.59%, es decir, de 1003 habitantes que existían en el primer año se redujo a 987 para el último año. En la composición por sexos existe un predominio femenino. En 1990 el sexo masculino representaba 48.95% en el 2000 equivalía a 47.62%, lo que va marcando una clara tendencia hacia la feminización de los hogares.

Durante los 30 años considerados Amatepec presenta una tasa de crecimiento anual de 1.82%. Cabe destacar que el periodo de mayor crecimiento fue de 1970 al 1990 ya que en la década 1990 – 2000 su población se incrementó en sólo 31 habitantes al pasar de 758 a 789 para el último año. Existe predominancia femenina en la composición de la población por sexos ya que en 1990 representaba 50.79% y en el 2000 se incrementó a 51.71%.

Existen dos localidades del municipio de Juan R Escudero que no registran datos históricos: Barranca de Apanlazaró y La Caseta (Estación Hidrométrica El Puente) cuya población en el 2000 fue de 5 y 11 habitantes, respectivamente.

San Juan del Reparó, en el censo de 1970 está registrada como una sola localidad (sus indicadores correspondientes a ese año están incluidos en San Juan del Reparó Norte, a efectos del análisis). Su núcleo de población está separado por un arroyo que divide al poblado en zona norte y sur, situación que debido al crecimiento de población fue conllevando a la independencia de ambas zonas como localidades separadas. Es hasta 1990 que el Censo de población registra esta circunstancia al presentar información específica de San Juan del Reparó Norte y San Juan del Reparó Sur, situación que se manifiesta en una importante disminución de la población de 1970 a 1990 en San Juan del Reparó Norte.

---

<sup>1</sup> Este análisis está basado en los datos de los Censos 1970, 1990, 2000 y conteo de 1995



En el 2000 San Juan del Reparó Sur es la localidad más grande del municipio perteneciente al área de afectación indirecta. De 1990 al 2000 su población se incrementó en 27.95% con una tasa de crecimiento de 2.46%. Con relación a la estructura por sexos, en esa década la proporción de hombres disminuyó sensiblemente en 5.63 puntos porcentuales al pasar de 52.73% a 47.10%, con el consiguiente aumento en la proporción de población femenina.

San Juan del Reparó Norte, presenta una importante reducción poblacional pasando de 1,367 en 1970 a 941 habitantes en el 2000, con una tasa de crecimiento negativa de -1.24%. Con respecto a su estructura por sexos se comporta en términos parecidos al de las demás comunidades de la región, es decir, el sexo masculino pierde terreno al pasar de 49.40% en 1990 a 48.88% en el 2000.

La localidad El Puente tiene un crecimiento constante con una tasa de 1.56% entre 1970 y el 2000, pasando de 531 a 849 habitantes entre esos años. Con respecto a su distribución porcentual de acuerdo al sexo, la localidad es atípica toda vez que aquí los hombres avanzan 0.57 puntos entre 1990 y el 2000 al pasar de representar 50.08% a 50.65%.

Palo Gordo posee una tasa de crecimiento de 3.56%. El arreglo de la población conforme a sexos marca una tendencia a la feminización ya que la población masculina durante la década 1990-2000, disminuye 3.48 puntos porcentuales al pasar de 50.53% a 47.05%.

Michapa creció a una tasa de 2.02%. Su distribución de acuerdo al sexo tiene un comportamiento moderado toda vez que entre 1990 y el 2000 el sexo masculino disminuye en 0.52 puntos, al pasar de 49.13% a 48.61%, creciendo, en contrapartida la posición relativa del sexo femenino.

Villa Guerrero crece moderadamente a una tasa de 1.56%, si bien desciende la participación de los hombres no deja de ser mayoritaria, al pasar de 59.34% a 56.59%.

Chacalapa de Bravos incrementó su población un 55.42% al pasar de 655 habitantes en 1970 a 1 018 en el 2000, con una tasa de crecimiento anual de 1.47%. En el 2000 existía un equilibrio en la composición de la población por sexo la proporción de hombres decreció en la década 1990-2000 en 3.11 puntos porcentuales al pasar de 53.11% a 50%.

### **Lugar de nacimiento**

Del total de la población ubicada en el área de afectación indirecta 97.09%, esto es 10 608 personas, nacieron en la entidad y únicamente 1.50% es decir 164 habitantes, nacieron fuera de la entidad. Acapulco tiene un porcentaje más bajo de los nacidos en la entidad, 96.98% lo que significan 4 654 personas y sólo 39 nacieron fuera del estado, esto es 0.81%. De Juan R Escudero 97.15% nacieron en la entidad y 2.02% fuera de ella, lo que en términos absolutos se expresa en 4 946 y 103 personas respectivamente, San Marcos tiene el mayor porcentaje de los nacidos en el estado, 97.32% que implican 1 018 habitantes mientras que los nacidos fuera de la entidad son 22 que en términos proporcionales representan 2.10%.

Cuadro SD 1. Porcentaje de la población a nivel municipal nacida dentro y fuera de la entidad con respecto a la población total, 2000

Municipio	Población total	Población nacida en la entidad	%	Población nacida fuera de la entidad o país	%
Acapulco	4799	4654	96.98	39	0.81
Juan R. Escudero	5091	4946	97.15	103	2.02
San Marcos	1046	1018	97.32	22	2.10
Total	10936	10618	97.09	164	1.50

Fuente: Elaboración propia con base al censo general de población y vivienda XII, INEGI.

Al igual que en el área de afectación directa es abrumador el porcentaje de los nacidos en el estado de Guerrero, pudiendo afirmar que además han nacido en las propias localidades, siendo relativamente insignificante el asentamiento de personas de fuera de la región.

### **Vivienda<sup>2</sup>**

De 1990-2000 el incremento en el número de viviendas fue de 35.93% al pasar de 1 645 viviendas particulares habitadas en 1990 a 2 236 en el 2000. De 1990 a 1995 existe un incremento de 22.43% registrándose 2 014 viviendas en el censo de este último año, y hacia el 2000 crece 11.02%.

En 2000, Juan R. Escudero ocupa el primer lugar en cuanto a número de viviendas. En 1990 Acapulco tenía el predominio en este aspecto. De los tres municipios considerados Juan R. Escudero posee 1,034 viviendas equivalente a 46.24%, Acapulco de Juárez cuenta con 981, que representa 43.87% y por último el municipio de San Marcos con 221, es decir 9.88%.

En 1990 se registraban en el área considerada 8 820 ocupantes en viviendas particulares, incrementando en 1995 a 10,789 ocupantes, lo que equivale a 22.32%. En el 2000, con 10 824 ocupantes, se incrementa sólo 3.21%.

Las localidades pertenecientes a Juan R. Escudero, presentan mayor grado de hacinamiento con 4.90 ocupantes en viviendas particulares. En la zona de referencia se presenta altos grados de hacinamiento, lo cual es fiel reflejo de la pobreza imperante.

Cuadro SD 2. Ocupantes en viviendas particulares y promedio de habitantes por vivienda. Municipios: Acapulco de Juárez, San Marcos y Juan R. Escudero, 1990-2000

Municipio	Viviendas Particulares habitadas	Ocupantes en Viviendas particulares	Promedio de ocupantes en viviendas particulares
Acapulco			
1990	801	4288	5.35
1995	880	4572	5.20
2000	981	4715	4.81
San Marcos			
1990	108	565	5.23

<sup>2</sup> Para el análisis se considera el periodo 1990 a 2000

Cuadro SD 2. Ocupantes en viviendas particulares y promedio de habitantes por vivienda. Municipios: Acapulco de Juárez, San Marcos y Juan R. Escudero, 1990-2000

Municipio	Viviendas Particulares habitadas	Ocupantes en Viviendas particulares	Promedio de ocupantes en viviendas particulares
1995	175	1034	5.91
2000	221	1046	4.73
<b>Juan R. Escudero</b>			
1990	736	3967	5.39
1995	959	5183	5.40
2000	1034	5063	4.90
<b>Total regional</b>			
1990	1645	8820	5.36
1995	2014	10789	5.36
2000	2236	10824	4.84

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda XI y XII y conteo 1995, INEGI.

Durante el período considerado (1990-2000) el incremento en el número de viviendas de las localidades del municipio de Acapulco fue de 22.47% al pasar de 801 a 981. La localidad de **Sabanillas** crece 17.39% y es la primera localidad en importancia en cuanto a mayor número de viviendas no sólo del municipio sino del total de localidades consideradas. **Altos del Camarón** aumenta de 207 a 228 viviendas. **El Reparito, Los Mayos y El Chorro (La Cascada)** son las localidades con menor cantidad de viviendas en el municipio de Acapulco, presentando en el 2000, 8, 5 y 3 viviendas, respectivamente. **Agua Zarca de la Peña** tiene un promedio de ocupantes en viviendas de 4.88 en el primer año considerado, aumentando a 5.36 en el 2000. **Garrapatas** registra hacinamiento, en 1990 su promedio de ocupantes por vivienda fue de 6.75 y para el 2000 disminuye a 5.42. Por último, en **Agua de Perro** y **Amatepec** el índice ha disminuido a 5.29 habitantes por vivienda.

Las doce localidades consideradas en el municipio Juan R escudero registraron crecimientos del número de viviendas del orden del 20 al 85% entre 1990 y 2000. Cuatro localidades concentran la mayor parte de las viviendas (71.09%): **San Juan del Reparó Sur** con 222 viviendas, 21.47% del total, **San Juan del Reparó Norte** con 213 viviendas y 20.60%, **Palo Gordo** con 153 viviendas y 14.8% y **El Puente** con 147 viviendas y 14.22%. Del resto de las localidades: **Michapa** creció de 63 a 80 viviendas, **Villa Guerrero (Jovero o Tajarito)** pasa de 46 a 64 viviendas, **Las Piñas** se incrementa de 40 a 57 viviendas.

#### *Materiales de construcción*

En 2000, de las 2 236 viviendas particulares, sólo 12 (0.54%) poseen paredes de material de desecho y lámina de cartón; 356 (15.92%) ostentan techo de material de desecho y lámina de cartón, principalmente esta última y 57.65% (1 289 viviendas) poseen piso de material diferente de tierra.

Cuadro SD 3. Tipo de Construcción de las viviendas particulares habitadas.  
 Municipios: Acapulco de Juárez, San Marcos y Juan R. Escudero, 1990-2000

Municipio	Viviendas particulares habitadas							
	Total	Con paredes de material de desecho y lámina de cartón	%	Con techo de material de desecho y lámina de cartón	%	Con piso de material diferente de tierra	%	
<b>Acapulco de Juárez</b>								
1990	801	2	0.25	89	11.11	394	49.19	
2000	981	1	0.10	161	16.41	626	63.81	
<b>San Marcos</b>								
1990	108	0	0	5	4.63	48	44.44	
2000	221	5	2.26	28	12.67	103	46.61	
<b>Juan R. Escudero</b>								
1990	736	5	0.68	68	9.24	345	46.88	
2000	1034	6	0.58	167	16.15	560	54.16	
<b>Total regional</b>								
1990	1645	7	0.43	162	9.85	787	47.84	
2000	2236	12	0.54	356	15.92	1289	57.65	

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda XI y XII, INEGI.

En la década de 1990 al 2000 el número de viviendas con piso de material diferente de tierra se incrementó en 63.77%, con techo de material de desecho y lámina de cartón aumentaron en 119.75%, con las paredes de material de desecho y lámina de cartón subieron un 71.43%.

De 981 viviendas ubicadas en las 9 localidades de Acapulco, solo una vivienda posee paredes de material de desecho y lámina de cartón y 16.41% cuenta con techo de material de desecho y lámina de cartón: tres localidades concentran el 87.58% de las viviendas con esta característica (Garrapatas, 42.11% de sus viviendas, Sabanillas, 20.49% y Altos del Camarón, el 14.91%). Por último, 626 viviendas (63.81%) tienen el piso de material diferente de tierra de las cuales las mas rezagadas en términos de cobertura local son: Garrapatas, Amatepec, Los Mayos, Agua Zarca de la Peña.

De 1,034 viviendas de las localidades de Juan R. Escudero sólo 6 cuentan con paredes de material de desecho y lámina de cartón (San Juan del Reparó Sur y Villa Guerrero). Con techo de material de desecho y lámina de cartón, 16.15% del total de viviendas, concentradas principalmente en San Juan del Reparó Sur, Palo Gordo y en San Juan del Reparó Norte, y en menor medida en El Puente, Las Piñas, Plan de Lima, Villa Guerrero, Michapa, El Tepehuaje y El Tepehuaje Dos.

Del total de viviendas, 560 poseen piso de material diferente de tierra siendo las localidades más representativas: Las Piñas con 78.95%, Plan de Lima con 68.52%, Villa Guerrero con 67.19%, Palo Gordo con 66.01% y San Juan del Reparó Norte con 62.91%. Entre las localidades más rezagadas se encuentran Michapa con 33.75% de las viviendas con piso de material diferente de tierra y San del Reparó Sur con 37.84%.

En Chacalapa de Bravos perteneciente al municipio de San Marcos, de 215 viviendas 2.33% poseen paredes con material de desecho y lámina de cartón, 12.56% cuentan con techo de material de desecho y lámina de cartón y 47.91% tienen piso de material diferente de tierra.

*Servicios*

En 2000, de las 2,236, viviendas pertenecientes a esta área 33.05% tienen agua entubada, 13.28% disponen de drenaje, 93.25% cuentan con energía eléctrica y con sanitario exclusivo, 23.21%.

De 1990 al 2000, las viviendas con el servicio de drenaje aumentaron en 147.5%, seguido del servicio de energía eléctrica (48.93%); el servicio de agua entubada se incrementó sólo en 30.8%.

Cuadro SD 4. Servicios básicos en viviendas particulares habitadas. Municipios: Acapulco de Juárez, San Marcos y Juan R Escudero, 1990-2000

Municipio	Viviendas particulares habitadas con:									
	Total	Sanitario exclusivo	%	Agua entubada	%	Drenaje	%	Energía eléctrica	%	
<b>Acapulco</b>										
1990	801	NC		233	29.09	61	7.62	648	80.90	
2000	981	199	20.28	72	7.34	113	11.52	922	93.99	
<b>San Marcos</b>										
1990	108	NC		39	36.11	11	10.19	83	76.85	
2000	221	50	22.62	119	53.85	28	12.67	193	87.33	
<b>Juan R Escudero</b>										
1990	736	NC		293	39.81	48	6.52	669	90.90	
2000	1034	270	26.11	548	53.00	156	15.09	970	93.81	
<b>Total</b>										
1990	1645	NC		565	34.35	120	7.29	1400	85.11	
2000	2236	519	23.21	739	33.05	297	13.28	2085	3.25	

NC: Información que no se considera en el censo

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda XI y XII, INEGI

Con relación al drenaje, el municipio Juan R. Escudero presenta la mayor cobertura con el 15.09% de las viviendas. San Marcos se encuentra en segundo lugar con 12.67% y el más rezagado es Acapulco (11.52%). En los tres municipios se presentó un incremento en este servicio durante la década 1990-2000.

El servicio de energía eléctrica presenta incrementos en los tres municipios durante la década considerada. San Marcos en la localidad más rezagada con 87.33% de las viviendas que poseen este servicio.

En lo concerniente a sanitario exclusivo: Juan R. Escudero con 26.11%, San Marcos con 22.62% y Acapulco de Juárez con 20.28% de sus viviendas que poseen el servicio.

En el 2000 las localidades que presentan mayor rezago del municipio de Acapulco son: Los Mayos donde las viviendas no cuentan ningún tipo de servicio, prosiguiendo Garrapatas donde con excepción del servicio de energía eléctrica, las 57 viviendas establecidas, no poseen otro servicio de los considerados en este estudio; Agua Zarca de la Peña que cuenta con 108 viviendas y con excepción de la energía eléctrica cuya cobertura es de 100%, presenta una vivienda con agua entubada, dos viviendas con drenaje y dos viviendas con sanitario exclusivo; Agua de Perro que registra 21 viviendas pero ninguna posee agua entubada ni drenaje y sólo 2 sanitario exclusivo. Ninguna de las viviendas pertenecientes a Altos del Camarón y Amatepec (con 228 y 146 viviendas,

respectivamente) cuentan con agua entubada, en la última sólo 2 viviendas cuentan con drenaje.

De las nueve localidades sólo 3 disponen agua entubada: Sabanillas con 70 viviendas, El Reparito con 1 y Agua Zarca de la Peña con 1 vivienda, resultando importante destacar la significativa disminución en este servicio en Altos del Camarón donde de 114 viviendas que contaban con el en 1990, en el 2000 se redujo a cero, Sabanillas cuya disminución en ese lapso fue de 30 viviendas al pasar de 100 a 70 y Agua Zarca de la Peña que en 1990 contaba con 18 viviendas que poseían este servicio reduciéndose en el 2000 a sólo 1 vivienda.

Las 113 viviendas con servicio de drenaje se distribuyen entre 5 localidades destacando Altos del Camarón, con 60 viviendas y Sabanillas con 43 viviendas, concentrándose en ambas 91.15% de las viviendas que cuentan con este servicio.

Como ya se señaló Los Mayos es la única localidad que no posee energía eléctrica. Entre las localidades que con una cobertura menor al promedio municipal destacan Amatepec con 91.78% y Sabanillas con 93.09%. Presentan cobertura total El Reparito, Agua Zarca de la Peña y Chorro.

En lo que respecta a sanitario exclusivo, el mayor número de viviendas con este servicio se concentran en Altos del Camarón y Sabanillas con 186 viviendas de un total municipal de 199, representando esas dos localidades el 93.47% de cobertura, destaca El Reparito donde de las 8 viviendas, 4 cuentan con este servicio.

Para Chacalapa de Bravos, en 1990 las viviendas con agua entubada representaban el 43.33%. En el año 2000, el porcentaje se incrementa a 55.35%. Con relación al servicio de drenaje, en 1990, escasamente 3 viviendas contaban con tal servicio, representando 3.33% y para el año 2000, se cuenta con una cobertura del 13.02%, lo que nos indica que solo 28 viviendas disponen del servicio del drenaje. El indicador referente a la energía eléctrica resulta menos castigado en comparación con los anteriores. En 1990 y el 2000 el porcentaje es 92.22% y 89.30% respectivamente.

Para el año 2000, 50 viviendas cuentan con sanitario exclusivo que, en términos porcentuales representa 23.26%.

Las localidades que presentan mayor cobertura en el servicio de agua entubada en el municipio de Juan R Escudero son: Villa Guerrero con 58 viviendas representando 90.63%, Palo Gordo con 131 viviendas que equivale al 85.62% de cobertura, El Puente con 124 viviendas cubriendo 84.35% de las viviendas en la localidad y Michapa con 65 viviendas lo que significa el 81.25% de las viviendas; representando entre todas el 68.98% del total de viviendas municipal. Cabe destacar que la localidad San Juan del Reparito Norte que a pesar de tener una cobertura local de 49.77% es la segunda en orden de importancia en cuanto al número de viviendas con este servicio. Entre las localidades que cuentan con menor cobertura en este servicio destacan San Juan del Reparito Sur donde se benefician sólo 5 viviendas de 222, Plan de Lima con 5.56% de cobertura, es decir 3 viviendas de 54 existentes.

Son escasas las viviendas que cuentan con el servicio de drenaje, las comunidades que presentan una cobertura superior al promedio municipal son: Plan de Lima con 13 viviendas y una cobertura local de 24.07%, El Puente con 32 viviendas lo que equivale a 21.77%, Palo Gordo con 32 viviendas lo que representa el 20.92% y San Juan del

Reparo Norte con una cobertura de 17.84% equivalente a 38 viviendas. En estas cuatro localidades se concentra el 73.72% de las viviendas que disponen de drenaje. Las demás localidades están por debajo de la promedio municipal, destacando por el rezago en este servicio El Tepehuaje y El Tepehuaje Dos con sólo 1 vivienda, Michapa con una cobertura de 8.75% equivalente a 7 viviendas de un total de 80 y Las Piñas donde se benefician 8.77% de las viviendas lo que significa 5 viviendas de un total de 57.

El servicio de energía eléctrica es el que presenta mayor cobertura, encontrándose por encima del promedio municipal Las Piñas con 98.25% de sus viviendas beneficiadas por este servicio; Plan de Lima con 96.30%, San Juan del Reparo Norte con 96.24%, San Juan del Reparo Sur con 95.50% y Villa Guerrero donde 93.75% de sus viviendas disponen de energía eléctrica. En las demás localidades esta cobertura se encuentra por debajo del promedio municipal, destacando por su rezago El Tepehuaje Dos donde de las 7 viviendas existentes, ninguna posee energía eléctrica y El Puente con una cobertura de 91.84%.

Si bien es escaso el número de viviendas con sanitario exclusivo, cabe destacar entre las localidades donde se extiende el mayor número de viviendas con este servicio, a Palo Gordo con 39.22% de cobertura equivalente a 60 viviendas, El Puente con 36.05% equivalente a 53 viviendas, Plan de Lima con 18 viviendas que cuentan con este beneficio lo que significa 33.33% de cobertura local y San Juan del reparo Norte donde se benefician 29.11% de sus viviendas, es decir 62. En estas cuatro localidades se concentra 71.48% de las viviendas municipales que gozan con el servicio de sanitario exclusivo lo que equivale a 193 viviendas. Entre las localidades más rezagadas en este aspecto en términos porcentuales figuran El Tepehuaje con 13.51% de sus viviendas con esta cobertura y San Juan del Reparo Sur con 13.96%.

### **Educación<sup>3</sup>**

A pesar de que el analfabetismo se ha reducido y que en el área aquí considerada sea más baja que en el área de afectación directa, no deja de ser alta. En 1990 la zona tenía 30.07% de analfabetismo, disminuyendo sólo 2.38 puntos en los 10 años siguientes y quedar en 27.69% para el año 2000, índice que es superior al estatal. La población que no tiene algún tipo de instrucción representa 25.92% y 31.92% no tiene la primaria completa, ello en 1990. Es decir, por lo menos 60% de la población mayor de 15 años no tiene preparación alguna y muy probablemente son analfabetas funcionales. Esta situación prácticamente se mantiene en la década siguiente aunque por un lado disminuye la población que no tiene algún tipo de instrucción, ello en 1.24 puntos al igual que la que tiene la primaria incompleta en 6.74, por lo que en general hablamos de una zona de muy bajo nivel educativo, comparable a la de los municipios más pobres del país, lo que en general hace por demás difícil el cambio en las actividades a las que tradicionalmente se dedican los habitantes de la zona.

---

<sup>3</sup> El análisis abarca la década 1990 - 2000

Cuadro SD 5. Analfabetismo en la población de 15 años y más. Municipios: Acapulco de Juárez, San Marcos y Juan R. Escudero, 1990-2000.

Municipio	Población de 15 años y más						
	Total	Analfabeta	%	Sin instrucción	%	Con primaria incompleta	%
<b>Acapulco</b>							
1990	2235	649	29.04	468	20.94	751	33.60
2000	2657	690	25.97	650	24.46	764	28.75
<b>San Marcos</b>							
1990	276	97	35.14	95	34.42	93	33.70
2000	555	169	30.45	146	26.31	165	29.73
<b>Juan R. Escudero</b>							
1990	2118	646	30.50	637	30.08	706	33.33
2000	2809	808	28.76	690	24.56	681	24.24
<b>Total</b>							
1990	4629	1392	30.07	1200	25.92	1550	33.48
2000	6021	1667	27.69	1486	24.68	1610	26.74

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda XI y XII, INEGI.

De las nueve comunidades consideradas dentro del estudio que pertenecen al municipio de Acapulco, Agua Zarca de la Peña es la tercera localidad que cuenta con un elevado índice de su población analfabeta. En 1990, 33.81% de su población de 15 años y más era analfabeta y lejos de disminuir se incrementa a 36.27% en el 2000.

Sabanillas reduce en 8 puntos su índice de analfabetismo entre 1990 y el 2000, quedando en este último año en 23.41%. , crece la población que no tiene instrucción alguna, ello en 5 puntos, siendo este índice de 23.41% en el 2000. Reduce en 4 puntos el índice de los que no tienen primaria completa para quedar en 28.6% para el 2000.

Altos del Camarón tiene una de la tasas más bajas de analfabetismo de la zona bajo estudio situándose en 19.1% en el 2000. También es baja la tasa de la población de este rango de edad que no tiene instrucción 21.7% en 1990 y 17.61% en el 2000. Con respecto a los que no poseen la primaria completa tiene un índice de 27.57% en el 2000, 5 puntos menor que el de la década anterior.

Amatepec decreció su nivel de analfabetismo en menos de un punto pasando de 24.74 % a 23.82%.

En las localidades del municipio de Juan R Escudero San Juan del Reparó Norte reduce su índice de analfabetismo, de 32.01% a 27.17%. La población sin instrucción se reduce en 8 puntos quedando en el 2000 en 24.34%. A pesar de ello 75% de su población mayor de 15 años tiene un muy bajo nivel educativo lo que determina que no sea nada fácil que se dediquen a otras actividades productivas. San Juan del Reparó Sur cuenta con un Índice de analfabetismo mayor. De 32.69% de la población analfabeta en el rango de 15 años y más que había en 1990, pasa a 36.52% en el 2000, mientras que los que tienen instrucción se reduce en 1.97 puntos entre este mismo período. No así en lo que respecta a los que tienen primaria incompleta que muestra un incremento de 2.44 puntos quedando para este último año en 30.32%.



El Puente disminuye en poco menos de 10 puntos su tasa de analfabetismo entre 1990 y el 2000, a pesar de lo cual es muy alta, 29.87% para este último año. Y aunque se reduce los índices de la población sin instrucción y que no han terminado la primaria, 13 y 10 puntos respectivamente entre 1990 y el 2000, quedan todavía muy elevados, 26.62% para los dos índices. Esto es, por lo menos 56% de su población mayor de 15 años cuenta con un muy bajo nivel de instrucción.

Michapa pasa de una tasa de analfabetismo de 32.16% a 25.97% en 10 años, reduce considerablemente tanto el porcentaje de la población de más de 15 años que no tiene instrucción como de la que no termina la primaria, la primera disminuye prácticamente en 10 puntos, quedando en 12.55% en el 2000, mientras que la segunda en 28 puntos al pasar de 40.94% en 1990 a 12.55% en el 2000. Aunque con indicadores menos graves que los de las demás comunidades de la zona considerada, no dejan de manifestar la limitada educación de la población.

Villa Guerrero pasa de tener un índice de analfabetismo de 25.98% a 22.36% entre 1990 y el 2000. El indicador de la población sin instrucción sólo se redujo en 2 puntos en la misma década, quedando en 22.36%.

En Palo Gordo una considerable parte de su población de 15 años y más es analfabeta. En 1990, 27.17% de su población no sabía leer ni escribir, disminuyendo a 26.90% para el 2000, en la variable que nos muestra aquellos que no cuentan con instrucción, esta decrece en 1.42 puntos para este mismo periodo. Los que no terminaron la primaria en 1990 era 31.16% de la población en este rango de edad, para el 2000 en 24.29%.

Para Chacalapa de los Bravos localidad del municipio de San Marcos la tasa de analfabetismo se reduce en 3 puntos para situarse en 29.42% en el 2000. Mientras que la población sin instrucción disminuye 6 puntos representando el 26.07% en el 2000.

### Salud

De los tres municipios en análisis, Juan R. Escudero es el que cuenta con mayor población y el que ocupa el segundo lugar en cuanto al porcentaje de población sin derechohabencia con 94.13%, prosiguiendo Acapulco donde el 90.54% de su población se encuentra en la misma situación. El municipio de San Marcos, con una población mucho menor a las dos anteriores, es la que posee el indicador más alto (96.27%).

Cuadro SD 6. Población sin derechohabencia a servicios de salud. Municipios Acapulco de Juárez, San Marcos y Juan R. Escudero. 2000

Municipio	Población total	Población sin derechohabencia a servicio de salud	%	Población con discapacidad	%
Acapulco de Juárez	4799	4345	90.54	70	1.46
San Marcos	1046	1007	96.27	21	2.01
Juan R. Escudero	5091	4792	94.13	92	1.81
Total Regional	10936	10144	92.76	183	1.67

Fuente: Elaboración propia con base al censo general de población y vivienda XII, INEGI.

Las nueve localidades que se analizan del municipio de Acapulco ostentan un elevado porcentaje de su población sin cobertura de salud, lo que se expresa en que el porcentaje sea de 90.54%. Por analizar unas cuantas localidades que resultan representativas dentro de nuestro universo de estudio, podemos observar que localidades con un considerable

número de pobladores no cuentan con este servicio como Sabanillas, Altos del Camarón, Amatepec y Agua Zarca de la Peña, que alcanzan porcentajes de 88.93, 83.28, 95.44 y 97.12, respectivamente. Resulta alarmante observar que en comunidades no muy grandes en cuanto a población, ninguno de sus habitantes cuenta con este indispensable servicio, como es el caso de Los Mayos y Agua de Perro, donde solamente una persona tiene derechohabencia a servicios de salud. Esta situación se torna más difícil al localizarse éstas en lugares apartados y con caminos deteriorados. La excepción es El Chorro (La Cascada) que posee 14 habitantes y 7 son derechohabientes a servicios de salud.

Chacalapa de Bravos del municipio de San Marcos, presenta un elevado indicador de población sin derechohabencia ya que 96.46% (982 habitantes de un total de 1 018) no dispone de este servicio.

Las localidades correspondientes al municipio Juan R Escudero presentan un indicador también elevado de población que no tiene acceso al servicio de salud alcanzando el 94.13% de sus habitantes en esas condiciones. E existen comunidades de este municipio en las que el porcentaje es más elevado. Por mencionar aquellas que rebasan la media municipal están: El Puente con 97.64% de la población sin este servicio, Michapa con 97.45%, San Juan del Reparó Sur con 98.01% y Villa Guerrero (Jovero o Tajarito) con 96.78%. Lo anterior, no quiere decir que las otras comunidades se encuentren en mejores condiciones respecto a este rubro, ya que superan el 84% de la población a la que no se le brinda atención médica, cifra aún elevada. Lo antes descrito nos muestran un panorama preocupante de las condiciones en que viven estas personas, situación que se ve agravada por el hecho de que no existan brigadas preventivas de salud por parte de los gobiernos municipales.

### ***Discapacidad***

En lo concerniente a la población con discapacidad, 1.67% de la población que habita en las localidades afectadas parcialmente presentan esta situación (183 habitantes). De los tres municipios considerados, Juan R Escudero reúne la mayor cantidad de población con estas características representando el 50.27% del total (92 casos) seguido por Acapulco con 38.25% (70 casos). A San Marcos le corresponde 11.47%, con 21 habitantes que padecen alguna discapacidad. El tipo de discapacidad que más se padece a nivel regional es la motriz, la que alcanza 36.61%, siendo el municipio de Juan R. Escudero quien concentra la mayor cantidad de población, con 50.74% seguido de Acapulco con 32.83% y San Marcos con 16.41%.

La discapacidad mental es, después de la motriz, la más relevante. En el ámbito regional, alcanza un porcentaje de 24.04, lo que en términos absolutos representan 44 casos, concentrándose, 23 de ellos en el Municipio de Acapulco (52.27%); 18 en Juan R. Escudero (40.90%) y sólo 3 casos en San Marcos (6.81%).

A nivel regional, otra de las discapacidades que se presenta con frecuencia en la población es la visual, la cual ocupa el tercer lugar con 20.22% de habitantes que la padece, es decir 37 casos, de los cuales, 22 habitan en Juan R. Escudero, lo que equivale a 59.45%, 11 en Acapulco, con 29.72% y 4 en San Marcos, representando 10.81%.

Cuadro SD 7. Tipo de discapacidad de la población. Municipios Acapulco de Juárez, San Marcos y Juan R. Escudero. 2000

Municipio	Tipo de discapacidad											
	Total	Motriz	%	Auditiva	%	Visual	%	Mental	%	Lenguaje	%	
Acapulco de Juárez	70	22	31.43	6	8.57	11	15.71	23	32.86	11	15.71	
San Marcos	21	11	52.38	5	23.81	4	19.05	3	14.29	1	4.76	
Juan R. Escudero	92	34	36.96	22	23.91	22	23.91	18	19.57	9	9.78	
Total regional	183	67	36.61	33	18.08	37	20.22	44	24.04	21	11.48	

Fuente: Elaboración propia con base al censo general de población y vivienda XII, INEGI.

Sabanillas ocupa el primer lugar municipal con 20 habitantes discapacitados concentrando el 28.57% de la población con estas características (70 casos). En segundo lugar podemos ubicar a Altos del Camarón con 19 discapacitados (27.14%) y Agua Zarca de la Peña con 11 discapacitados alcanzando 15.71% por señalar las localidades con mayor incidencia. Amatepec y los Mayos poseen 7 y 5 discapacitados, respectivamente, mientras que El Chorro (La Cascada) no presenta habitantes con alguna discapacidad. El Reparito y Agua de Perro poseen 2 discapacitados cada una y Garrapatas 4, entre las localidades con menor incidencia.

La discapacidad predominante es la mental con 23 habitantes afectados (32.86% de incidencia entre el total de discapacitados en el municipio) quienes están distribuidos en 6 localidades: Agua Zarca de la Peña con 7 habitantes (30.43% de incidencia), Los Mayos con 5 habitantes (21.73%), y Sabanillas, Garrapatas y Amatepec con 3 habitantes cada una con esa discapacidad (13.04%). Altos del Camarón con sólo 2 habitantes con esta deficiencia física (8.69%). El resto de localidades (Agua de Perro, El Reparito y El Chorro) no presentan ningún caso con esta discapacidad.

La discapacidad motriz es la segunda en importancia por su elevada incidencia municipal presentándose 22 casos. Las localidades que ostentan mayor incidencia son Sabanillas con 9, Altos del Camarón con 5 y Amatepec con 3 personas que sufren este mal. Entre las localidades que presentan menor incidencia están Los Mayos, El Reparito y El Chorro (La Cascada) que no registran habitantes con esta discapacidad, Garrapatas con un sólo caso, Agua de Perro y Agua Zarca de la Peña con 2 casos cada una.

Respecto a la discapacidad en lenguaje y visual, cada una de estas cuenta con 11 personas que la padecen, lo que equivale a 15.71% del total municipal. Para la primera, el 45.45% se localiza en Altos del Camarón (5 casos), 18.18% en Agua Zarca de la Peña, e igual porcentaje para El Reparito, con 2 personas cada una y 1 caso en Garrapatas y Sabanillas, respectivamente, lo que, de manera individual, equivale a 9.09%.

En lo concerniente a la discapacidad visual, son sólo tres las localidades donde se concentran estas personas, siendo Altos del Camarón la que concentra 54.54% con 6 casos mientras que Sabanillas y Amatepec con 36.36% y 9.09%, respectivamente, con 4 y 1 caso en este mismo orden. El resto de las comunidades no registran casos con esta deficiencia.

Son 6 las personas con discapacidad auditiva, registrándose 50% de los casos en la localidad Sabanillas con 3 habitantes, siendo la localidad con mayor incidencia en este rubro. Los 3 casos restantes se distribuyen entre Garrapatas (1 caso), Altos del Camarón (1 caso) y El Reparito (1 caso), lo que en términos porcentuales equivale a 16.66% para cada una de ellas.

De los 92 habitantes considerados con alguna disfunción, 41 se concentran en San Juan del Reparito Norte, lo que equivale al 44.56% de los casos registrados en las 12 localidades pertenecientes en este municipio. Prosiguen en orden decreciente, San Juan del Reparito Sur con 15.21%, El Puente con 11.91%, Palo Gordo 9.78%, Las Piñas con 7.60%, Michapa con 5.43%, Plan de Lima con 3.26% y El Tepehuaje con 2.17%. En Villa Guerrero (Jovero o Tajarito) y El Tepehuaje Dos no se presentan casos de discapacidad.

La discapacidad predominante es la motriz con 34 casos, equivalente al 36.96% del total, siendo la localidad San Juan del Reparito Norte la que presenta mayor cantidad de habitantes con esta disfunción, 18 personas, equivalente al 52.94 % de los casos. Palo Gordo con 5 casos, equivalente a 14.70%, El Puente y San Juan del Reparito Sur, con 4 casos cada una (11.76%) y por último Las Piñas con 3 casos (8.82%).

La siguiente discapacidad en importancia de acuerdo al número de afectados e la visual con 22 personas que la padecen (23.91% del total) siendo de nueva cuenta en San Juan del Reparito Norte donde se concentra el mayor número de habitantes en esta situación con 12 casos registrados, equivalente a 54.54%, Las Piñas presenta 3 casos, Palo Gordo y San Juan del Reparito Sur con 2 casos cada una, concluyendo con El Puente, Michapa y Plan de Lima con 1 persona cada comunidad que padece esta disfunción.

Al igual que la discapacidad visual, la auditiva cuenta con el mismo número de casos (23.91% del total de casos con discapacidad en el municipio). Nuevamente San Juan del Reparito Norte reúne la mayor cantidad de casos con 7 (31.81%). 5 casos en San Juan del Reparito Sur, 3 en Palo Gordo, así como también en Las Piñas, solo 2 casos en El Puente y uno tanto en Michapa como en El Tepehuaje.

Se presentan 18 casos con discapacidad mental concentrándose 7 en San Juan del Reparito Norte, lo que equivale al 38.88% y 9 casos de discapacidad de lenguaje cuya mayor incidencia es en Michapa con 4 casos.

De los 1,046 habitantes con suman las dos comunidades pertenecientes al municipio San Marcos, sólo 2.01% son discapacitadas, siendo la discapacidad motriz la de mayor impacto (52.38%). En segundo lugar, está la discapacidad auditiva (23.81%) y la visual con 19.05%, la Mental con 14.29% y por último la discapacidad del Lenguaje con 4.76%.

Es Chacalapa de Bravos la que resulta con más casos en cuanto al número de discapacitados (20 personas), siendo la motriz la que más padece la población (55%) seguida de la auditiva y la visual con 20% cada una y la mental con 15%. Solamente 1 persona cuenta con discapacidad de lenguaje (5%).

### **Actividades económicas<sup>4</sup>**

La población ocupada pasó de 1 811 a 2 185, es decir, se crearon 374 puestos de trabajo en el periodo. Con respecto a su distribución por sectores, el primario se incrementa en

---

<sup>4</sup> El análisis esta referido al periodo 1900 a 2000

casi un punto porcentual, pasando de un 68.42% a un 69.38%, por su parte el sector secundario avanza 1.59 puntos pasando de representar 9.44% en 1990, para después alcanzar 11.03% en el 2000. El sector terciario para el mismo periodo crece 4.81 puntos, pasando de representar 12.26% y llegar al 17.07% en el 2000.

En la localidad Sabanillas la población ocupada aumentó, siendo relativamente lento su crecimiento, pasando de 435 a 457. El sector primario tiene una caída de 10 puntos al emplear 64.83% a 54.49% de la población ocupada, ello en los 10 años considerados. En cambio los otros dos sectores crecieron, 0.39 y 10.43 puntos el sector secundario y el terciario respectivamente.

Altos del Camarón crece moderadamente, el sector primario emplea al 63.76% de la población ocupada, reduciendo su participación de casi 20 puntos mismos que se reparten en los otros sectores. El sector secundario aumenta su posición en 7 puntos, esto es de 7 a 27 personas ocupadas, estableciéndose en 9.06% en el 2000 mientras que el terciario lo hace en 13 puntos quedando 26.51% para el mismo año.

Amatepec disminuye en 60 personas ocupadas para el periodo, pasando de 209 a 149. El sector primario decrece en 68 personas al pasar de 182 a 114 personas ocupadas en el 2000. El sector secundario aumenta 5.85 puntos representando 8.72% de la población ocupada en el 2000, por su parte el sector terciario disminuye en 7 personas ocupadas lo que se traduce en que pase de 9.56% en 1990 a 8.72% en el 2000.

En San Juan del Reparó Sur se crea en una década 65 nuevos puestos. El sector primario es el que absorbe más empleos aumentando de 93 a 155, lo cual se reflejó en el incremento porcentual al aumentar 4.77 puntos y absorber 87.07% de la población ocupada. El sector secundario crece en 10 nuevos empleos al pasar de 3 a 13 personas ocupadas. Por último el sector terciario disminuye en 7 empleos quedando en el 2000 con 10 personas ocupadas.

San Juan del Reparó Norte tiene un incremento de 28.27% en su población ocupada al pasar de 148 a 190 entre 1990 y el 2000, creciendo el sector primario 3.67 puntos en el periodo, pasando de 74.32% al 77.89%, el sector secundario incrementa su personal ocupado, ello en 12 personas quedando en el 2000 en 17. El sector terciario aumenta su parte proporcional pasando de 4.73% a 12.11% en los años considerados.

El Puente reduce en 32 las personas ocupadas entre 1990 y el 2000, pasando de 149 a 117 para los años anteriores. Con respecto a su distribución por actividades el sector primario avanza 51.6 puntos, aunque en términos absolutos apenas lo haga en 52 personas y si bien el sector secundario avanza en casi 14 puntos sólo son 16 los nuevos puestos de empleo en el sector. El sector terciario incrementa en 3 los puestos de trabajo quedando en 9 para el 2000. Es la población que no tiene una actividad bien especificada en 1990 lo que determina que puedan crecer todas en la siguiente década.

Palo Gordo en la década 1990-2000 disminuye de 138 a 130 las personas ocupadas. El sector primario incrementa ligeramente su población ocupada a pasar de 45 a 49 personas ocupadas y es el predominante en la economía de la localidad ya que representa 87.07%. El sector secundario avanza de 2.65% a 7.30%. El sector terciario disminuye en 9.43 puntos representando en el 2000, 5.61% de la población ocupada con 10 personas empleadas en este sector.

Michapa crece en 75 las personas ocupadas durante los 10 años considerados, pasando de 24 a 99, aunque es el sector primario quien incrementa su posición relativa al pasar de ocupar a 13 personas y llegar a 83 entre 1990 y el 2000 lo que se traduce en un incremento porcentual de más de 29 puntos. El sector secundario ocupa 7 personas en 1990 y para el 2000 aumento sólo en una persona. El sector terciario incrementa en 4 personas las que allí se empleaban entre 1990 y el 2000 quedando 8 en el último año.

Villa Guerrero en los 10 años considerados sólo incrementa su población ocupada en 15 personas. También aquí crece el sector primario ya que en 1990 ocupaba a 35 trabajadores y en el 2000 ya eran 63, mientras que el sector secundario pasa de 12 a 3 personas ocupadas para los mismos años, el sector terciario reduce en 3 las personas ocupadas quedando en 8 en el 2000.

En Chacalapa de Bravos se incrementó el número de personas ocupadas al pasar de 49 a 76. El sector económico predominante es el primario, su importancia relativa disminuyó ya que de ocupar a 39 personas, representando 79.59% en 1990, en el 2000 decreció a 34 personas ocupadas y 44.74% su participación proporcional en la economía local. El sector secundario tuvo un incremento considerable al pasar de 1 a 24 el número de personas empleadas en el mismo. Como consecuencia de ello se incrementó su participación dentro de la economía local al pasar de 2.04% a 31.58%. El número de personas ocupadas en el sector terciario se incrementó de 7 a 13 en la misma década y su influencia dentro de la economía local paso de 14.29% a 17.11%.

### **Ingresos**

Para la región la situación es por demás grave, 54.23% de su población ocupada no recibe ingresos y 14.05% menos de un salario mínimo, esto es casi 70% de su población empleada ni siquiera reciben el llamado mínimo salarial. Sólo 19.22% se encuentra en el rango de 1 y hasta 2 salarios mínimos y 154 personas, 7.05% del total, recibe entre 2 y menos de 5 salarios mínimos. Ante ingresos tan bajos y ante las reducidas expectativas de mejora no es difícil optar por otras alternativas, por ello la emigración parece ser la más accesible, aunque no se descarta el conjunto de actividades ilícitas, sobre todo el robo y el secuestro, que se han incrementado aceleradamente en la región.

Acapulco tiene 53.36% de la población ocupada, esto es 1 166, de las cuales 47.94% no recibe ingresos, 15.87% menos de un salario mínimo, 22% entre 1 y 2 salarios mínimos y solo 7.63%, es decir 89 trabajadores, entre 2 y hasta 5 salarios mínimos. Por el peso que tiene, su comportamiento es similar al regional.

Las dos localidades pertenecientes a San Marcos poseen una población ocupada que representa sólo 3.75% del total regional, esto es 82 trabajadores de los cuales 25 no reciben ningún ingreso, 17 menos de un salario mínimo, 21 entre 1 y 2 salarios mínimos y solo 8 entre 2 y 5 salarios mínimos.

Cuadro SD 8. Niveles de ingreso de la población ocupada. Municipios: Acapulco de Juárez, San Marcos y Juan R. Escudero, 2000

Municipio	Población ocupada	No Percibe ingreso	%	Menos de 1 SMM	%	1 y hasta 2 SMM	%	2 y hasta 5 SMM	%
Acapulco	1166	559	47.94	185	15.87	253	22	89	7.63
San Marcos	82	25	30.49	17	20.73	21	25.61	8	9.76
Juan R. Escudero	937	601	64	105	11.21	146	15.58	57	6.08
Total	2,185	1,185	54.23	307	14.05	420	19.22	154	7.05

Fuente: Elaboración propia con base en el censo general de población y vivienda XII, INEGI.

Juan R Escudero cuenta con 42.88% de la población ocupada respecto al ámbito regional, esto es 937 trabajadores, de los cuales 64% no recibe ingresos, 11.21% recibe menos de 1 salario mínimo, es decir 75.21% de sus trabajadores ocupados no reciben los ingresos suficientes para subsistir, y sólo 21.66% obtiene más de 1 y hasta 5 salarios mínimos.

En Sabanillas el 48.36% de los 457 personas que constituyen la población ocupada no recibe ingresos, 12.04% menos de un salario mínimo, 21.23%, 1 y hasta 2 y 12.25% de 2 y hasta 5 salarios mínimos, lo que la convierte en la localidad con más alto número de personas que reciben ese nivel salarial.

En Altos del Camarón hay 298 personas ocupadas de las cuales 60.4% no reciben percepción, 13.76% menos de un salario, sólo 15.77% recibe de 1 y hasta 2 salarios mínimos y 19 personas tienen salarios de 2 y hasta 5 salarios mínimos.

Amatepec cuenta con 149 personas ocupadas de las cuales 51.01% no perciben ingresos, 12.08% reciben menos de 1 salario mínimo, 17.45% entre 1 y hasta 2 salarios mínimos y sólo 8 personas reciben de 2 y hasta 5 salarios mínimos equivalente a 5.37%.

De las 74 personas ocupadas en Garrapatas 39.19% no reciben ingresos, 22.97% menos de un salario mínimo, 22.97% reciben entre 1 y hasta 2 salarios mínimos y sólo 1 personas entre 2 y 5 salarios mínimos.

Para las localidades ubicadas en el municipio de Juan R escudero la situación tampoco es alentadora.

En San Juan del Reparó Sur 79.21% de las 178 personas ocupadas no reciben ingresos, 8.99% percibe menos de 1 salario mínimo, 14 trabajadores reciben de 1 y hasta 2 salarios mínimos y sólo 5 personas perciben 2 y hasta 5 salarios mínimos.

San Juan del Reparó Norte, de los 190 trabajadores ocupados 73.68% no percibe ingresos, y otro 10% recibe menos de 1 salario mínimo, sólo 13 trabajadores recibe 1 y hasta 2 salarios mínimos y 11 perciben 2 y hasta 5 salarios mínimos.

En Palo Gordo de 130 pobladores ocupados, 25.38% no perciben ingresos, 12.31% reciben menos de 1 salario mínimo, 38.46% perciben de 1 hasta 2 salarios mínimos y 16.15 % recibe de 2 y hasta 5 salarios mínimos.

El Puente tiene una baja percepción de ingresos toda vez que de sus 117 personas ocupadas 67.52% no recibe ingreso alguno y otro 25.24% percibe menos de 1 salario mínimo, es decir entre estos 2 grupos se explican los ingresos de 92.76% de población ocupada de la localidad, de allí que solamente 6 personas reciban 1 y hasta 2 salarios mínimos.

Michapa tiene escasos ingresos toda vez que de sus 99 personas ocupadas 82 no reciben ingresos, otras 6 menos de 1 salario mínimo, 7 perciben 1 y hasta 2 salarios mínimos, y sólo 3 obtienen 2 y hasta 5 salarios mínimos.

Villa Guerrero tiene una muy baja percepción de ingresos. De sus 75 personas ocupadas 60 no reciben ingresos, 5 reciben menos de 1 salario mínimo, sólo 9 trabajadores obtiene 1 y hasta 5 salarios mínimos.

En Chacalapa de Bravos hay 76 trabajadores de los cuales 21 no reciben ningún ingreso, 16 menos de un salario mínimo, 21 entre 1 y 2 salarios mínimos y solo 8 entre 2 y 5 salarios mínimos.

## Resumen

La tasa promedio anual de crecimiento poblacional es de 1.76%, inferior a la estatal y la nacional, lo que indica un despoblamiento. A pesar de ello, entre 1970 y el 2000 la población casi se duplicó al pasar de 6 mil a casi 11 mil habitantes.

El número de viviendas también aumentó 35.93% entre 1990 al 2000. En 2000, de las 2 236 viviendas particulares, sólo 12 (0.54%) poseen paredes de material de desecho y lámina de cartón; 356 (15.92%) ostentan techo de material de desecho y lámina de cartón, principalmente esta última y 57.65% (1 289 viviendas) poseen piso de material diferente de tierra.

Con relación al drenaje, se presentó un incremento en este servicio durante la década 1990-2000. El servicio de energía eléctrica presenta también incrementos durante la década considerada. De las localidades del buffer, San Marcos es la más rezagada con 87.33% de las viviendas que poseen este servicio. En lo concerniente a sanitario exclusivo, Juan R. Escudero cubre apenas 26.11%, San Marcos 22.62% y Acapulco de Juárez 20.28% de sus viviendas que poseen el servicio.

A pesar de que el analfabetismo se ha reducido y que el buffer es más bajo que en el área de afectación directa, sigue siendo alto. En 1990 la zona tenía 30.07% de analfabetismo, disminuyendo sólo 2.38 puntos en los 10 años siguientes y quedar en 27.69% para el año 2000, superior al estatal.

De los tres municipios involucrados en el buffer, las localidades de Juan R. Escudero cuentan con mayor población y ocupan el segundo lugar en cuanto a población sin derechohabencia (94.13%), seguido de las de Acapulco donde 90.54% de su población se encuentran en la misma situación. Las del municipio de San Marcos, con una población mucho menor a las dos anteriores, son las que poseen el indicador más alto (96.27%)

Entre 1990 y 2000, la Población Ocupada pasó de 1 811 a 2 185, es decir, se crearon 374 puestos de trabajo. Con respecto a su distribución por sectores, el primario se incrementó



de 68.42% a 69.38%, el sector secundario avanzó de 9.44% a 11.03% y el sector terciario creció de 12.26% a 17.07%.

De su Población Ocupada, 54.23% no recibe ingresos y 14.05% recibe menos de un salario mínimo. La mayoría (70%) ni siquiera recibe el llamado mínimo salarial, sólo 19.22% se encuentra en el rango de 1 a 2 salarios mínimos y 154 personas (7.05%) recibe entre 2 y 5 salarios mínimos. Ante ingresos tan bajos y ante las reducidas expectativas de mejora, la emigración parece ser la alternativa más seguida, aunque también podría explicar el acelerado aumento de actividades ilícitas, sobre todo de robo y secuestro.

Las localidades de esta zona no sufrirán afectación en sus viviendas pero si de la tierra perteneciente a algunos productores, situación que ante la casi total dependencia de las actividades agrícolas, implicará que para estos productores la afectación sea considerable.

## Área de Afectación Indirecta 2 (Cortina Abajo).

### Población distribución por sexo<sup>1</sup>

La población ha tenido un crecimiento mayor al 130%, al pasar de 6 401 habitantes en 1970 a 14 746 en 2000, esto es, tiene una tasa de crecimiento de 4.17%, tasa superior al de las otras 2 zonas consideradas, aunque es diferenciado ya que es menor en los 90, teniendo una tasa de crecimiento de sólo 2.32%, tasa que sigue siendo superior al resto de la zona de influencia de la hidroeléctrica. En el periodo de 1970 a 1990 la población se incrementó en 82.58%, de 1990 a 1995 en 27.60% y de 1995 al 2000 la población decrece en -1.11%. De acuerdo a la composición por sexo, se observa un ligero predominio de los hombres.

Cuadro SD 1. Evolución de la población total según sexo. Localidades ubicadas en el área de afectación indirecta (cortina abajo). 1970-2000

Periodo	Población total	Población masculina	%	Población femenina	%
1970	6,401	NC		NC	
1990	11,687	5,920	50.65	5,767	49.35
1995	14,913	7,568	50.75	7,345	49.25
2000	14,746	7,405	50.22	7,341	49.78

NC: No considerada

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda IX, XI y XII, y conteo 1995, INEGI.

Las comunidades con mayor población del municipio de Acapulco son: Amatillo (2,868 habitantes), Lomas de Chapultepec (1,977 hab.), Aguascalientes (1,437 hab.), La Concepción (1,249 hab.) y Cerro de Piedra (1,192 hab.), reuniendo entre las cinco a más de 59% de la población total del área considerada.

Amatillo se ubica en un corredor urbano que va desde la carretera federal hasta Aguascalientes lo que incluye las siguientes localidades: San Pedro Cacahuatpec, Oaxaquillas, Aguascalientes y El Embarcadero. Con una tasa de crecimiento de 4.9% anual es de las poblaciones de más alto crecimiento, pasando de 658 a 2868 habitantes en 30 años. En cuanto a su estructura por sexos si bien los hombres siguen siendo mayoría, su posición relativa ha disminuido de 53.86% a 52.02%, ello entre 1990 y 2000.

En el Conteo 95, el INEGI integró la localidad San Pedro Cacahuatpec en Amatillo, razón por la cual en ese año su población se incrementa de manera considerable. En 2000, el INEGI vuelve a separar ambos poblados con la consecuente disminución en los indicadores de Amatillo.

Lomas de Chapultepec ha tenido una tasa de crecimiento de 1.6% anual entre 1970 y 2000. Y si bien en 1990 los hombres eran mayoría para 2000 habían descendido en su participación en 1.08 puntos lo que equivale a 48.91% del total de la población.

<sup>1</sup> Este análisis esta basado en los datos de los Censos 1970, 1990, 2000 y Conteo de 1995.

Aguascalientes cierra el corredor urbano con una tasa de crecimiento de 3.1% pasó de 560 a 1437 habitantes en el periodo considerado. Contrariamente a las localidades anteriormente mencionadas, la población masculina ha incrementado su posición relativa pasando de representar 50.32% a 51.77% ello entre 1990 y 2000.

En 30 años La Concepción dobló su población pasando de 613 a 1249 habitantes entre 1970 y 2000, lo que implica una tasa anual de crecimiento de 2.8%. También aquí los hombres han aumentado su posición relativa al pasar de 50% en 1990 a 50.6% en 2000.

Cerro de Piedra se crea con el desarrollo de las graveras y ha mantenido su crecimiento de tal manera que en los 90 su tasa fue de 2.04%, pasando de 972 a 1192 entre 1990 y 2000. El sexo masculino aunque todavía es menor que el femenino creció al pasar de 47.63% a 49.41% ello entre 1990 y 2000.

Las Lomitas es la localidad con mayor cantidad de población en el municipio de San Marcos y para el periodo comprendido entre 1970 y 2000 su población desciende en 102 personas al pasar de 536 a 432. La caída en el porcentaje que representan los hombres también es alto 4.5 puntos entre 1990 y 2000 quedando dicho indicador para este último año en 47.7%.

Tanto El Chapopote como Las Palmitas no aparecen en el censo de 1970 y sólo tienen 32 y 33 habitantes respectivamente en el año 2000. Entre 1990 y 2000 en El Chapopote el sexo masculino, aunque mayoritario, disminuye su participación relativa en 2.43 puntos para quedar en el último año en 53.13%, mientras que Las Palmitas se mueve en sentido contrario ya que en 1990 los hombres representaban 38.46% y llegan al 48.48% esto es más de 10 puntos en una década, situación anormal para el conjunto de localidades de la zona, aunque también hay que considerar lo reducido de su población.

## **Vivienda**

Las viviendas particulares habitadas ascienden a 2,705, de las cuales 2,601 están localizadas en Acapulco, equivalente a 96.16% y sólo 104 están ubicadas en San Marcos.

En 1990 fueron censadas 2,004 viviendas, incrementándose hacia 2000 en 701 viviendas. Sin embargo, las 3 localidades pertenecientes a San Marcos, aumentaron en su conjunto sólo 11 viviendas, al pasar de 93 viviendas en 1990 a 104 en 2000, en tanto que en Acapulco se produjo un incremento en el número de viviendas de 36.11%, vale decir que aumentó de 1,911 viviendas a 2,601.

El número total de ocupantes en las viviendas particulares establecidas en toda esta zona fue de 14,622 habitantes. A Acapulco le correspondía 96.61% del total con 14,127 habitantes y a San Marcos sólo 3.39% con 495 habitantes.

El crecimiento en el número de ocupantes durante la década considerada fue de 25.18%, registrándose en 1990 11,681 ocupantes. A pesar del crecimiento señalado para la zona, en las localidades de San Marcos existió una leve disminución de 504 a 495 ocupantes durante el periodo 1990-2000, es decir, 9 habitantes menos (-1.79%). Acapulco fue quien impuso su tendencia al crecimiento en el número de ocupantes registrando un aumento de 26.39%.

Cuadro SD 2. Área de afectación indirecta. Promedio de ocupantes en viviendas.

Municipio	Viviendas particulares habitadas	Ocupantes en viviendas particulares	Promedio de ocupantes en viviendas particulares
Acapulco de Juárez			
1990	1911	11177	5.85
2000	2601	14127	5.43
San Marcos			
1990	93	504	5.42
2000	104	495	4.76
Total			
1990	2004	11681	5.83
2000	2705	14622	5.41

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda XI y XII, INEGI.

El promedio de ocupantes por viviendas particulares disminuye levemente durante la década de estudio de 5.83 a 5.41, muy similar al indicador de Acapulco. En San Marcos el promedio de ocupantes en viviendas particulares disminuyó de 5.42 a 4.78.

### Tipo de construcción

De las 2,705 viviendas particulares contempladas, 25 (9.24% del total) poseen paredes de material de desecho (todas localizadas en Acapulco); 693 (25.62%) ostentan techo de material de desecho y lámina de cartón, principalmente esta última y 1,351 (49.94%) poseen piso de material diferente de tierra.

De 1990 al 2000 el número de viviendas con paredes de material de desecho y lámina de cartón se reduce de 63 a 25 (-60.32%), en tanto que las que poseen techo de material de desecho y lámina de cartón se incrementan de 368 a 693 (88.32%) y las que cuentan con piso de material diferente de tierra aumenta de 783 a 1,351 (57.96%).

Del total de viviendas con techo de material de desecho y lámina de cartón censadas en 2000, 682 pertenecen a Acapulco, lo que implica 26.22% de las viviendas registradas en el municipio y 11 a San Marcos (10.58% del total de viviendas del municipio).

Casi 50% de las viviendas cuentan con piso de tierra en toda la región. En Acapulco, 48.94% de sus viviendas poseen piso de material diferente de tierra y en San Marcos, 75% de sus viviendas cuenta con estas características.

Cuadro SD 3. Tipo de construcción de las viviendas. Municipios: Acapulco de Juárez y San Marcos, 1990-2000

Municipio	Viviendas particulares habitadas						
	Total	Con paredes de material de deshecho y lámina de cartón	%	Con techo de material de deshecho y lámina de cartón	%	Con piso de material diferente de tierra	%
<b>Acapulco de Juárez</b>							
1990	1,911	61	3.19	356	18.63	715	37.41
2000	2,601	25	0.96	682	26.22	1,273	48.94
<b>San Marcos</b>							
1990	93	2	2.15	12	12.90	68	73.12
2000	104	0	-	11	10.58	78	75.00
<b>Total</b>							
1990	2,004	63	3.14	368	18.36	783	39.07
2000	2,705	25	0.92	693	25.62	1,351	49.94

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda XI y XII, INEGI.

## Servicios

De 2,705 viviendas registradas 808 (29.87%) disponen de agua entubada, 381 (14.09%) poseen drenaje, 2,586 (95.6%) cuentan con energía eléctrica y 605 (22.37%) tienen el servicio de sanitario exclusivo.

Estas cifras van dibujando el mapa de los rezagos existentes en la región; ya que, con excepción de la energía eléctrica, los demás servicios existen de manera marginal. Es importante destacar que a pesar de contar con el Río Papagayo muy próximo a las localidades consideradas (el cual abastece la mayor proporción de agua a la Ciudad y Puerto de Acapulco), muchas de ellas carecen del servicio de agua domiciliar y en otras son muy pocas las viviendas que cuentan con este vital líquido.

En la década 1990-2000 aumentó la cobertura del servicio de agua entubada de 349 a 808 viviendas, incrementándose 131.52%. De las 808 viviendas registradas con este servicio en 2000, 725 pertenecen a Acapulco, correspondiéndole 89.73% del total regional y 27.87% con respecto al total de viviendas consideradas en el Municipio.

En San Marcos son 83 las viviendas que disponen de agua entubada, equivalentes a 10.27% del total de viviendas de la región que disponen de este servicio y 79.81% del total de viviendas que le corresponden a este Municipio.

Con respecto al servicio de drenaje, en la década señalada existió un crecimiento de 74.77% en el número de viviendas que cuentan con este servicio, al pasar de 218 a 381 viviendas. De esta última cifra, 363 viviendas cuentan con esta cobertura en el Municipio de Acapulco, equivalente al 95.28% del total regional y al 13.96% del total de viviendas registradas en el Municipio.

En San Marcos son 18 las viviendas que disponen de drenaje, lo que representa 4.72% del total regional que cuenta con este servicio y 17.31% el total de viviendas con que cuenta este Municipio.

La energía eléctrica es el servicio mas generalizado con un crecimiento en la década considerada de 66.62%; ya que pasó de 1,552 viviendas con esta cobertura en 1990 a 2,586 viviendas en 2000. Acapulco representa el 96.52% del total regional de viviendas con este servicio, indicador que corresponde a 2,496 viviendas, significando también 95.96% del total de viviendas pertenecientes al Municipio.

En San Marcos 90 viviendas cuentan con esta cobertura representando 3.48% del total regional y 86.54% del total de viviendas que pertenecen a este Municipio.

De las viviendas que disponen de servicio de sanitario exclusivo, 578 corresponden a Acapulco, lo que representa 95.54% con respecto al ámbito regional y 22.22% con relación al total de viviendas en el Municipio.

En San Marcos son 27 las viviendas que cuentan con sanitario exclusivo, que equivalen a 4.46% del total de viviendas con este servicio en el ámbito regional y 25.96% del total de viviendas en el Municipio.

Cuadro SD 4. Servicios en viviendas. Municipios: Acapulco de Juárez y San Marcos. 1990-2000

Municipio / Período	Viviendas particulares habitadas	Viviendas particulares habitadas que disponen de servicio sanitario exclusivo	%	Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada	%	Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	%	Viviendas particulares que disponen de energía eléctrica	%
<b>Acapulco de Juárez</b>									
1990	1,911	NC		349	18.26	211	11.04	1,478	77.34
2000	2,601	578	22.22	725	27.87	363	13.96	2,496	95.96
<b>San Marcos</b>									
1990	93	NC		0	-	7	7.53	74	79.57
2000	104	27	25.96	83	79.81	18	17.31	90	86.54
<b>Total</b>									
1990	2,004	NC		349	17.42	218	10.88	1,552	77.45
2000	2,705	605	22.37	808	29.87	381	14.09	2,586	95.60

NC: No Considerada

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda XI y XII, INEGI.

## Salud

De una población total de 14,746 hab., se aprecia que 90.20% no cuenta con servicios básicos de salud. La falta de servicios médicos inclina a los pobladores a la utilización de medicina tradicional (herbolaria, brujos-curanderos, parteras, hueseros, etc.)

Cuadro SD 5. Población sin derechohabencia a servicios de salud. Municipios: Acapulco de Juárez y San Marcos. 2000

Municipio	Población				
	Total	Sin derechohabencia a servicio de salud	%	Con discapacidad	%
Acapulco de Juárez	14,247	12,883	90.43	163	1.14
San Marcos	499	418	83.77	9	1.80
Total	14,746	13,301	90.20	172	1.17

Fuente: Elaboración propia con base en el censo general de población y vivienda XII, INEGI.

De la población total, 1.17% presenta algún tipo de discapacidad. En el municipio de Acapulco se concentra 94.76% de la población discapacitada. Totalizando ambos municipios, 40.70% padecen discapacidad motriz, seguida de dificultades visuales con 31.98% y en menor grado se presentan problemas de lenguaje, ya que sólo lo padece 12.79% de la población. Es importante señalar que algunos pobladores padecen más de una discapacidad, por lo cual se registran más de una vez.

Cuadro SD 6. Tipo de Discapacidad de la población. Municipios: Acapulco de Juárez y San Marcos. 2000.

Municipio	motriz	%	auditiva	%	visual	%	mental	%	de lenguaje	%
Acapulco de Juárez	65	39.88	33	20.25	53	32.52	28	17.18	22	13.50
San Marcos	5	55.56	4	44.44	2	22.22	1	11.11	0	-
Total	70	40.70	37	21.51	55	31.98	29	16.86	22	12.79

Fuente: Elaboración propia con base en el censo general de población y vivienda XII, INEGI.

### Lugar de nacimiento

Del total de los municipios ubicados cortina abajo, encontramos que el 98% son pobladores nacidos en la entidad, sólo 0.53%, han nacido fuera de la entidad o país. Y 1.47 no queda especificado su origen.

Desglosando esta información, en las localidades que serán afectadas del municipio de Acapulco de Juárez sólo el 98.05% nació dentro del estado, y el 0.46% fuera de la entidad. Haciendo un comparativo con las localidades afectadas del municipio de San Marcos, éste presenta un mayor índice de pobladores nacidos fuera de la entidad con el 2.40%.

Cuadro SD 7. Población nacida dentro y fuera de la entidad. Municipios: Acapulco de Juárez y San Marcos. 2000

Municipio	Población total	Población nacida en la entidad	%	Población nacida fuera de la entidad ó país	%
Acapulco de Juárez	14247	13969	98.05%	66	0.46%
San Marcos	499	482	96.59%	12	2.40%
Total	14746	14451	98.00%	78	0.53%

## Empleo

### Población ocupada

Para el año 2000, 64.17% de la población total tienen más de 12 años, es decir, existen 9,462 habitantes con 12 años y más, de los cuales 60.54% (5,728 habitantes) pertenece a la población económicamente inactiva y 39.14% constituye la población económicamente activa. El municipio de Acapulco aporta 96.26% de población económicamente activa, debido a que agrupa un mayor número de localidades así como las comunidades con mayor población.

Cuadro SD 8. Población económicamente activa e inactiva. Municipios: Acapulco de Juárez y San Marcos. 2000

Municipio	Población de 12 años y más	PEA	%	PEI	%
Acapulco de Juárez	9,111	3,573	39.22	5,509	60.47
San Marcos	351	130	37.04	219	62.39
Total	9,462	3,703	39.14	5,728	60.54

Fuente: Elaboración propia con base en el censo general de población y vivienda XII, INEGI.

### Población ocupada por actividad

En 1970 el sector primario ocupaba 84.8% de las personas empleadas y para 1990 ya había descendido hasta 62.67% y seguía su caída hasta 53.17% en 2000. El sector secundario crece en casi 15.5 puntos en los 30 años comprendidos pasando de un 4.54% al 19.99% mientras que el sector terciario aumentó todavía más al crecer casi en 20 puntos y ocupar al 24.19% en 2000. Este crecimiento del sector terciario se debe a que algunas comunidades, sobre todo las más cercanas al mar, cada vez se vinculan más con la actividad turística, principalmente en lo referente a la venta de comida.

En las localidades del municipio de Acapulco el sector primario se contrae en 31 puntos pasando de representar 83.59% en 1970 al 52.77% en 2000. Es decir, a pesar de que la población crece considerablemente, cada vez más personas se dedican a otra actividad distinta a la agricultura, que es la actividad que absorbe a casi todo el sector primario de la región considerada. El sector secundario crece 26.7 puntos mientras que el sector terciario lo hace casi en 20 puntos, quedando el primero en 20.24% y el segundo en 24.29% ello para 2000. La cercanía de sus poblaciones más grandes a la carretera federal o a la playa, hace que sean las actividades terciarias las que crezcan más en esta zona.

En las localidades de San Marcos la población desciende siendo el sector más afectado el primario de tal manera que en 1970 representaba 95.48% de la población ocupada y para 2000 sólo al 63.85%.

El sector secundario pasa de ocupar 2 a 17 personas para los mismos años, mientras que el sector terciario pasa de ocupar 5 a 28 personas también para los mismos años.



Cuadro SD 9. Población ocupada en los principales sectores económicos. Municipios: San Marcos y Acapulco de Juárez.

Localidad / Concepto	Población ocupada						
	Total	sector primario	%	sector secundario	%	sector terciario	%
<b>Acapulco de Juárez</b>							
1970	1365	1141	83.59	67	4.91	64	4.69
1990	2,493	1,562	62.66	367	14.72	421	16.89
2000	3,532	1,864	52.77	715	20.24	858	24.29
<b>San Marcos</b>							
1970	155	148	95.48	2	1.29	5	3.23
1990	100	63	63.00	11	11.00	22	22.00
2000	130	83	63.85	17	13.08	28	21.54
<b>Total</b>							
1970	1520	1289	84.80	69	4.54	69	4.54
1990	2,593	1,625	62.67	378	14.58	443	17.08
2000	3,662	1,947	53.17	732	19.99	886	24.19

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda IX, XI y XII, INEGI.

Nota: Con respecto a la información presentada del censo 1970, dado que no se considera la variable "población ocupada", el porcentaje de la población ocupada en cada sector económico es con base a la población económicamente activa.

## Resumen

La población se incrementó en 130%, al pasar de 6 401 habitantes en 1970 a 14 746 en 2000, con una tasa de crecimiento de 4.17%, superior al área de afectación directa y del buffer de 2 kms. De acuerdo a la composición por sexo, hay un ligero predominio masculino.

Son 2,705 las viviendas particulares habitadas, de las cuales 96% están localizadas en la parte del buffer en el municipio de Acapulco, y sólo 104 están en San Marcos. En cuanto su construcción, 9% poseen paredes de material de desecho (todas en Acapulco); 25% ostentan techo de material de desecho y lámina de cartón y 50% poseen piso de material diferente de tierra. Así también, 29% disponen de agua entubada, 14% poseen drenaje; 95%) cuentan con energía eléctrica y 22% tienen el servicio de sanitario exclusivo.

Es decir que, con excepción de la energía eléctrica, los demás servicios existen de manera marginal. En cuanto al agua, muchas de ellas carecen del servicio de agua domiciliaria a pesar de su proximidad al Río Papagayo, el cual proporciona la mayor parte del abasto de agua a la Ciudad de Acapulco.

En cuanto a la salud, 90% no cuenta con el servicio, lo que lleva a los pobladores a utilizar la medicina tradicional (herbolaria, brujos-curanderos, parteras, hueseros).

Hacia el año 2000, 64% de la población total tiene más de 12 años, de los cuales 60% es económicamente inactiva y 39% activa. La mayor parte de la población económicamente activa de esta zona pertenece a localidades del municipio de Acapulco.

También para el 2000, la población ocupada en el sector primario es de 53% y de 24% en el secundario, mientras que la ocupada en el terciario aumentó debido a que algunas comunidades cercanas al mar, tienen actividades turísticas, principalmente por venta de comida.

#### **IV.2.4 Descripción y análisis de la estructura y función del sistema socioambiental regional: Diagnóstico ambiental regional.**

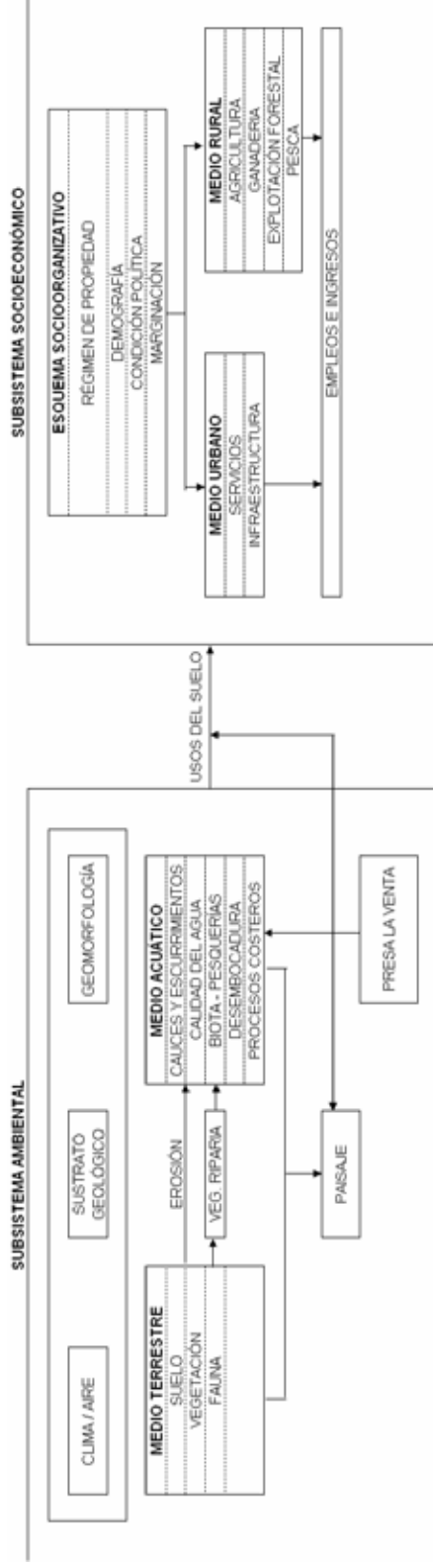
El sistema socioambiental de la región donde se pretende construir el proyecto hidroeléctrico La Parota es complejo, producto de la combinación de una serie de condiciones físicas y bióticas particulares a las que se agregan las actividades económicas y los procesos sociales de los pobladores de la región. Aunque la ocupación humana en la zona ocurre desde tiempos prehispánicos, al parecer es en las últimas décadas cuando las actividades antropogénicas se intensificaron y empieza a modificarse sustancialmente el entorno natural.

En la Figura DEFSA1 se presenta un diagrama con los principales componentes del entorno y las interacciones fundamentales que se presentan entre ellos. No se pretende desarrollar un modelo exhaustivo en el que se visualicen todos los componentes y las múltiples relaciones que se presentan entre todos ellos, ya que ello dificultaría visualizar los procesos que determinan el funcionamiento del sistema socioambiental.

Las condiciones del relieve, el sustrato geológico y el clima imperante en la zona son los factores determinantes del desarrollo del suelo y de las comunidades vegetales presentes. En la mayor parte de la cuenca del Río Papagayo – Omitlán, el sustrato geológico se compone de rocas de origen intrusivo y metamórfico; la pendiente de los terrenos es elevada alcanzando incluso los 90°, lo cual causa que el desarrollo de los suelos en la mayor parte de la cuenca sea escaso, por lo que generalmente son someros, pedregosos con baja capacidad para retener agua y poca fertilidad. Debido a la alta pendiente y a la presencia de lluvias torrenciales, la erosión del suelo (y en algunas zonas del propio material parental) es alta. Sólo en las superficies ubicadas en los fondos de los valles y junto a los cauces de los arroyos o del río, es posible encontrar terrenos con un suelo desarrollado con profundidades mayores y por tanto, con mayor potencial agrícola. Estas últimas zonas aunque no son de gran extensión, debido a su calidad son de gran importancia para productividad económica de la región.

Las características del suelo y del relieve ya descritas, aunadas a la estacionalidad de las lluvias, son los factores que determinan las condiciones de una baja disponibilidad de agua para la vegetación durante la mitad del año, lo cual ocasiona que el tipo de vegetación predominante en la región, como en la mayor parte de la costa del Pacífico Mexicano, desde Sinaloa hasta Guerrero, sea la Selva Baja Caducifolia (Rzedowsky, 1978). Sólo en ciertas condiciones que favorecen la acumulación de humedad o una menor exposición a la insolación es posible encontrar Selva Mediana Subcaducifolia. A mayores altitudes es posible encontrar vegetación de matorral xerófito, y bosques templados. En algunas laderas cercanas al río Papagayo se desarrolla vegetación sabanoide.

Figura DEFSA 1. Estructura del sistema socioambiental



Los recursos forestales maderables son escasos en la vegetación de selva baja, debido al bajo porte de las especies y a la ramificación de los ejemplares a baja altura, además de las características propias de la madera. En este sentido el principal recurso que se extrae de esta vegetación es el combustible, en primera instancia como leña y de manera más reducida como carbón. La selva mediana ofrece mayores recursos maderables, pero su extensión es mucho menor en la zona y la inaccesibilidad de algunas de las áreas donde es posible encontrar manchones de esta vegetación, determinan que no sea un recurso relevante en el área de estudio. Los bosques templados son una fuente importante de madera, pero debido a las condiciones de inaccesibilidad a los mismos y su lejanía del área que sería inundada por el embalse del proyecto La Parota, nos permiten aseverar que no son un elemento relevante dentro del sistema socioambiental donde se construirá este proyecto.

La mayor biodiversidad florística y faunística se encuentra asociada a la selva mediana subcaducifolia, en gran medida debido a la mayor disponibilidad de agua y a la presencia de condiciones edáficas que permiten un mejor desarrollo vegetal. Adicionalmente esta comunidad permite la supervivencia de algunas especies que durante la época de sequías no pueden sobrevivir dentro de la selva baja. Sin embargo, esta comunidad vegetal se encuentra limitada a áreas relativamente pequeñas dentro del área de estudio.

El aspecto que parece ser de gran relevancia es que la biodiversidad (en especial la faunística) depende en gran medida de la existencia de diferentes hábitats (comunidades vegetales), en especial de selva baja, selva mediana y el matorral xerófito.

La estacionalidad y la magnitud de la precipitación pluvial (concentrada entre junio y octubre), determina que el volumen de los escurrimientos y los cauces presenten una gran oscilación a lo largo del año, por ejemplo, en el río Papagayo el promedio de escurrimiento mensual varía de 56 a 1 221 m<sup>3</sup>/s.

Debido a las fuertes pendientes, a las características del suelo y al hecho de que la mayor parte de la vegetación es caducifolia, las tasas de erosión en la cuenca, principalmente del Omitlán, son altas, lo cual provoca que exista un aporte importante de sedimentos hacia el cauce del río y finalmente hacia el mar. La estacionalidad de la precipitación y el tamaño relativamente pequeño de la cuenca determinan que la fluctuación del gasto del río sea muy pronunciada, pudiéndose presentar condiciones extremas que van desde la casi seca total hasta el escurrimiento de miles de metros cúbicos por segundo. Bajo esta situación la riqueza y la diversidad biótica en el río parece ser baja, lo cual se observa en varios ríos de la cuenca del Pacífico que se originan en la Sierra Madre Occidental o en la Sierra Madre del Sur.

La dinámica de los sedimentos en el río Papagayo se encuentra alterada desde 1964, año en el que cerca de la confluencia de los ríos Papagayo y Omitlán, se inició la operación la central hidroeléctrica La Venta, con una generación anual de 153 GW/h. Actualmente esta presa se encuentra azolvada y es necesario abrir la compuertas una o dos veces al año para despejar la obra de toma y continuar la generación; la cantidad de sedimentos despejada por esta acción es evidente incluso varios kilómetros mar adentro de desembocadura del río Papagayo.

Aunque existen diferentes actividades humanas relacionadas con el aprovechamiento de los recursos existentes en el área de estudio, son las actividades agropecuarias, y en especial la agricultura, la forma básica mediante la cual se da la integración de la

población con su entorno natural y de la cual se obtienen los principales ingresos y la satisfacción de sus necesidades: maíz y frijol para autoconsumo, jamaica y diversos frutales, sin un marco de plantación definido y ubicados sobre barrancas, como productos comerciales. Cabe señalar, que el empleo de agroquímicos se da principalmente hacia los cultivos perennes cuya producción es comercial. Sin embargo, como ya se ha descrito, los suelos con aptitud para las actividades agrícolas son muy limitados, razón por la cual ésta actividad, mediante el sistema de producción roza, tumba, y quema, se ha desarrollado sobre las laderas de cerros que originalmente estaban cubiertas principalmente por selva baja caducifolia y en menor medida por selva mediana.

El crecimiento poblacional y el consecuente aumento de las necesidades por satisfacer ha provocado el cambio de uso del suelo tanto por actividades productivas, uso urbano y vías de comunicación, teniendo una presión sobre los recursos y diferentes formas de apropiación. En el área de estudio se pueden identificar poblaciones con un número considerable de habitantes que no cuentan con equipamiento y servicios para cubrir sus necesidades básicas de comunicación y comercio. En general, las comunidades menores a 300 habitantes, tienen que desplazarse hacia las comunidades más grandes que sí cuentan con los recursos.

Esta carencia de recursos trae consigo un alto índice de marginación lo que provoca que los habitantes, en su afán de mejorar sus condiciones de vida, interactúen con el sistema ambiental de forma inadecuada dándole usos inapropiados al suelo, sobreexplotando recursos y logrando como consecuencia de todo esto únicamente aumentar la pobreza y la marginación de sus comunidades.

En las localidades con mayor población se cuenta con servicios de educación básicos (pre-primarias y primarias) y en algunos casos, secundarias. Además, hay acceso a centros de salud, principalmente de consulta externa, pertenecientes a la Secretaría de Salud y en algunas poblaciones, al Instituto Mexicano del Seguro Social. Cabe destacar que en el área de estudio existe una cobertura total de campañas de vacunación, cloración del agua y de información sobre planificación familiar, salud e higiene. Estas localidades disponen de energía eléctrica y en menor proporción de calles pavimentadas, drenaje y agua potable así como de vías que comunican a los poblados próximos y a las principales ciudades de la región, a través de terracerías, caminos revestidos y estatales. Es importante señalar, que esta infraestructura vial es insuficiente y deficiente para satisfacer las necesidades tanto de circulación de pasajeros como de carga.

La zona de estudio manifiesta un crecimiento poblacional con tendencia negativa debido al fenómeno de expulsión de la población hacia las principales ciudades del país y algunas de los Estados Unidos de América (EUA), principalmente, por la falta de oportunidades de empleo y la fragmentación y baja calidad de las tierras.

La condición política está basada en un multipartidismo, ya que existe una marcada influencia de más de tres partidos políticos en las localidades involucradas por el proyecto, situación que se traduce en la existencia de diversas ideologías y aparición de líderes y organizaciones.

La mayoría de las comunidades afectadas por el proyecto suelen utilizar los recursos forestales de la zona para obtener madera, leña y carbón. La primera, utilizada principalmente como cerca para la delimitación de solares habitacionales, establos y predios. La leña es explotada para autoconsumo y venta local, sobre todo para

combustible en la elaboración de alimentos. La producción de carbón es una actividad incipiente desarrollada como fuente de ingresos por pocas familias.

Existen varias especies animales que son aprovechadas por los habitantes de la región para su alimentación y en algunos casos son fuentes de ingresos monetarios debido a que son comercializados a través de pequeños restaurantes en algunos poblados cercanos, entre otras *Sylvilagus cunicularis* (conejo), *Zenaida macroura* (paloma huilota), *Scardafella inca* (tórtola) y *Didelphis virginiana* (tlacuache). Desde el punto de vista del aprovechamiento económico, especies de reptiles como *Iguana iguana* (iguana verde) y *Ctenosaura pectinata* (iguana prieta) aún son perseguidas por su carne, huevos y piel. Los anfibios también se comercializan como alimento en el caso de *Rana berlandieri* (rana leopardo), o como mascotas como *Paquimedusa dacnicolor* (ranita verduzca).

Otra actividad productiva que afecta a la biota terrestre es la ganadería extensiva que se practica en la región, a través del libre pastoreo de ganado bovino y caprino que evitan el crecimiento de brotes que regeneren la vegetación natural.

#### **IV.2.5. Análisis de los componentes, recursos o áreas relevantes y / o críticas.**

De acuerdo con el modelo conceptual del sistema socioambiental de la región donde se planea construir el P.H. La Parota presentado en la sección anterior (Figura DEFSA 1), los componentes relevantes del subsistema ambiental se dividen en dos grandes grupos: el medio terrestre y el medio acuático.

El primero está conformado por el suelo, la vegetación y la fauna. El medio acuático se compone por los cauces y escurrimientos, la calidad del agua, la biota, la desembocadura del río papagayo y los procesos costeros asociados. Se puede aseverar que estos componentes y las interacciones entre ellos, son los aspectos determinantes del funcionamiento del sistema y por lo tanto los que deben ser considerados para analizar cual será la condición futura del sistema ambiental de mantenerse las tendencias actuales en el manejo y explotación de los recursos.

El sistema socioeconómico está regido por el esquema de organización de la sociedad actual; esta organización se da mediante las diferentes formas de régimen de propiedad, la demografía, la condición política y la marginación. De este esquema dependen tanto el medio urbano como el rural los cuales determinan en conjunto las condiciones de empleo y el nivel de ingresos.

En la interacción de los subsistemas ambiental y socioeconómico se da a través del uso del suelo que realiza constantemente la población, ya que este elemento es el que de manera directa modifica el suelo y la vegetación; los cambios en estos componentes naturales repercuten directamente sobre los escurrimientos y calidad del agua.

En los siguientes párrafos, se describe de manera sintética la condición actual de los componentes relevantes del sistema socioambiental donde se desarrollará el PH “La Parota”, con el objeto de tener una referencia que posibilite determinar la significancia de los cambios que puede ocasionar el desarrollo de este proyecto.

#### **MEDIO TERRESTRE**

##### Suelo

En la mayor parte de la cuenca del Papagayo-Omitlán los suelos son delgados y pedregosos y el uso agrícola que se ha hecho de los mismos ha favorecido su erosión. El uso cada vez más intenso y frecuente de los suelos ha ocasionado que no haya una recuperación de los mismos. Los suelos con aptitud para el aprovechamiento agrícola se restringen a pequeños valles en las orillas del Papagayo y del Omitlán, en donde también se dispone de agua para el desarrollo de cultivos perennes y de mayor rentabilidad.

Aunque los suelos con mayor aptitud agrícola ocupan una superficie restringida, se considera que son de gran relevancia para la región debido al aporte que tienen al ingreso económico de los habitantes.

##### Vegetación y Fauna Terrestre

Como consecuencia de las actividades agropecuarias que se desarrollan en la cuenca, en la mayor parte del área de estudio la vegetación original ha sido fuertemente



modificada e incluso eliminada. Debido al bajo rendimiento de los cultivos se ha tenido un avance muy importante de la frontera agrícola sobre los terrenos con vegetación natural. En el mapa de vegetación y uso del suelo (Figura ACC1) se observa que las comunidades vegetales que pueden considerarse como originales se concentran en el Cerro Tepehuaje y el Cerro las Piñas, donde la pendiente y las condiciones pedregosas del terreno han restringido el aprovechamiento agrícola del suelo. En esta zona todavía se presentan superficies de vegetación que permiten suponer que el desarrollo y permanencia de las comunidades bióticas puede ser viable. De manera dispersa, en las paredes de algunas cañadas y áreas con alto grado de pendiente es posible encontrar manchones de vegetación poco alterada, pero la gran mayoría de ellas se encuentran aisladas (fragmentadas) y rodeadas por zonas donde las actividades humanas mantienen una fuerte presión sobre los componentes bióticos.

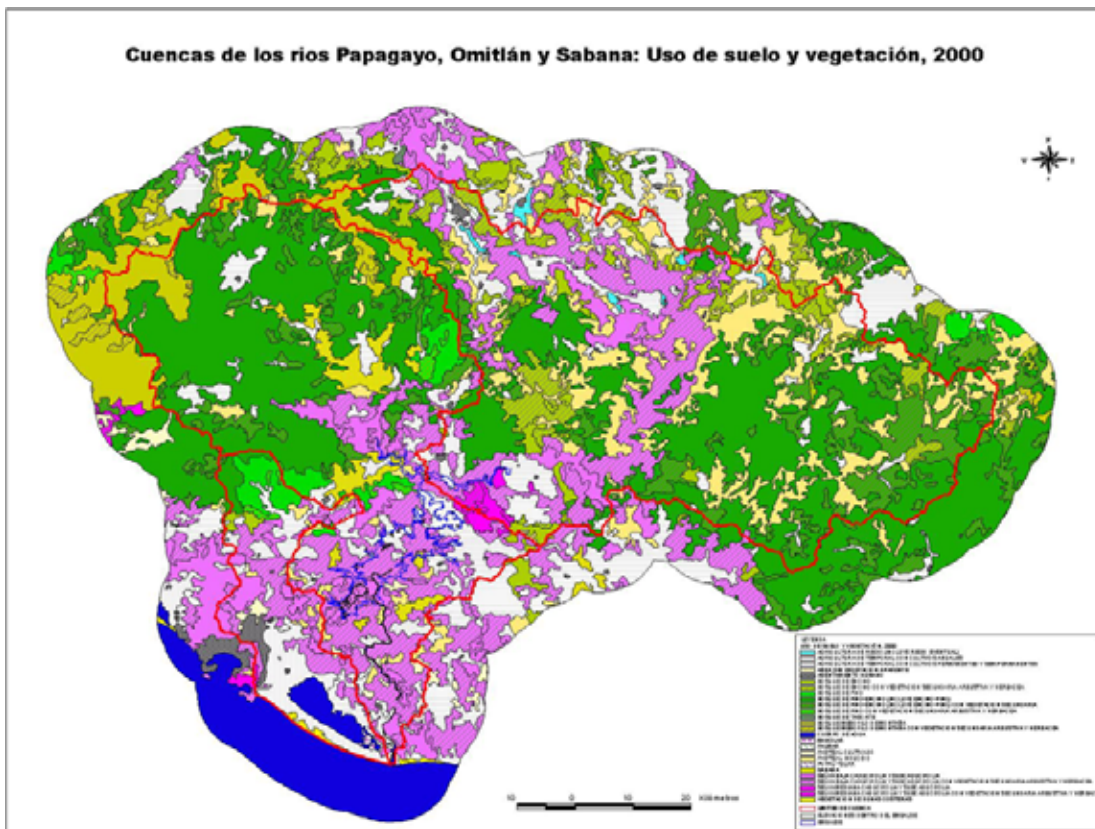


Figura ACC1. Mapa de cobertura vegetal y uso del suelo (2000)

Así, en la actualidad la mayor diversidad biótica y la presencia de poblaciones de especies relevantes se concentra en los cerros Tepehuaje y Las Piñas, en donde es posible encontrar los hábitats más representativos del área de estudio: selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia y matorral xerófito. Fuera de esta zona sólo destaca el área donde se colectó una nueva especie de rana (*Rana sp. "forma Papagayo"*), la cual se observó en la localidad de “El Chamizal”. Es importante indicar que no se puede aseverar que ésta sea la única zona donde se localiza esta especie, ya

que de acuerdo con lo revisado en campo y con la bibliografía consultada hay algunas zonas que tienen características similares a las que presenta el sitio donde fue colectada.

En el área de estudio se obtuvo un número significativo de nuevos registros de especies para la región, de especies nuevas para la ciencia (cuatro de plantas y una de fauna), así como de especies endémicas de México: 95 especies de fauna y 90 de flora (de los cuales 10 son especies endémicas de Guerrero). Cabe mencionar que salvo la Rana sp. “forma Papagayo”, todas las especies nuevas y endémicas se encontraron fuera del área de afectación directa del Proyecto. Sin embargo, hay que considerar que debido a la inaccesibilidad de muchas zonas en la Sierra Madre del Sur, el conocimiento que se tiene de la diversidad biológica en la misma es aún muy limitado.

## MEDIO ACUÁTICO

### Cauces y escurrimientos

La estacionalidad de la precipitación pluvial determina una fluctuación importante en los escurrimientos y gasto del río Papagayo; aunque la existencia de la presa La Venta ha modificado sustancialmente el patrón de escurrimientos en el río, manteniendo aguas abajo de la cortina un gasto más constante y menos extremo durante la época de sequía. La construcción de esta presa creó un cuerpo de agua léntico, el cual funcionó como trampa de sedimentos hasta que se azolvó.

La calidad del agua en el río Papagayo en general es satisfactoria, ya que no se presentan niveles relevantes de contaminantes, salvo por la presencia puntual de plomo en las localidades de La Isla y Barra Vieja (desembocadura). Sin embargo, debido a las condiciones del suelo y el desarrollo de las actividades agropecuarias en la cuenca, durante la época de lluvias se observa un incremento sustancial del material en suspensión y por lo tanto también de la demanda química de oxígeno (DQO); también aumenta la presencia de microorganismos de origen fecal, en especial de estreptococos que indican que el origen de la contaminación es fundamentalmente animal.

En el embalse de La Venta no se tienen indicadores de condiciones que restrinjan o limiten sustancialmente el crecimiento biológico o favorezcan de manera especial el desarrollo de las especies que pudieran ser consideradas como malezas o adversas para otras especies biológicas.

La dinámica de la desembocadura del río Papagayo está determinada en gran medida por el comportamiento hidráulico del río. La boca se mantiene abierta debido a los aportes que se presentan fundamentalmente durante la época de lluvias. Adicionalmente, parte de los sedimentos que transporta el río son depositados en la desembocadura debido a la reducción de la velocidad que se da en esta zona. Aparentemente, la mayor parte de los sedimentos que llegan hasta el mar es material en suspensión, el cual se deposita principalmente hacia el este de la desembocadura del río.

### Biota acuática

De acuerdo con la información recopilada durante los estudios, el río Papagayo se puede considerar como un hábitat con baja riqueza biológica. En lo que se refiere a la comunidad planctónica, se puede aseverar que su composición está determinada por el aporte que realiza la descarga de la presa La Venta. A lo largo del río se presentan dos condiciones distintas para el desarrollo del bentos: las zonas de rápidos y las áreas donde

la velocidad es baja. En las primeras (sobre todo cerca del poblado de La Hacienda) es donde se encuentra una mayor abundancia y diversidad de especies bentónicas. La riqueza específica y abundancia del necton es baja y en general no representan un recurso relevante en el área de estudio.

## PAISAJE

El paisaje es la expresión fisonómica del estado funcional del territorio en un momento determinado; su calidad visual depende de: la vegetación, las terrazas aluviales, el cauce del río y el uso del suelo. Es por ello que se considera dependiente tanto del medio terrestre como del medio acuático así como del uso que se le da al suelo.

En las cuenca media y baja del río Papagayo (límite superior en torno a la cota 1 000 msnm) se diferencian 16 clases de paisajes elementales definidos por su vegetación y/o uso del suelo. Estas clases o tipos de parche tienen una marcada fragmentación espacial especialmente en la selva baja caducifolia.

El valor del paisaje en el área que ocupará el embalse es muy bajo en gran parte de su extensión. Paisajes de valor muy alto en el área de estudio se localizan únicamente en el área de los cerros de Las Piñas y El Tepehuaje, así como en los alrededores de Tierra Colorada.

## SUBSISTEMA SOCIOECONÓMICO

En el ámbito regional se analiza, la dinámica demográfica, la categoría migratoria, la estructura por edad y el grado de marginación conformando un índice denominado Grado de Desarrollo Social el cual permite identificar, en términos generales, las características socioeconómicas de los municipios y localidades del área de estudio.

De acuerdo con dicho índice se pueden identificar cuatro regiones importantes dentro del área de estudio: la primera de desarrollo muy alto, la segunda de desarrollo alto, una tercera de desarrollo medio y la cuarta con desarrollo bajo (Matriz y Figura de componentes e índice de desarrollo social)

La primera, clasificada con un desarrollo social muy alto, tiene una población y tasas de crecimiento que fluctúan entre alta y muy alta, con una categoría de fuerte y muy fuerte atracción. Se trata de sociedades maduras y bajo grado de marginación. Se sitúa en la parte centro-occidente de la región y está integrada por los municipios de Acapulco y Chilpancingo.

La población de la segunda zona, identificada como de desarrollo alto, fluctúa entre alta y baja, tiene tasas altas y medias, una categoría migratoria que varía de atracción a equilibrio y se trata de poblaciones con una estructura de joven a proceso de maduración y se caracteriza por un grado de marginación entre medio y alto. Se integra por los municipios de Tecoaapa, en la porción media de la región, a los que se suma Chilapa de Álvarez, Tixtla de Guerrero, en la dirección noreste y Coyuca de Benítez en el extremo suroeste.

La tercera zona, paralela a la línea de costa, con un desarrollo medio, tiene una población que va de media a baja, tasas principalmente medias, con predominio de una categoría

Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Análisis de los componentes críticos

migratoria en equilibrio, población básicamente joven y alta marginalidad. Se integra por los municipios de Cuauhtepic, San Marcos y Florencio Villarreal. Además de Juan R. Escudero y Ayutla de Los Libres en la parte media oriental.

La cuarta zona de desarrollo social bajo, cuenta con población y tasa de crecimiento bajas, categoría migratoria de expulsión, población joven y alta marginalidad. Destaca su localización al este del embalse o margen izquierda del río Papagayo y se conforma por los municipios de Mochitlán, Quechultenango, Acatepec y Copala.

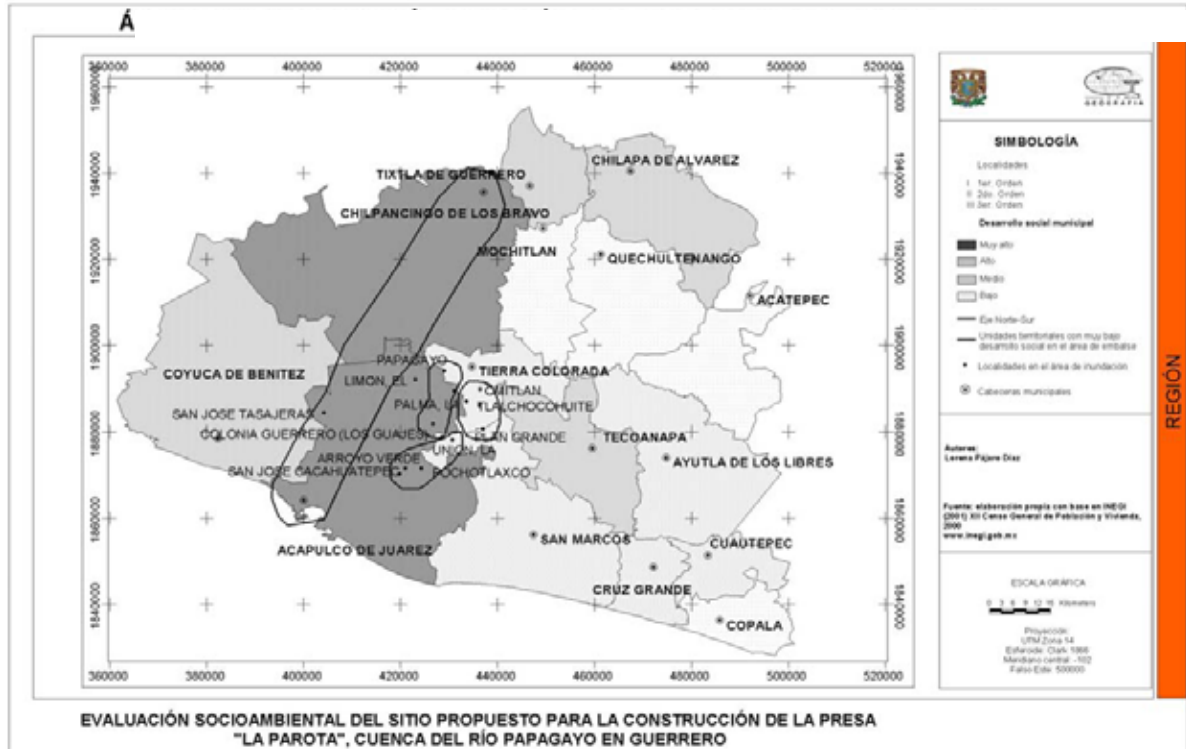
En un mayor acercamiento a escala local de las localidades del área de inundación, todas presentan características de alta y muy alta marginación, cuentan con bajos volúmenes de población y bajas tasa de crecimiento, son zonas de expulsión y su población acusa características similares a las sociedades en proceso de maduración, sólo que en éste caso, se trata de un efecto de la emigración de población joven.

Matriz de Componentes e Índice de Desarrollo Social, La Parota, Guerrero.

Regiones y municipios	Municipios / localidades	Dinámica demográfica								Categoría Migratoria				Estructura por edad			Marginación				Desarrollo Social	
		Población				Tasa de crecimiento				FA	AT	EQ	EX	Sociedades			Grado					
		MA	A	M	B	MA	A	M	B					JOV	PM	MAD	MA	A	M	B		
V	Quechultenango																	1				Bajo
II	Acatepec				1				1				1	1				1				Bajo
V	Mochitlán				1				1				1		2				2			Bajo
III	Copala				1			2				2		1					2			Bajo
V	Juan R. Escudero				1			2				2			2				2			Medio
III	Florencio Villarreal				1			2				3			1				2			Medio
III	San Marcos			2					1			2			2				2			Medio
III	Cuauhtepic				1		3				3			1				1				Medio
III	Ayutla de los Libres			2		4						1	1					1				Medio
V	Tixtla de Guerrero				1			2				2			2					3		Alto
IV	Coyuca de Benítez			2				2				2			2				2			Alto
III	Tecoanapa			2				3			3			1					2			Alto
V	Chilapa de Álvarez		3					3			3			1				1				Alto
I	Acapulco de Juárez	4						3			3						3				4	Muy alto
V	Chilpancingo		3			4					4						3				4	Muy alto
Escala Local																						
053	La Ceiba				1				1				1	1				1				Bajo
001	Arroyo Verde				1			3				sd		1				1				Bajo
039	Papagayo			2				1					1	1					2			Medio
053	Plan Grande			2				1					1	1					2			Medio
053	Chamizal			2					2			sd		1					2			Medio
001	Pochotlaxco				1			3				sd			2			1				Medio
001	San José C.		3						1				1		2			1				Alto
039	Tlalchocohuite		3						1				1		2				2			Alto
039	La Palma	4						1				1		2					2			Alto
001	Venta Vieja		3						2				2		2				2			Alto
001	Colonia	4							2				2		2			1				Alto
039	Omitlán	4							2				2		2				2			Muy alto

MA: Muy Alto A: Alto M: Medio B: Bajo FA: Fuerte Atracción AT: Atracción EQ: Equilibrio EX: Expulsión  
JOV: Jóvenes PM: En proceso de Maduración MAD: Maduras Fuente: Elaboración propia

Figura. Áreas relevantes y críticas según grado de desarrollo social 2000



## MEDIO URBANO

### Servicios e Infraestructura

En Tierra Colorada, la población más grande del área de influencia, se encuentra concentrada la mayor parte de los servicios de la región, como son: transporte, comercio, servicios hospitalarios, escuelas, hoteles y gasolineras, entre otros. El flujo carretero de las vías México-Acapulco (tanto Autopista del Sol como la federal) así como su cercanía a la ciudad de Acapulco, podrían influir en el incremento de los servicios de esta localidad a mediano y largo plazo. Seguido por la calidad y cantidad de servicios, se encuentran Dos Arroyos, Colonia Guerrero, La Palma y Papagayo, poblaciones que son proveedoras de estos satisfactores de índole comercial, administrativo y de comunicación, a las localidades de menor número de habitantes del área de afectación directa, tales como Omitlán, Venta Vieja, Tlalchocohuite, El Chamizal, La Ceiba, San José Cacahuatpec, Arroyo Verde, Pochotlaxco, entre otras.

## MEDIO RURAL

Las actividades productivas presentes en la zona de estudio son escasas, como se ha mencionado anteriormente no representan un potencial importante para aumentar el nivel de vida de los pobladores ya que la vocación natural no es adecuada para actividades productivas a gran escala, entre otras razones, por el relieve, el clima (más de 5 meses de

estiaje seguidos de régimen torrencial), la vegetación (perturbada y con pocas especies de valor comercial), reservas hídricas insuficientes en los meses de sequía y suelos de poca profundidad y alta pedregosidad.

Las actividades económicas que se derivan de la cantidad y la calidad de los recursos naturales disponibles son de bajo rendimiento y permiten casi exclusivamente una producción para autoconsumo, con mínimos niveles de sobreproducción que limitan las actividades comerciales, dando como resultado que existan bajos niveles de vida con pocas posibilidades de incremento.

Los sitios que presentan los niveles de vida más altos de la zona se ubican en la porción norte del área de estudio, en las cercanías del poblado de Tierra Colorada, ya que este lugar posee mayor cantidad de actividades, servicios y vías de comunicación, por ubicarse entre la capital del Estado y el Puerto de Acapulco, permitiendo el acceso de un mayor número de satisfactores para la población.

El número de habitantes del área de afectación directa es de aproximadamente 3048 ocupando 633 viviendas. La tasa de crecimiento presenta una tendencia a disminuir debido al marcado fenómeno de expulsión hacia otras ciudades con mejores oportunidades de ingreso y calidad de vida. La marginación promedio se ubica en grado *Alto*.

#### Régimen de propiedad

El régimen de propiedad involucrado por el proyecto comprende tres tipos de régimen agrario: el ejidal (15 núcleos), bienes comunales (4 núcleos) y (1) propiedad privada. Siete núcleos no cuentan con regularización por parte de PROCEDE (Programa de Certificación de Derechos Agrarios): ejidos La Palma, El Zapote, Xolapa, Sabanillas y las comunidades agrarias de Cacahuatpec, Chautipa, Dos Caminos y Anexos.

#### Agricultura

La agricultura es la principal actividad económica dentro de la zona de estudio. Se practica casi en su totalidad en terrenos con condiciones inadecuadas y usando técnicas agrícolas de alto impacto tanto para los elementos abióticos como bióticos.

El sistema tradicional de roza-tumba-quema, localmente llamado "tlacolol", da lugar a un decremento rápido de los nutrientes del suelo, por lo que es productivo por pocos años; también se reduce la profundidad de las capas superficiales del suelo por acción hídrica, principalmente en los cultivos de escarda (maíz, frijol, chile) y durante la temporada posterior a la cosecha en la cual el suelo queda expuesto a la acción erosiva por el incremento de la velocidad de escurrimiento (erosión laminar).

Existen en las barrancas y áreas cercanas a los asentamientos humanos producción de diferentes especies frutícolas tales como: tamarindo, ciruela, limón, mango y palma, entre otras, cuya producción es fundamentalmente para consumo local o autoconsumo.

El cambio de las áreas de vegetación natural a zonas de agricultura de temporal, frutales, extracción de especies maderables y pastizales para uso pecuario, son otros ejemplos de usos inadecuados del suelo en la región. Estas áreas aumentan el riesgo de erosión, ocasionando que durante la época de lluvias sea mayor la pérdida de suelo y el

sedimento sea arrastrado a los diferentes tributarios, así como al propio río Papagayo su receptor final.

La vegetación original de la zona se ha perturbado principalmente por la deforestación, tan sólo en el área de embalse se estima un rango entre 70 y 90%; esta deforestación ha sido de dos tipos principales: extracción de las pocas especies útiles para la construcción de viviendas, cercas, fabricación de muebles, etc.; y por la agricultura nómada o *tlacolol*.

#### Ganadería

La ganadería se presenta como la segunda actividad económica en orden de importancia y está representada por ganado caprino, porcino y bovino. El ganado caprino es el que ocasiona más impactos al medio natural ya que su hábito de ramoneo limita la regeneración natural de las plantas favoreciendo la erosión.

El ganado porcino se presenta a nivel puntual en las poblaciones para autoconsumo y comercio local. Su crianza es de traspatio, lo que da lugar a que defequen al aire libre y sin control, provocando contaminación local del ambiente y daños a la salud.

El ganado bovino, igualmente ocasiona una fuerte compactación del suelo, sin embargo, su impacto se manifiesta más localmente.

Finalmente, la falta de programas y planes de desarrollo local y regional de cualquier sector productivo, limita la posibilidad de desarrollo económico y por consiguiente tiende a mantener el bajo nivel de vida de los pobladores a mediano y largo plazo.

#### Explotación forestal

La explotación forestal para uso local y regional es principalmente de especies potencialmente útiles para leña, carbón vegetal y madera.

Sin embargo, un uso indiscriminado y sin prácticas de reforestación ha conducido a un severo deterioro ambiental (pérdida de suelo, inundaciones, incremento de pedregosidad, disminución de fauna silvestre, etc.).

#### Pesca

En cuanto a la pesca, su importancia es a nivel local en algunas comunidades aledañas al río Omitlán y al río Papagayo. Las especies de interés comercial y de autoconsumo son los langostinos y la tilapia. La poca importancia actual en la explotación de este recurso permite su mantenimiento a largo plazo.

### IV.3 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL REGIONAL

En el área de estudio se diferencian dos grandes regiones. La primera de ellas (aguas arriba del sitio propuesto para el desplante de la cortina) corresponde a la zona montañosa en la cual se distinguen: del lugar donde se colocará la cortina de La Parota a la actual Central Hidroeléctrica (C.H.) La Venta, elevaciones premontañas y montañas aguas arriba de La Venta. En esta zona predominan los sustratos de tipo metamórfico, el relieve abrupto y los suelos residuales. La segunda corresponde básicamente al valle fluvial que conforma el río Papagayo (aguas abajo de donde se instalará la cortina) y algunos lomeríos que oscilan entre los 200 y 400 metros de altitud. En esta región es posible encontrar suelos más desarrollados.

#### Zona Montañosa

En la zona montañosa es notorio el efecto determinante de la estacionalidad de la precipitación sobre el comportamiento del sistema socioambiental, ya que el comportamiento fenológico de la vegetación y el desarrollo de las actividades agrícolas está totalmente asociado al patrón anual de las lluvias. La baja productividad de los recursos forestales y de la agricultura determina el patrón de aprovechamiento que de ellos hace la población humana, desarrollando sus actividades sobre grandes extensiones de terreno para tratar de satisfacer sus necesidades.

La expansión de la frontera agrícola sobre las zonas de vegetación natural ha provocado su desaparición en grandes extensiones de la zona montañosa y el aislamiento o fragmentación de las áreas donde aún es posible encontrar manchones de vegetación original. Obviamente esto ha llevado a una pérdida importante de la biodiversidad, lo cual aunado a las actividades de caza y captura de algunas especies de relevancia económica parece haber ocasionado la desaparición del área de estudio de algunas especies de relevancia.

Las repercusiones del manejo de los recursos naturales se extiende hasta la calidad de agua del río Papagayo, la cual se ve afectada por el mayor aporte de sedimentos hacia su cauce durante la época de lluvias, lo cual incrementa la turbiedad, el consumo de oxígeno y la cantidad de nutrientes en el agua. Los recursos pesqueros del río Papagayo no representan un aporte significativo al ingreso de los habitantes ya que son muy limitados.

De acuerdo con lo observado, la presencia de la presa de La Venta no tiene repercusiones relevantes sobre el funcionamiento de la parte terrestre del sistema ambiental, ya que si bien su embalse cubrió algunos terrenos agrícolas y superficies de vegetación natural, la extensión de los mismos no era relevante en relación con la extensión de estos recursos en el área de estudio. Al inicio de su operación y durante varios años, la presa funcionó como una trampa de sedimentos que arrastraba el río; sin embargo, en la actualidad debido al azolve del embalse este aspecto no tiene mayor importancia, en especial durante la época de lluvias cuando se tiene el aporte más importante de sedimentos.

En el ambiente acuático, lo más relevante es la presencia de la C. H. La Venta ya que sus descargas son el elemento determinante de la biodiversidad planctónica en el cauce del río Papagayo desde la cortina de la presa hasta muy cerca de la desembocadura en el mar.



Como consecuencia de lo indicado en los párrafos antecedentes y al relieve abrupto y a la baja productividad económica; las comunicaciones, los servicios en el área de estudio son escasos y la población no satisface sus necesidades económicas, presentándose un alto índice de marginación y de emigración a otras regiones del país y a los Estados de Unidos de América.

Cabe destacar que, en la actualidad, bajo las condiciones del entorno y con el desarrollo de las actividades económicas, no hay posibilidades de satisfacer las necesidades de la población; por el contrario, esta situación llevará a un deterioro aún mayor del sistema ambiental y pérdida de los recursos.

En resumen, la región montañosa es un área con un alto grado de degradación (erosión) del suelo y de eliminación de sus recursos bióticos, con bajo potencial económico y una elevada marginación social.

#### Planicie Costera

Esta zona se trata de una planicie costera con lomeríos la cual está sujeta a una variación estacional de la precipitación pluvial, pero debido a la presencia del río Papagayo, cuyos escurrimientos tienen influencia sobre parte considerable de los suelos de la llanura dentro de la cuenca del río (lo cual no ocurre en los terrenos de la zona montañosa), el efecto sobre la vegetación y la agricultura es menos marcado. En esta zona la producción agrícola es mayor y tienen menores incertidumbres. Debido a que las pendientes en esta región son relativamente suaves y en algunos casos los terrenos son prácticamente planos, los procesos erosivos no son relevantes.

En las zonas planas la vegetación original ha sido eliminada totalmente dando paso a cultivos perennes donde las condiciones de humedad lo permiten y algunas zonas con cultivos de temporal. En los lomeríos, la vegetación también ha sido fuertemente modificada por actividades agropecuarias. En general la diversidad biótica terrestre se ha reducido sustancialmente; lo más común es observar la presencia de especies ruderales o tolerantes a los cambios que ocasionan las actividades humanas. En un futuro cercano, es posible que se presente la presión del crecimiento urbano, en especial en las cercanías de la desembocadura, debido al desarrollo turístico de Acapulco.

La biota acuática en el río es escasa y poco diversa; los recursos pesqueros no son abundantes y esta actividad se practica fundamentalmente con fines de autoconsumo. La calidad de agua en el río en general se puede considerar satisfactoria y es la principal fuente de suministro de agua potable para diferentes poblaciones de la región, incluido el puerto de Acapulco. La presencia de la presa La Venta le da mayor confiabilidad a la disponibilidad de agua, en especial durante la época de secas.

En la planicie costera el río presenta zonas con mayor velocidad de corriente y sedimentos gruesos (La Hacienda); es ahí donde se encontró una especie de importancia comercial (i.e. langostinos del género *Macrobrachium*).

En la planicie costera los suelos presentan una mayor profundidad y fertilidad, sobre todo en las áreas cercanas al cauce del río Papagayo, razón por la cual la productividad agrícola es mucho mayor que en la zona montañosa. En la región de la desembocadura del río, los suelos presentan mayor salinidad a consecuencia de la influencia marina y además se distinguen procesos de erosión y depositación que dependen en gran medida

de diferentes forzamientos físicos como son las mareas, vientos, oleaje y el volumen de descarga de los ríos. La costa oriental de la desembocadura muestra un efecto erosivo importante mientras que la parte occidental se caracteriza por la presencia de cordones de playa que forman parte de la barrera sedimentaria de contención de la laguna de Tres Palos.

La planicie presenta mejor comunicación que la zona montañosa, pero aún así existen algunos poblados en los que el acceso es solo a través de brechas. Los servicios no son mejores que en la zona montañosa y por ello en esta región también existe una alta tasa de emigración, fundamentalmente hacia los Estados Unidos de América. Las localidades de esta zona son un grupo compacto más integrado geográficamente y por lo tanto su grado de respuesta política es muy alto.

#### **IV.4. IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE CAMBIO EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.**

El diagnóstico ambiental elaborado permite concluir que en función de que la zona se encuentra alejada de centros urbanos importantes, con poblados dedicados a actividades agropastoriles (autoconsumo) y sin ningún tipo de tecnificación, los mayores cambios y las tendencias de deterioro natural en el área de estudio van a estar dadas principalmente por el aumento demográfico y la presión que éste ejerce sobre los recursos naturales. El aumento demográfico conlleva necesidades de espacio y zonas para producción agrícola o pecuaria con fines de autoconsumo y venta en mercados locales, por lo que se incrementa el desmonte de sitios con cobertura vegetal natural, generalmente en lugares con pendientes pronunciadas (que son menos competidos), lo que fomenta la erosión (pérdida) del suelo. Es decir, se espera que con una mayor presencia humana en la zona, los sitios con procesos de erosión de suelo tiendan a incrementarse, contribuyendo al deterioro del área. Asimismo, la falta de terrenos aptos para la agricultura genera una presión migratoria importante.

La explosión demográfica puede traer consigo una creciente actividad de extracción de materiales para construcción, con tendencia a destruir las zonas de rápidos, las más ricas en cuanto a especies de macrobentos. Lo anterior podría impactar negativamente en la estructura comunitaria y el funcionamiento del ecosistema riberino. Así mismo, podría significar una disminución en los recursos pesqueros debido a la eliminación directa (i.e. langostinos) o indirectamente (i.e. peces que se alimentan del macrobentos) de algunas especies comerciales.

También es posible una degradación directa y paulatina de la calidad del agua debido a los aportes crecientes de desechos domésticos y de la cría de ganado (principalmente porcino) generados por el crecimiento demográfico de los poblados ubicados en las orillas del río.

Así se pueden identificar tres grandes grupos de procesos de cambio y/o deterioro natural del área de estudio (es pertinente mencionar que algunos procesos son parte de más de un grupo):

1. Procesos de aumento demográfico e intensificación de actividades productivas:
  - Trama económica – social
  - Dinámica poblacional
  
2. Procesos debido al aumento demográfico e intensificación de actividades productivas:
  - Emisión de gases de efecto invernadero
  - Erosión
  - Cambio de uso de suelo
  - Calidad del agua
  - Deforestación y disminución de especies

3. Procesos de cambio o deterioro natural:
  - Hidrodinámica del Río Papagayo
  - Erosión
  - Calidad del agua

Además, es importante considerar la variabilidad climática como un proceso de cambio que aunque no es causante de un deterioro directo en el área de estudio sí puede ser la base de otros procesos como tipo de suelo, calidad de agua, potencial agrícola y por ende uso de suelo.

#### **IV.5. CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS FUTUROS**

La construcción de escenarios a corto, mediano y largo plazo se realizó para cada uno de los procesos de cambio identificados en la sección anterior (IV.4) y se llevó a cabo utilizando ya sea modelos de simulación o mediante métodos de pronósticos.

##### **a) Balances de radiación y simulación de posibles cambios de temperatura y lluvia en la cuenca Papagayo-Omitlán.**

Para construir un modelo de simulación climática basado en el sistema energético solar y terrestre, se deben considerar las entradas y salidas de energía de dichos sistemas, el albedo y la absorción y re-radiación de los gases atmosféricos.

En este modelo se considera que no existen periodos de retraso entre el tiempo y la energía que es absorbida y reemitida.

En primera instancia se tiene la energía solar que es reflejada fuera del sistema Tierra-Atmósfera, representada por el flujo solar y por el albedo del sistema terrestre. En seguida se tiene la energía solar que no es reflejada y es absorbida por la atmósfera, donde la habilidad de los gases atmosféricos de absorber la energía solar juega un papel muy importante, siendo buenos absorbedores principalmente en el infrarrojo. Finalmente se tiene todo lo restante de la energía solar que es absorbida por la misma superficie de la Tierra.

Los gases de invernadero se incorporan dentro de estos sistemas afectando directamente la forma en que la atmósfera absorbe y emite energía. Es bastante obvio que un incremento de los gases de invernadero en la atmósfera tendrá un efecto directo en la habilidad de la atmósfera para absorber la radiación terrestre de salida, entonces un incremento en sus concentraciones significará más moléculas para interceptar, absorber y re-radiar energía.

Se puede esperar que un incremento en los gases de invernadero puedan también incrementar la fracción de energía atmosférica radiada que es dirigida hacia la tierra, sin embargo la energía enviada a las nubes es reabsorbida por los gases de invernadero y lo restante es enviado de regreso hacia la superficie de la tierra. También podemos esperar que la fracción de energía solar entrante absorbida por la atmósfera será afectada por los niveles de los gases de invernadero de la atmósfera, sin embargo, debido a que este flujo solar de entrada se da principalmente en el ultravioleta y la parte visible del espectro electromagnético y como los gases de invernadero tales como el dióxido de carbono absorben principalmente en la parte infrarroja del espectro, este efecto debemos esperar que sea menor.

Para determinar el impacto de incremento del dióxido de carbono sobre la temperatura superficial promedio de la Tierra, se espera que afecte principalmente a dos de nuestros parámetros de nuestro sistema. Afectará a la fracción de la radiación infrarroja de salida de la superficie de la Tierra que es absorbida por la atmósfera y afectará también la fracción de radiación infrarroja de la atmósfera que es dirigida de regreso hacia la Tierra.

El modelo utilizado incluye los valores para cada uno de sus parámetros modificados de tal forma que nuestras unidades de tiempo estén en años.

Para correr el modelo y agregar los componentes de CO<sub>2</sub> u otros gases de invernadero se puede considerar que estos cambian con el tiempo y que tienen su residencia en la atmósfera donde impactan los valores de la fracción de la radiación atmosférica dirigida y absorbida por la superficie de la Tierra, así como la fracción de la radiación de salida de la tierra que es absorbida por la atmósfera. La relación entre estas dos variables con respecto al CO<sub>2</sub> en la atmósfera no es directa, sin embargo, se debe esperar que conforme las concentraciones de CO<sub>2</sub> incrementen, también ambas variables incrementarán también, por lo que en esta situación sería conveniente incorporar efectos de saturación.

El volumen de CO<sub>2</sub> se presenta en partes por millón y se inicializa con un valor de 350 ppm, donde la tasa de incremento es positiva del orden de 5 ppm por año, los cuales se pueden modificar agregando submodelos poblacionales o económicos ligados a la acumulación de la variable de CO<sub>2</sub>.

La tabla CEF1 presenta la descripción de los flujos de energía para este modelo el cual es representado trágicamente en la figura CEF1 y cuyo método detallado es expuesto en el Anexo ACEF1.

Tabla CEF1. Descripción de los flujos de energía para la figura 6

Descripción	Ecuación matemática	Flujo(W/m <sup>2</sup> )
Flujo solar que es reflejado	$a\Omega_s$	107
Flujo solar que es absorbido en la atmósfera por los gases atmosféricos	$f_b(1-a)\Omega_s$	67
Flujo solar que es absorbido directamente por la superficie de la tierra	$(1-f_b)(1-a)\Omega_s$	168
Transferencia de calor latente térmico desde la superficie de la tierra hacia la atmósfera (energía no radiativa)	$t_e\Omega_E$	102
Flujo de energía radiado desde la superficie de la tierra que es absorbido por los gases atmosféricos	$f_a(1-t_e)\Omega_E$	350
Flujo de energía radiado atmosférico que es radiado hacia y absorbido por la tierra	$R_a\Omega_a$	324
Flujo de energía radiado atmosférico que es radiado hacia el espacio	$(1-R_a)\Omega_a$	195
Flujo de energía radiado de la	$(1-f_a)(1-t_e)\Omega_E$	40

superficie terrestre que no es  
absorbido por la atmósfera  
y va directamente hacia el espacio

Donde:

$a$  = Albedo del sistema tierra-atmósfera (0,31)

$f_b$  = Fracción de energía solar incidente absorbida por la atmósfera

$t_e$  = Fracción de flujo terrestre que es transferido a la atmósfera a través de los procesos de calor latente y térmico

$f_a$  = Fracción de radiación de salida desde la tierra que es absorbida por la atmósfera

$R_a$  = Fracción de radiación atmosférica que es radiada hacia y absorbida por la tierra

$\Omega_s$  = Flujo solar total entrando al sistema tierra-atmósfera

$\Omega_E$  = Flujo de energía terrestre radiado desde la tierra

$\Omega_A$  = Flujo de energía atmosférico radiado desde la atmósfera

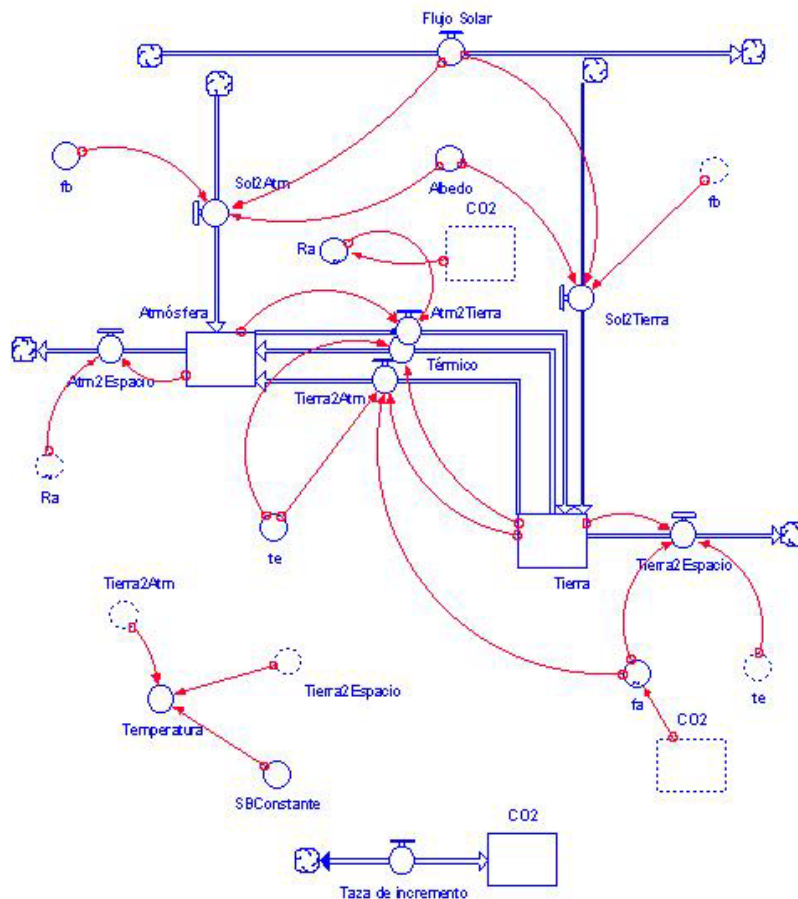
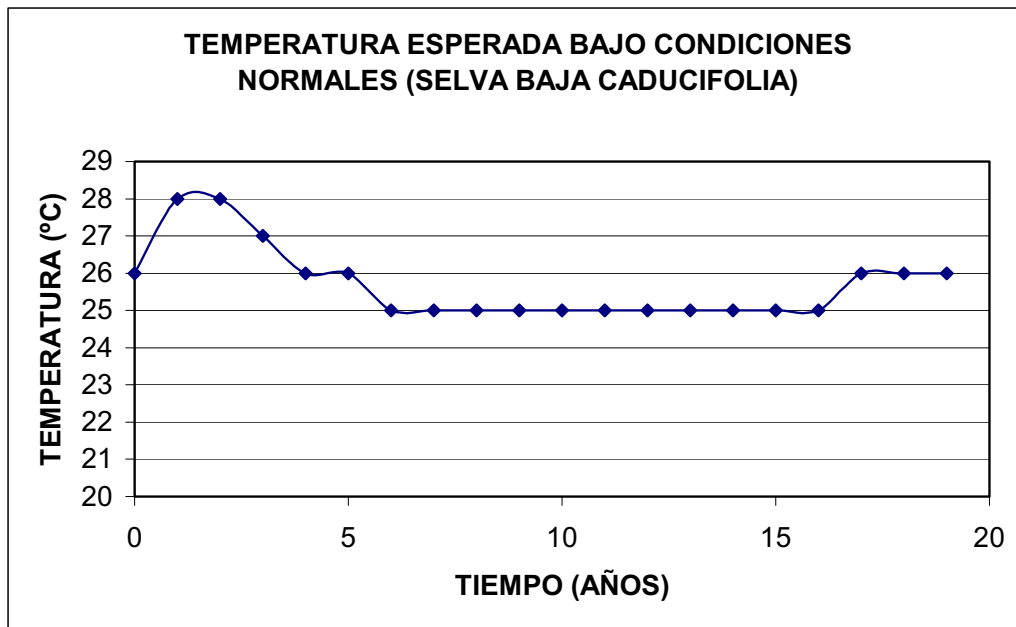


Figura CEF1. Modelo de simulación climática por cambios de albedo (selva baja) e incorporación de gases de invernadero.

La figura CEF2 muestra los resultados obtenidos para la simulación tendencial a 20 años de la temperatura en la selva baja caducifolia.

Figura CEF2. Simulación de cambio de temperatura esperada bajo condiciones normales.



### c) Estimación de GEI

Para la proyección de los escenarios de emisiones de gases invernadero, se encontró que de acuerdo a la literatura revisada y a las observaciones de campo, se aplica una tasa de cambio anual neta del 2% a las clases de selvas; de igual forma, se aplica un incremento gradual del 2% a las clases de agricultura, pastizal cultivado y sabana; un incremento del 1% al asentamiento humano y pastizal inducido; estas tasas se multiplican con la superficie existente y la diferencia residual, se adiciona a la clase de agricultura de temporal con cultivos anuales, de forma tal que se obtiene la superficie que cambia anualmente (Rosete *et al.*, 1997) y se repite el cálculo para un periodo de 20 años. El cambio registrado en esta evaluación se muestra en la tabla CEF2 (Figura, CEF3) y sirve de base para realizar los estimados en el cambio del carbono contenido en biomasa aérea (BA) por clase de cobertura vegetal y uso del suelo (CV/US) y de las emisiones asociadas de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O.

#### Carbono en biomasa aérea

A la matriz resultante del cambio en las superficies de las diferentes clases de CV/US se les multiplica por el vector del contenido de carbono de cada clase (Tabla CEF3 y Figura CEF4) y se obtienen los siguientes resultados simulando un periodo de 20 años.

Se estima que durante la primera década se pierdan 123 tC almacenada al año y que 1 775 tC sean emitidos por la dinámica de la conversión en el uso del suelo con una tasa neta de cambio en éste almacén del 2%.



Para el periodo de 20 años, se estima que se pierdan 150 tC almacenadas al año con un total de 3 005 tC emitidas durante el periodo, registrando adicionalmente una tasa de cambio del 3%.

A manera de resumen, estos son los principales cambios en almacenes y emisiones de carbono en biomasa aérea derivadas de la conversión en las clases de CV/US.

Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Construcción de Escenarios Futuros

Tabla CEF2. Cambio en la superficie (ha) de las diferentes clases de cobertura vegetal y uso del suelo: escenario a 20 años

COMUNIDAD	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
ATC	3,407.8	3,609.1	3,805.0	3,996.4	4,183.3	4,365.8	4,544.1	4,718.1	4,888.0	5,053.8	5,215.5
ATP	274.2	279.7	285.3	291.0	296.8	302.8	308.8	315.0	321.3	327.7	334.3
AH	12.4	12.6	12.8	13.1	13.3	13.6	13.9	14.1	14.4	14.7	15.0
PC	70.0	71.4	72.8	74.3	75.8	77.3	78.8	80.4	82.0	83.7	85.3
PI	73.9	74.6	76.1	77.6	79.2	80.8	82.4	84.0	85.7	87.4	89.2
SA	316.5	322.9	329.3	335.9	342.6	349.5	356.5	363.6	370.9	378.3	385.9
SBCS	1,791.3	1,755.5	1,720.4	1,686.0	1,652.2	1,619.2	1,586.8	1,555.1	1,524.0	1,493.5	1,463.6
SBCSVAH	8,953.4	8,774.3	8,598.8	8,426.9	8,258.3	8,093.2	7,931.3	7,772.7	7,617.2	7,464.9	7,315.6
SMCS	5.2	5.1	5.0	4.9	4.8	4.7	4.6	4.5	4.4	4.3	4.2
SMCSVAH	21.1	20.7	20.3	19.9	19.5	19.1	18.7	18.3	18.0	17.6	17.2
Total	14,925.9	14,925.9	14,925.9	14,925.9	14,925.9	14,925.9	14,925.9	14,925.9	14,925.9	14,925.9	14,925.9

COMUNIDAD	T11	T12	T13	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20
ATC	5,373.4	5,527.3	5,677.4	5,823.8	5,966.4	6,105.4	6,240.9	6,372.8	6,501.2	6,626.2
ATP	341.0	347.8	354.8	361.8	369.1	376.5	384.0	391.7	399.5	407.5
AH	15.3	15.6	15.9	16.2	16.6	16.9	17.2	17.6	17.9	18.3
PC	87.0	88.8	90.6	92.4	94.2	96.1	98.0	100.0	102.0	104.0
PI	91.0	92.8	94.6	96.5	98.5	100.4	102.4	104.5	106.6	108.7
SA	393.6	401.4	409.5	417.7	426.0	434.5	443.2	452.1	461.1	470.4
SBCS	1,434.3	1,405.7	1,377.5	1,350.0	1,323.0	1,296.5	1,270.6	1,245.2	1,220.3	1,195.9
SBCSVAH	7,169.3	7,025.9	6,885.4	6,747.7	6,612.7	6,480.5	6,350.8	6,223.8	6,099.4	5,977.4
SMCS	4.1	4.0	4.0	3.9	3.8	3.7	3.7	3.6	3.5	3.4
SMCSVAH	16.9	16.6	16.2	15.9	15.6	15.3	15.0	14.7	14.4	14.1
Total	14,925.9	14,925.9	14,925.9	14,925.9	14,925.9	14,925.9	14,925.9	14,925.9	14,925.9	14,925.9

Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Construcción de Escenarios Futuros

Tabla CEF3. Cambio en el contenido de carbono (Mg C) en biomasa aérea por clase de cobertura vegetal y uso del suelo: escenario a 20 años

COMUNIDAD	Cba T0	Cba T1	Cba T2	Cba T3	Cba T4	Cba T5	Cba T6	Cba T7	Cba T8	Cba T9	Cba T10
ATC	19,083.7	20,211.2	21,308.2	22,379.9	23,426.5	24,448.7	25,446.9	26,421.4	27,372.7	28,301.1	29,207.0
ATP	3,033.8	3,094.5	3,156.4	3,219.5	3,283.9	3,349.6	3,416.6	3,484.9	3,554.6	3,625.7	3,698.2
AH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PC	483.6	493.2	503.1	513.2	523.4	533.9	544.6	555.5	566.6	577.9	589.5
PI	333.6	336.9	343.7	350.5	357.6	364.7	372.0	379.4	387.0	394.8	402.7
SA	2,858.3	2,915.5	2,973.8	3,033.3	3,093.9	3,155.8	3,218.9	3,283.3	3,349.0	3,416.0	3,484.3
SBCS	19,128.3	18,745.8	18,370.8	18,003.4	17,643.4	17,290.5	16,944.7	16,605.8	16,273.7	15,948.2	15,629.2
SBCSVAH	53,497.1	52,427.2	51,378.6	50,361.1	49,344.0	48,357.2	47,390.0	46,442.2	45,513.4	44,603.1	43,711.0
SMCS	109.8	107.6	105.5	103.4	101.3	99.3	97.3	95.3	93.4	91.6	89.7
SMCSVAH	323.0	316.6	310.2	304.0	298.0	292.0	286.2	280.4	274.8	269.3	263.9
Total	98,851.3	98,648.5	98,450.4	98,258.3	98,072.0	97,891.7	97,717.2	97,548.4	97,385.2	97,227.6	97,075.6

COMUNIDAD	Cba T11	Cba T12	Cba T13	Cba T14	Cba T15	Cba T16	Cba T17	Cba T18	Cba T19	Cba T20
ATC	30,090.8	30,952.8	31,793.5	32,613.0	33,411.9	34,190.4	34,948.8	35,687.5	36,406.7	37,106.7
ATP	3,772.2	3,847.6	3,924.6	4,003.1	4,083.1	4,164.8	4,248.1	4,333.1	4,419.7	4,508.1
AH	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PC	601.2	613.3	625.5	638.0	650.8	663.8	677.1	690.6	704.5	718.5
PI	410.7	418.9	427.3	435.9	444.6	453.5	462.5	471.8	481.2	490.8
SA	3,554.0	3,625.1	3,697.6	3,771.5	3,846.9	3,923.9	4,002.4	4,082.4	4,164.0	4,247.3
SBCS	15,316.6	15,010.3	14,710.1	14,415.9	14,127.6	13,845.0	13,568.1	13,296.8	13,030.8	12,770.2
SBCSVAH	42,836.8	41,980.1	41,140.5	40,317.7	39,511.3	38,721.1	37,946.7	37,187.7	36,444.0	35,715.1
SMCS	87.9	86.2	84.5	82.8	81.1	79.5	77.9	76.3	74.8	73.3
SMCSVAH	258.7	253.5	248.4	243.5	238.6	233.8	229.1	224.6	220.1	215.7
Total	96,929.0	96,787.8	96,651.9	96,521.3	96,395.9	96,275.8	96,160.7	96,050.8	95,945.8	95,845.8

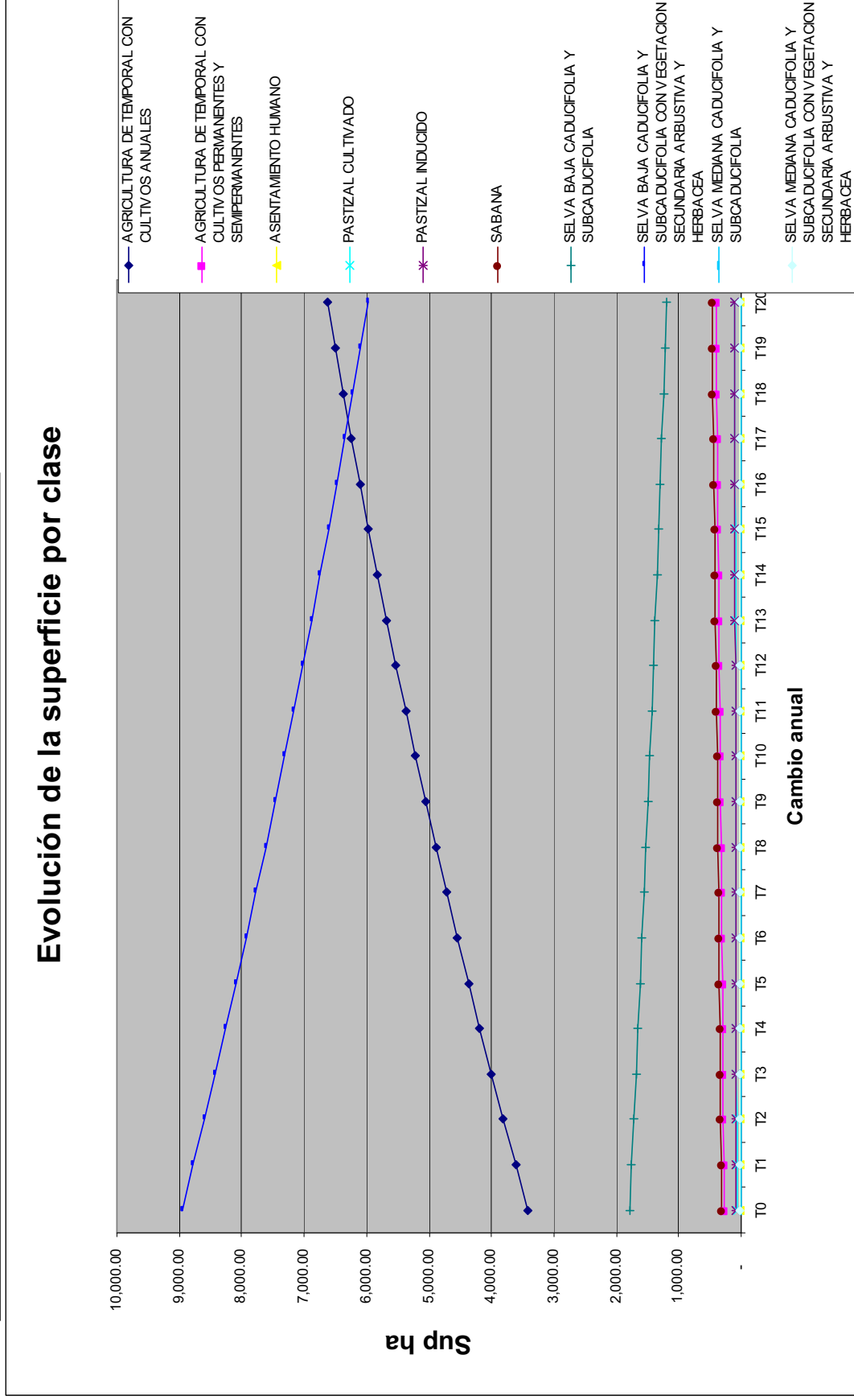


Figura CEF3. Cambio en la superficie de las diferentes clases de cobertura vegetal y uso del suelo: escenario a 20 años

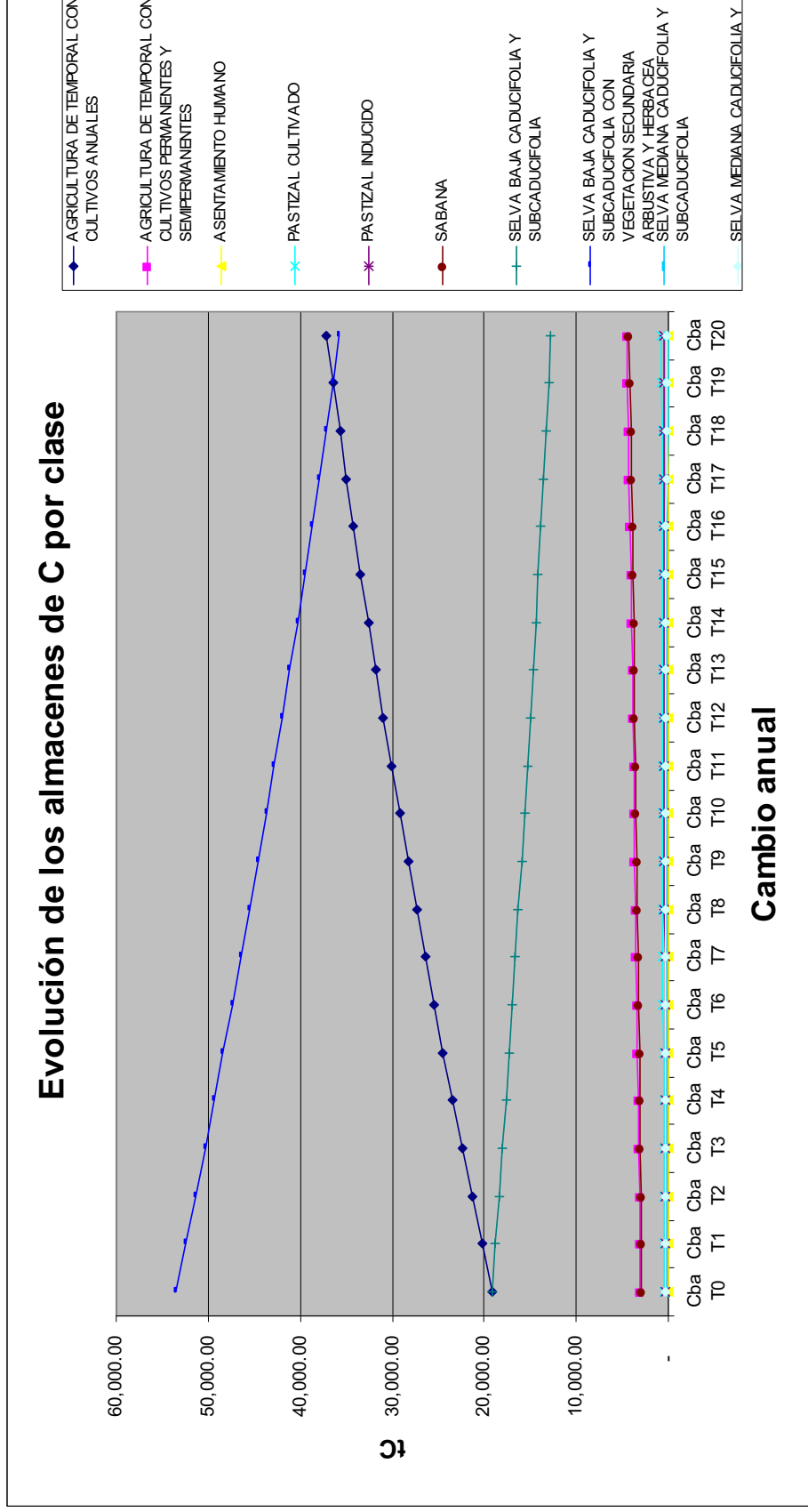


Figura CEF4. Cambio en el contenido de carbono en biomasa aérea por clase de cobertura vegetal y uso del suelo: escenario a 20 años

#### Emisiones de CO<sub>2</sub> de suelos

A la matriz resultante del cambio en las superficies de las diferentes clases de CV/US se les multiplica por el vector de las emisiones de CO<sub>2</sub> de cada clase (Tabla CEF4 y Figura CEF5) y se obtienen los siguientes resultados:

Se estima que las emisiones para el año diez sean del orden de 1,05E+07 gCO<sub>2</sub>, registrando un incremento al año de 2,05E+05 gCO<sub>2</sub>; con respecto al año base, se presenta una diferencia neta de emisiones de 1,84E+06 gCO<sub>2</sub>, y con una tasa neta de cambio en ésta fuente del 21%.

Para el año veinte, se estima que se emitan 1,27E+07 gCO<sub>2</sub>, con un incremento neto de 4,10E+06 gCO<sub>2</sub> respecto al año base; el aumento de misiones anuales promedio estimado es de 2,05E+05 gCO<sub>2</sub>; adicionalmente registra una tasa de cambio del 48%.

La dinámica hasta cierto punto natural de los procesos derivados del cambio en el uso del suelo, pone de manifiesto en este escenario que las emisiones de CO<sub>2</sub> se irán incrementando a razón del 2,1% al año.

#### Emisiones de CH<sub>4</sub> de suelos

A la matriz resultante del cambio en las superficies de las diferentes clases de CV/US se les multiplica por el vector de las emisiones de CH<sub>4</sub> de cada clase (Tabla CEF5 y Figura CEF6) y se obtienen los siguientes resultados que son analizados por década:

Se estima que las emisiones para el año diez sean del orden de 2,8E+03 gCH<sub>4</sub>, registrando un incremento al año de 1,85E+01 gCH<sub>4</sub>; con respecto al año base, se presenta una diferencia neta de emisiones de 2,09E+02 gCH<sub>4</sub>, y con una tasa neta de cambio en ésta fuente del 8%.

Para el año veinte, se estima que se emita 2,99E+03 gCH<sub>4</sub>, con un incremento neto de 2,09E+02 gCH<sub>4</sub> respecto al año base; el aumento de misiones anuales promedio estimado es de 1,97E+01 gCH<sub>4</sub>; adicionalmente registra una tasa de cambio del 15%.

De igual forma, al comparar los resultados de las dos décadas, en este escenario se aprecia que la emisiones de CO<sub>2</sub> se irán incrementando a razón del 0.75% al año.

#### Emisiones de N<sub>2</sub>O de suelos

A la matriz resultante del cambio en las superficies de las diferentes clases de CV/US se les multiplica por el vector de las emisiones de N<sub>2</sub>O de cada clase (Tabla CEF6 y figura CEF7) y se obtienen los siguientes resultados que son analizados por década:

Se estima que las emisiones para el año diez sean del orden de 5,02E+04 g N<sub>2</sub>O, registrando un decremento al año de 1,63E+03 gN<sub>2</sub>O; con respecto al año base, se presenta una diferencia neta de emisiones de -1,7E+04 gN<sub>2</sub>O, y con una tasa neta de cambio en ésta fuente del -25%.

Para el año veinte, se estima que sean emitidas 3,39E+04 gN<sub>2</sub>O, con una reducción neta de 3,32E+04 gN<sub>2</sub>O respecto al año base; el decremento de las emisiones anuales promedio estimado es de 1,66E+03 gN<sub>2</sub>O; adicionalmente registra una tasa de cambio del -49%.

Tabla CEF4. Emisiones estimadas de CO<sub>2</sub> de suelos por clase de cobertura vegetal y uso del suelo: escenario a 20 años.

COMUNIDAD	CO2 T0	CO2 T1	CO2 T2	CO2 T3	CO2 T4	CO2 T5	CO2 T6	CO2 T7	CO2 T8	CO2 T9	CO2 T10
ATC	2.02E+06	2.14E+06	2.26E+06	2.37E+06	2.48E+06	2.59E+06	2.69E+06	2.80E+06	2.90E+06	3.00E+06	3.09E+06
ATP	1.72E+08	1.75E+08	1.79E+08	1.82E+08	1.86E+08	1.90E+08	1.94E+08	1.97E+08	2.01E+08	2.05E+08	2.09E+08
AH	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
PC	4.15E+07	4.23E+07	4.32E+07	4.40E+07	4.49E+07	4.58E+07	4.67E+07	4.77E+07	4.86E+07	4.96E+07	5.06E+07
PI	2.80E+07	2.83E+07	2.89E+07	2.95E+07	3.01E+07	3.07E+07	3.13E+07	3.19E+07	3.25E+07	3.32E+07	3.39E+07
SA	7.28E+08	7.42E+08	7.57E+08	7.72E+08	7.88E+08	8.03E+08	8.19E+08	8.36E+08	8.52E+08	8.70E+08	8.87E+08
SBCS	4.35E+06	4.27E+06	4.18E+06	4.10E+06	4.02E+06	3.94E+06	3.86E+06	3.78E+06	3.70E+06	3.63E+06	3.56E+06
SBCSVAH	8.80E+06	8.62E+06	8.45E+06	8.28E+06	8.12E+06	7.95E+06	7.80E+06	7.64E+06	7.49E+06	7.34E+06	7.19E+06
SMCS	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
SMCSVAH	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Total	9.84E+08	1.00E+09	1.02E+09	1.04E+09	1.06E+09	1.08E+09	1.11E+09	1.13E+09	1.15E+09	1.17E+09	1.19E+09

COMUNIDAD	CO2 T11	CO2 T12	CO2 T13	CO2 T14	CO2 T15	CO2 T16	CO2 T17	CO2 T18	CO2 T19	CO2 T20
ATC	2.79E+04	2.87E+04	2.95E+04	3.02E+04	3.10E+04	3.17E+04	3.24E+04	3.31E+04	3.37E+04	3.44E+04
ATP	1.87E+06	1.91E+06	1.95E+06	1.99E+06	2.03E+06	2.07E+06	2.11E+06	2.15E+06	2.19E+06	2.24E+06
AH	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
PC	4.52E+05	4.61E+05	4.70E+05	4.80E+05	4.89E+05	4.99E+05	5.09E+05	5.19E+05	5.30E+05	5.40E+05
PI	3.03E+05	3.09E+05	3.15E+05	3.21E+05	3.27E+05	3.34E+05	3.41E+05	3.47E+05	3.54E+05	3.62E+05
SA	7.92E+06	8.08E+06	8.24E+06	8.41E+06	8.58E+06	8.75E+06	8.92E+06	9.10E+06	9.29E+06	9.47E+06
SBCS	3.06E+04	2.99E+04	2.93E+04	2.88E+04	2.82E+04	2.76E+04	2.71E+04	2.65E+04	2.60E+04	2.55E+04
SBCSVAH	6.17E+04	6.05E+04	5.93E+04	5.81E+04	5.69E+04	5.58E+04	5.47E+04	5.36E+04	5.25E+04	5.15E+04
SMCS	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
SMCSVAH	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Total	1.07E+07	1.09E+07	1.11E+07	1.13E+07	1.15E+07	1.18E+07	1.20E+07	1.22E+07	1.25E+07	1.27E+07

Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Construcción de Escenarios Futuros

Tabla CEF5. Emisiones estimadas de CH<sub>4</sub> de suelos por clase de cobertura vegetal y uso del suelo; escenario a 20 años.

COMUNIDAD	CH4 T0	CH4 T1	CH4 T2	CH4 T3	CH4 T4	CH4 T5	CH4 T6	CH4 T7	CH4 T8	CH4 T9	CH4 T10
ATC	6.82E+02	7.22E+02	7.61E+02	7.99E+02	8.37E+02	8.73E+02	9.09E+02	9.44E+02	9.78E+02	1.01E+03	1.04E+03
ATP	2.58E+03	2.63E+03	2.68E+03	2.74E+03	2.79E+03	2.85E+03	2.91E+03	2.96E+03	3.02E+03	3.08E+03	3.15E+03
AH	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
PC	8.68E+01	8.85E+01	9.03E+01	9.21E+01	9.40E+01	9.58E+01	9.78E+01	9.97E+01	1.02E+02	1.04E+02	1.06E+02
PI	-1.61E+03	-1.62E+03	-1.66E+03	-1.69E+03	-1.72E+03	-1.76E+03	-1.79E+03	-1.83E+03	-1.86E+03	-1.90E+03	-1.94E+03
SA	-6.17E+02	-6.30E+02	-6.42E+02	-6.55E+02	-6.68E+02	-6.81E+02	-6.95E+02	-7.09E+02	-7.23E+02	-7.38E+02	-7.52E+02
SBCS	3.94E+02	3.86E+02	3.78E+02	3.71E+02	3.63E+02	3.56E+02	3.49E+02	3.42E+02	3.35E+02	3.29E+02	3.22E+02
SBCSAH	1.07E+03	1.05E+03	1.03E+03	1.01E+03	9.91E+02	9.71E+02	9.52E+02	9.33E+02	9.14E+02	8.96E+02	8.78E+02
SMCS	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
SMCSVAH	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Total	2.59E+03	2.63E+03	2.65E+03	2.67E+03	2.69E+03	2.71E+03	2.73E+03	2.75E+03	2.76E+03	2.78E+03	2.80E+03

COMUNIDAD	CH4 T11	CH4 T12	CH4 T13	CH4 T14	CH4 T15	CH4 T16	CH4 T17	CH4 T18	CH4 T19	CH4 T20
ATC	1.07E+03	1.11E+03	1.14E+03	1.16E+03	1.19E+03	1.22E+03	1.25E+03	1.27E+03	1.30E+03	1.33E+03
ATP	3.21E+03	3.27E+03	3.34E+03	3.41E+03	3.47E+03	3.54E+03	3.61E+03	3.69E+03	3.76E+03	3.83E+03
AH	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
PC	1.08E+02	1.10E+02	1.12E+02	1.15E+02	1.17E+02	1.19E+02	1.22E+02	1.24E+02	1.26E+02	1.29E+02
PI	-1.98E+03	-2.02E+03	-2.06E+03	-2.10E+03	-2.14E+03	-2.18E+03	-2.23E+03	-2.27E+03	-2.32E+03	-2.36E+03
SA	-7.67E+02	-7.83E+02	-7.98E+02	-8.14E+02	-8.31E+02	-8.47E+02	-8.64E+02	-8.82E+02	-8.99E+02	-9.17E+02
SBCS	3.16E+02	3.09E+02	3.03E+02	2.97E+02	2.91E+02	2.85E+02	2.80E+02	2.74E+02	2.68E+02	2.63E+02
SBCSAH	8.60E+02	8.43E+02	8.26E+02	8.10E+02	7.94E+02	7.78E+02	7.62E+02	7.47E+02	7.32E+02	7.17E+02
SMCS	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
SMCSVAH	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Total	2.82E+03	2.84E+03	2.86E+03	2.88E+03	2.90E+03	2.91E+03	2.93E+03	2.95E+03	2.97E+03	2.99E+03



Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Construcción de Escenarios Futuros

Tabla CEF6. Emisiones estimadas de N<sub>2</sub>O de suelos por clase de cobertura vegetal y uso del suelo: escenario a 20 años.

COMUNIDAD	N20 T0	N20 T1	N20 T2	N20 T3	N20 T4	N20 T5	N20 T6	N20 T7	N20 T8	N20 T9	N20 T10
ATC	8.49E+03	8.99E+03	9.47E+03	9.95E+03	1.04E+04	1.09E+04	1.13E+04	1.17E+04	1.22E+04	1.26E+04	1.30E+04
ATP	1.17E+04	1.20E+04	1.22E+04	1.25E+04	1.27E+04	1.30E+04	1.32E+04	1.35E+04	1.38E+04	1.40E+04	1.43E+04
AH	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
PC	1.52E+04	1.55E+04	1.58E+04	1.61E+04	1.64E+04	1.67E+04	1.71E+04	1.74E+04	1.78E+04	1.81E+04	1.85E+04
PI	8.75E+03	8.84E+03	9.02E+03	9.20E+03	9.38E+03	9.57E+03	9.76E+03	9.95E+03	1.02E+04	1.04E+04	1.06E+04
SA	-6.21E+04	-6.33E+04	-6.46E+04	-6.59E+04	-6.72E+04	-6.86E+04	-6.99E+04	-7.13E+04	-7.27E+04	-7.42E+04	-7.57E+04
SBCS	8.44E+03	8.27E+03	8.10E+03	7.94E+03	7.78E+03	7.63E+03	7.47E+03	7.32E+03	7.18E+03	7.03E+03	6.89E+03
SBCSVAH	7.66E+04	7.51E+04	7.36E+04	7.21E+04	7.07E+04	6.93E+04	6.79E+04	6.65E+04	6.52E+04	6.39E+04	6.26E+04
SMCS	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
SMCSVAH	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Total	6.71E+04	6.53E+04	6.36E+04	6.19E+04	6.02E+04	5.85E+04	5.68E+04	5.52E+04	5.35E+04	5.18E+04	5.02E+04

COMUNIDAD	N20 T11	N20 T12	N20 T13	N20 T14	N20 T15	N20 T16	N20 T17	N20 T18	N20 T19	N20 T20
ATC	1.34E+04	1.38E+04	1.41E+04	1.45E+04	1.49E+04	1.52E+04	1.55E+04	1.59E+04	1.62E+04	1.65E+04
ATP	1.46E+04	1.49E+04	1.52E+04	1.55E+04	1.58E+04	1.61E+04	1.64E+04	1.68E+04	1.71E+04	1.74E+04
AH	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
PC	1.89E+04	1.92E+04	1.96E+04	2.00E+04	2.04E+04	2.08E+04	2.12E+04	2.17E+04	2.21E+04	2.25E+04
PI	1.08E+04	1.10E+04	1.12E+04	1.14E+04	1.17E+04	1.19E+04	1.21E+04	1.24E+04	1.26E+04	1.29E+04
SA	-7.72E+04	-7.87E+04	-8.03E+04	-8.19E+04	-8.35E+04	-8.52E+04	-8.69E+04	-8.87E+04	-9.04E+04	-9.22E+04
SBCS	6.76E+03	6.62E+03	6.49E+03	6.36E+03	6.23E+03	6.11E+03	5.98E+03	5.86E+03	5.75E+03	5.63E+03
SBCSVAH	6.14E+04	6.01E+04	5.89E+04	5.78E+04	5.66E+04	5.55E+04	5.44E+04	5.33E+04	5.22E+04	5.12E+04
SMCS	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
SMCSVAH	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
Total	4.85E+04	4.69E+04	4.53E+04	4.36E+04	4.20E+04	4.04E+04	3.88E+04	3.72E+04	3.55E+04	3.39E+04

Figura CEF5. Emisiones estimadas de CO<sub>2</sub> de suelos por clase de cobertura vegetal y uso del suelo: escenario a 20 años.

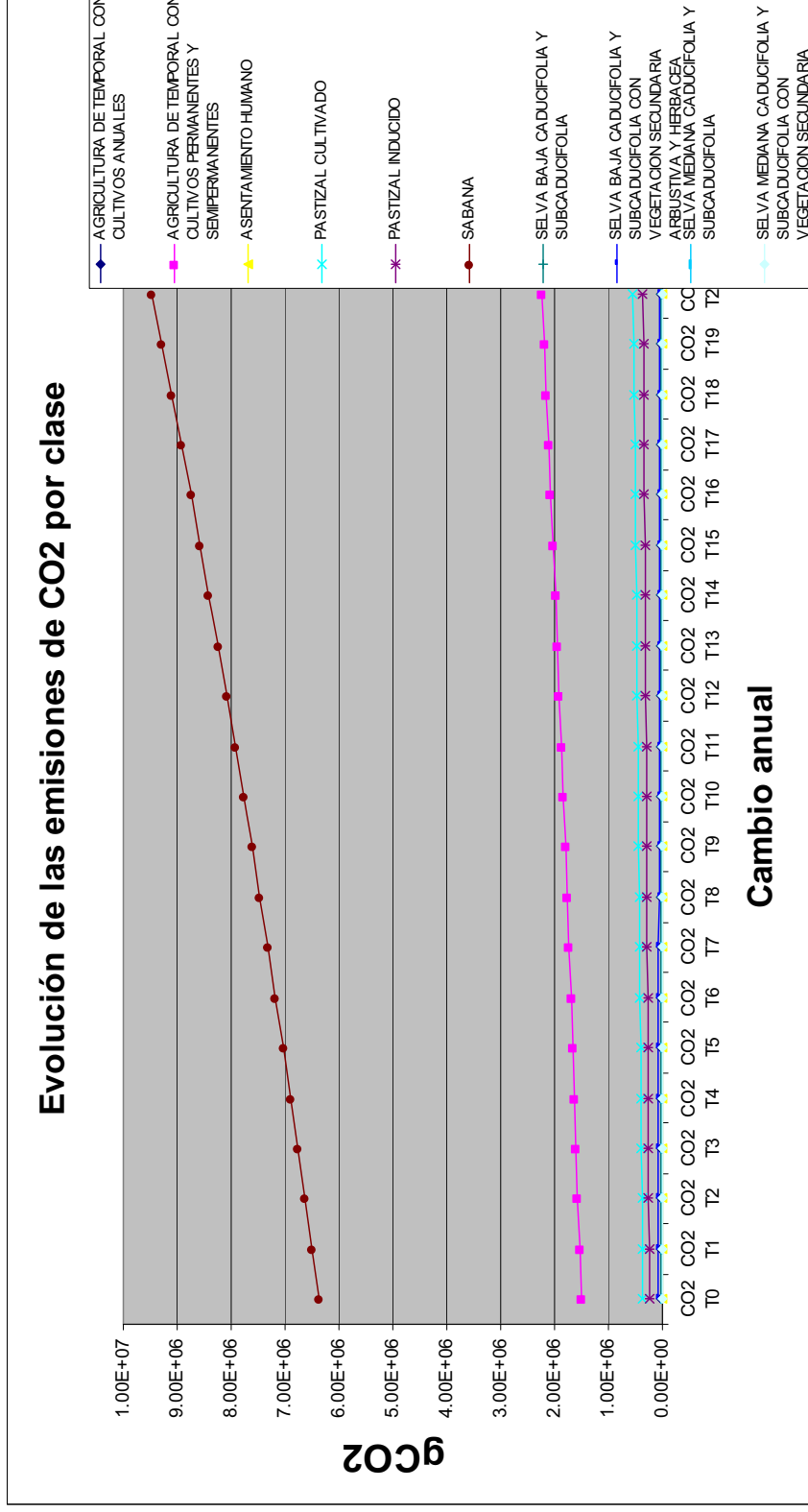


Figura CEF6. Emisiones estimadas de CH<sub>4</sub> de suelos por clase de cobertura vegetal y uso del suelo: escenario a 20 años

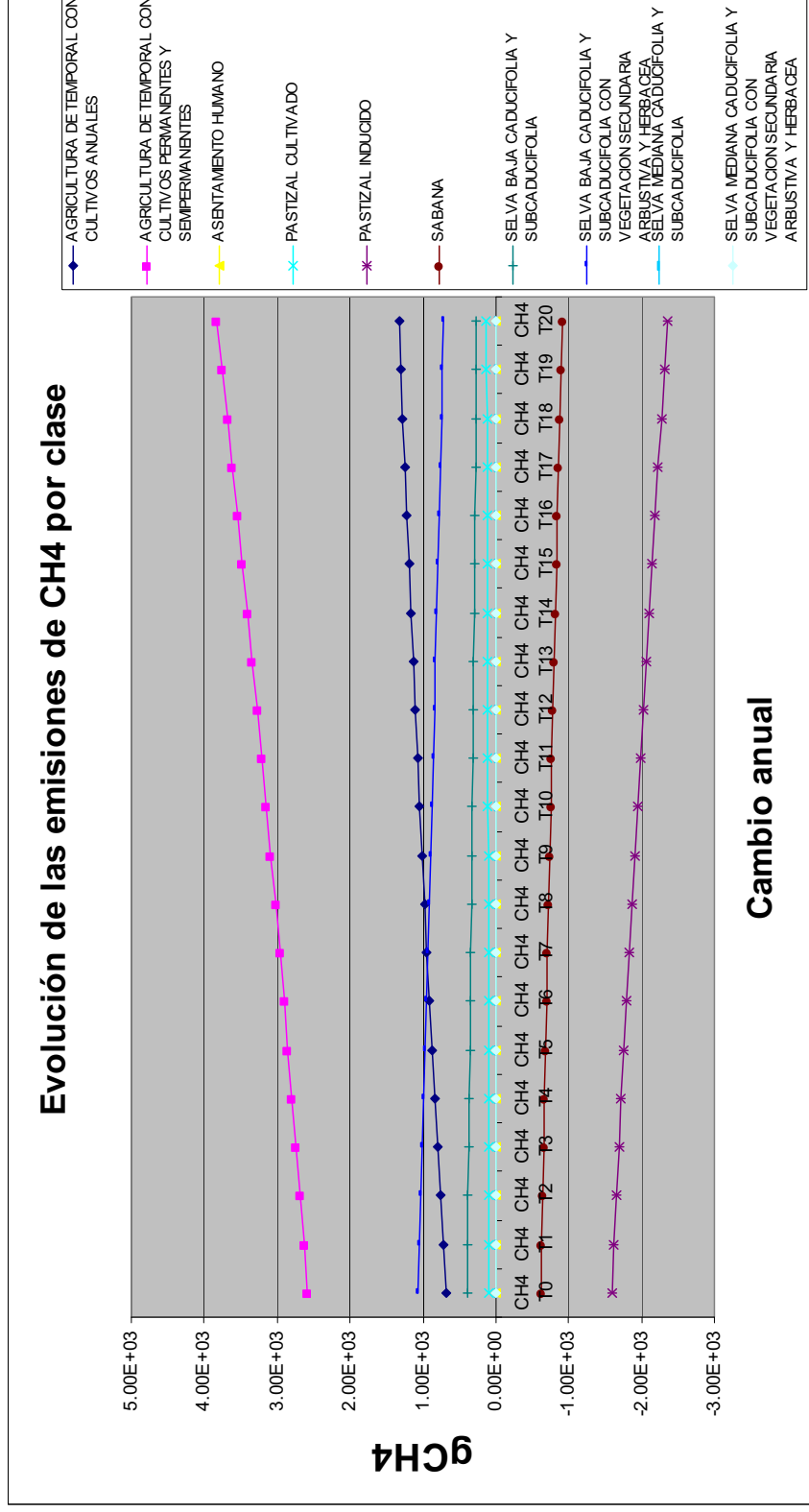
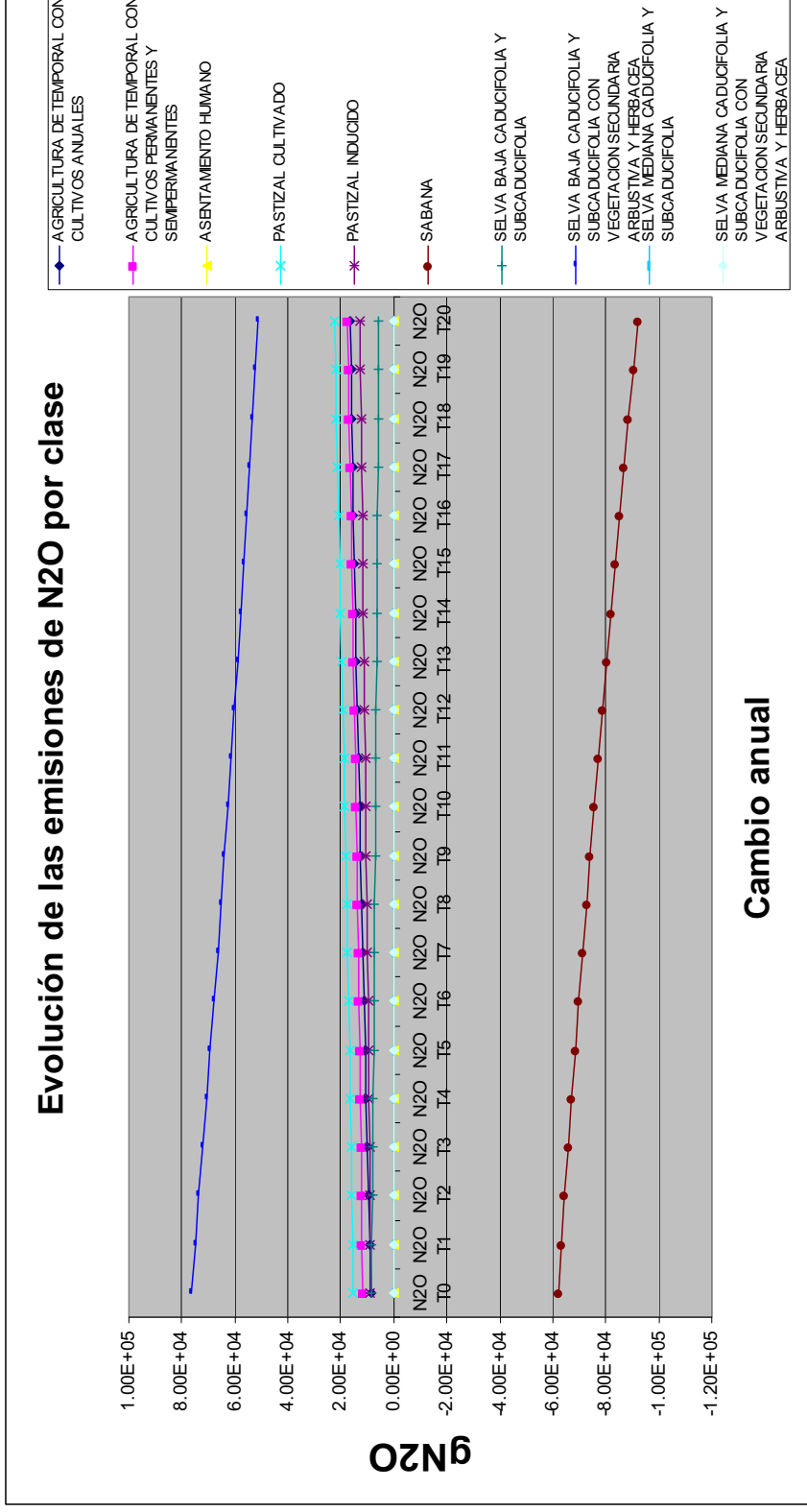


Figura CEF7. Emisiones estimadas de N<sub>2</sub>O de suelos por clase de cobertura vegetal y uso del suelo: escenario a 20 años



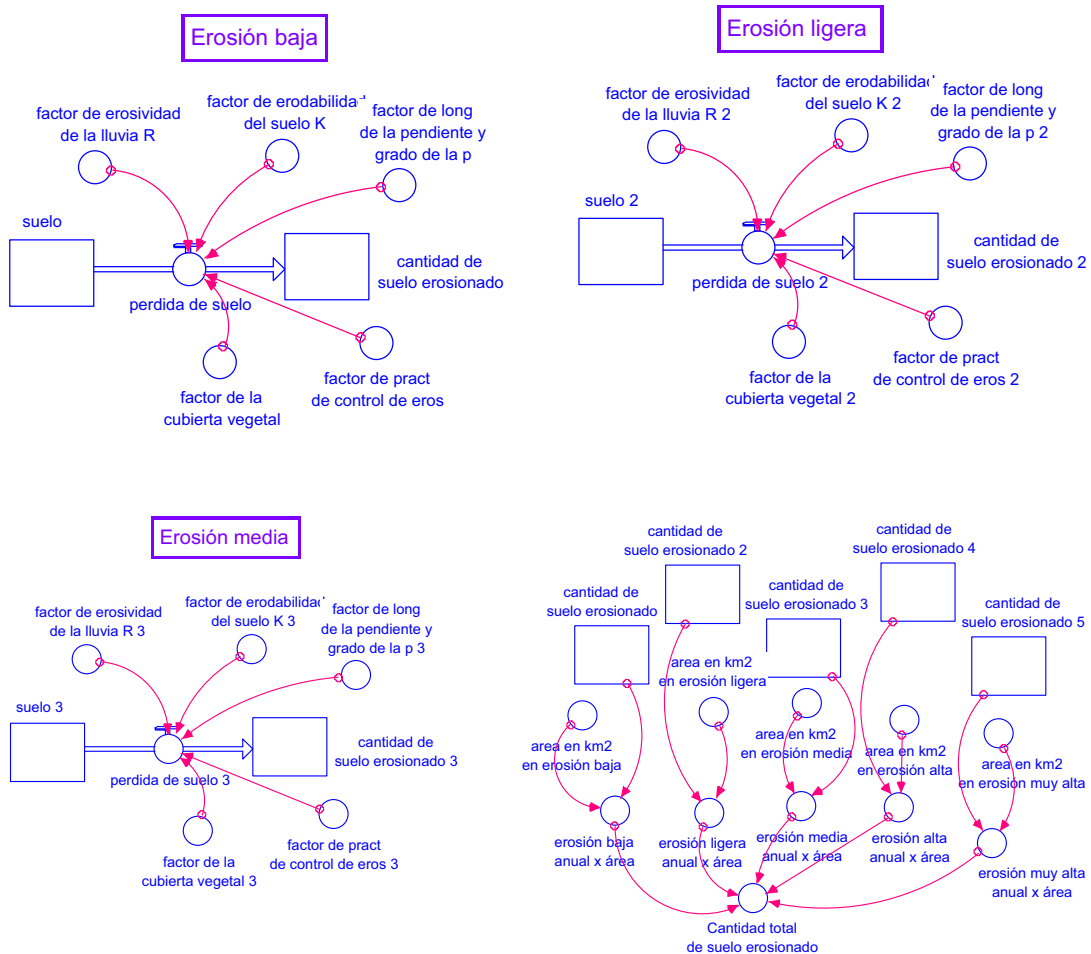
Finalmente podemos observar que la clase Sabana, en el balance total pesa mucho y por ello, en este escenario las emisiones de N<sub>2</sub>O decrecerán del 2,5% al año.

**d) Simulación del proceso de erosión en la cuenca Papagayo-Omitlán.**

El modelo de simulación que se desarrolló para estimar la pérdida de suelo se hizo bajo diferentes condiciones y sólo se consideró la erosión hídrica ya que es la más importante en la región de estudio. El método detallado que se utilizó para este modelo se presenta en el Anexo ACEF1.

El modelo desarrollado presenta cinco submodelos (Figura CEF8) que representan las cinco categorías de erosión (baja, ligera, media, alta y muy alta) que se propusieron en el mapa de erosión. La figura CEF9 presenta los resultados obtenidos al correr el modelo por tipo de erosión; mientras que la figura CEF10 presenta los resultados integrados para todos los tipos de erosión.

Figura CEF8. Modelo de proceso de erosión en la cuenca Papagayo – Omitlán.



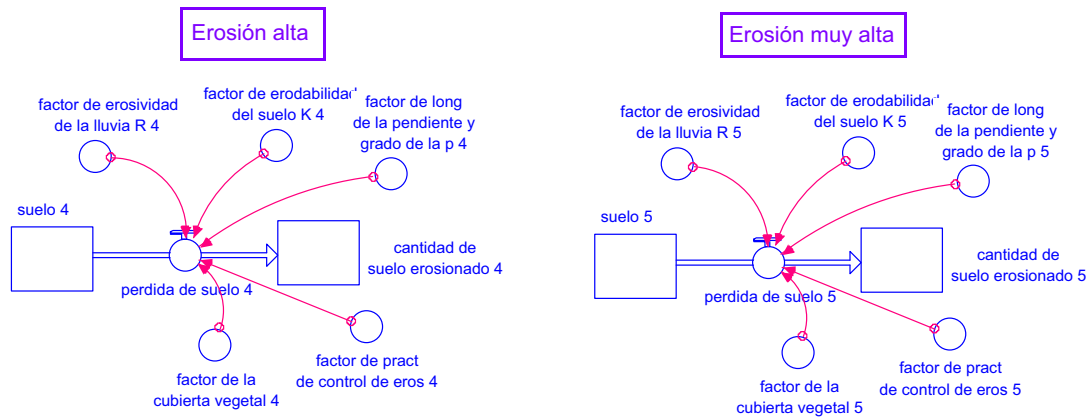
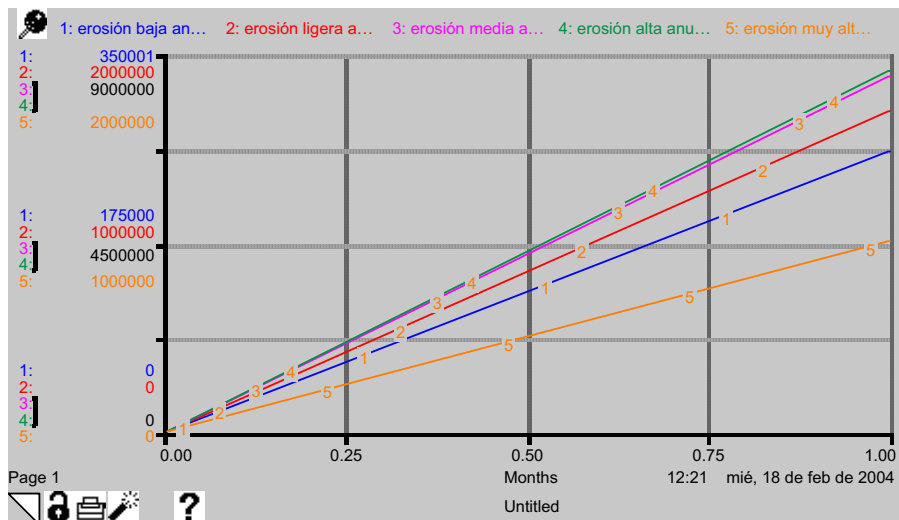


Figura CEF9. Cantidad de suelo erosionado por tipo de erosión considerando toda la cuenca.

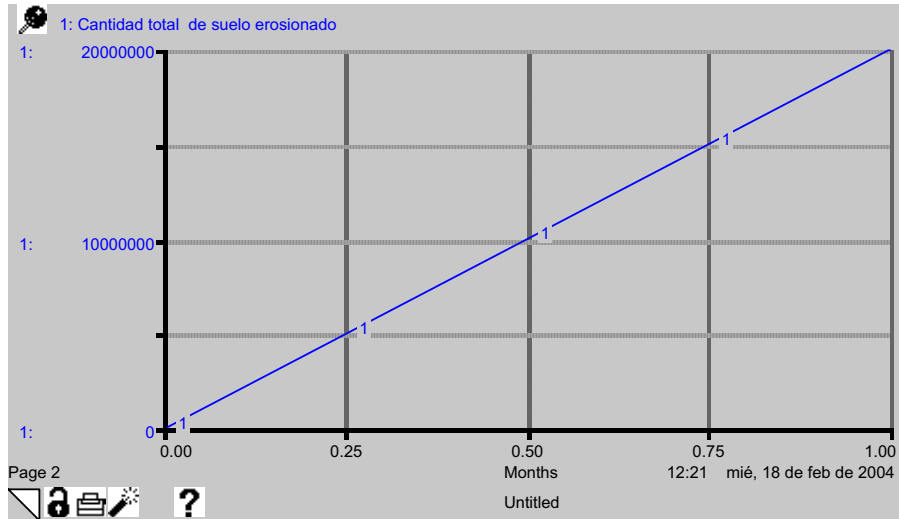


1: erosión baja anual = cantidad de suelo erosionado producido por la erosión baja multiplicada por el área que ocupa en la zona de estudio durante un año de acuerdo con el mapa del apéndice 1a,  
 2: erosión ligera anual = cantidad de suelo erosionado producido por la erosión ligera multiplicada por el área que ocupa en la zona de estudio durante un año de acuerdo con el mapa del apéndice 1a,  
 3: erosión media anual = cantidad de suelo producido por la erosión media multiplicada por el área que ocupa en la zona de estudio durante un año de acuerdo con el mapa del apéndice 1a,

4: **erosión alta anual** = cantidad de suelo producido por la erosión **alta** multiplicada por el área que ocupa en la zona de estudio durante un año de acuerdo con el mapa del apéndice 1a,

5: **erosión muy alta** = cantidad de suelo producido por la erosión **muy alta** multiplicada por el área que ocupa en la zona de estudio durante un año de acuerdo con el mapa del apéndice 1a,

Figura CEF10. Cantidad total de suelo erosionado juntando los diferentes tipos de erosión en el área de estudio,



Estos valores son demasiado altos, lo cual, se debe posiblemente a la enorme superficie que se consideró, pero si se reduce a una tercera parte el área considerada (considerando sólo el área más cercana a la cuenca) se tienen los siguientes valores por tipo de erosión (Figura CEF11) y erosión total (Figura CEF12):

Figura CEF11. Cantidad de suelo erosionado por tipo de erosión considerando sólo una tercera parte de la cuenca del río Papagayo,

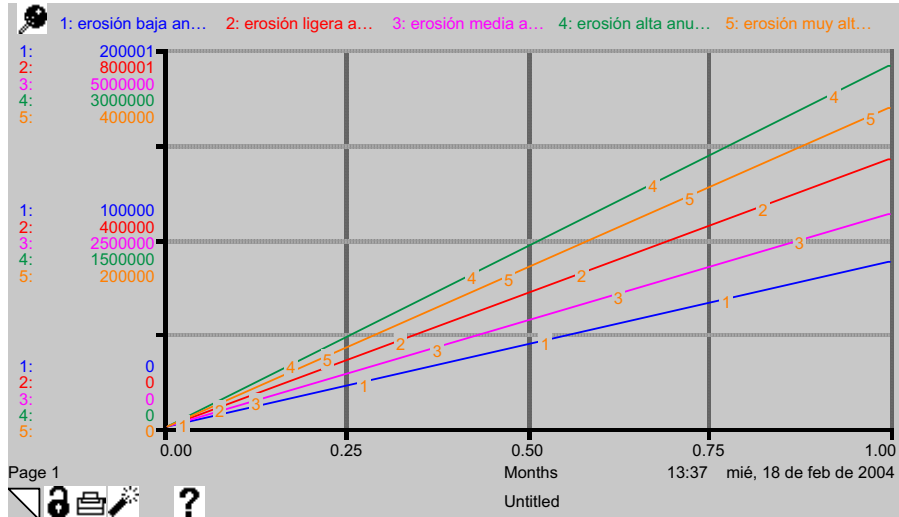
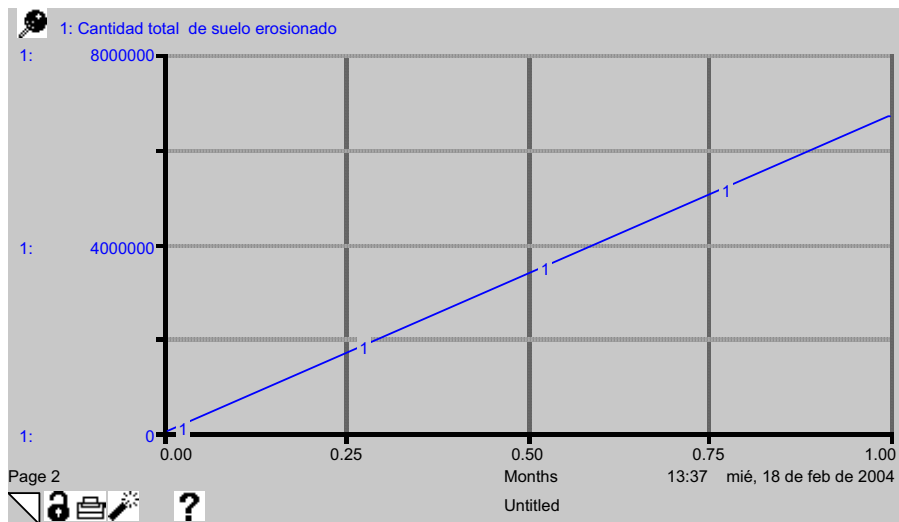


Figura CEF12. Cantidad total de suelo erosionado juntando los diferentes tipos de erosión, considerando sólo una tercera parte de la cuenca del río Papagayo,



Posteriormente se corrió el modelo modificando únicamente el factor C en cada submodelo con un valor de 0,5, lo cual, representa que continúa la deforestación en el sitio de estudio por lo que disminuye la cubierta vegetal en éste y el valor del factor C se incrementa. Esto arroja los siguientes resultados (Figuras CEF13 y CEF14):



Erosión baja,

Factor R	Factor K	Factor LS	Factor C	Factor P	Cantidad de suelo erosionado (ton/ha/año)
14000	0,1	0,3	0,5	0,3	63,00

Erosión ligera,

Factor R	Factor K	Factor LS	Factor C	Factor P	Cantidad de suelo erosionado (ton/ha/año)
14000	0,13	0,3	0,5	0,3	81,90

Erosión media,

Factor R	Factor K	Factor LS	Factor C	Factor P	Cantidad de suelo erosionado (ton/ha/año)
14000	0,164	0,3	0,5	0,3	103,32

Erosión alta,

Factor R	Factor K	Factor LS	Factor C	Factor P	Cantidad de suelo erosionado (ton/ha/año)
14000	0,175	0,3	0,5	0,3	110,25

Erosión muy alta,

Factor R	Factor K	Factor LS	Factor C	Factor P	Cantidad de suelo erosionado (ton/ha/año)
14000	0,2	0,3	0,5	0,3	126,00

Figura CEF13. Cantidad de suelo erosionado por tipo de erosión considerando sólo una tercera parte de la cuenca del río Papagayo y modificando el valor del factor C.

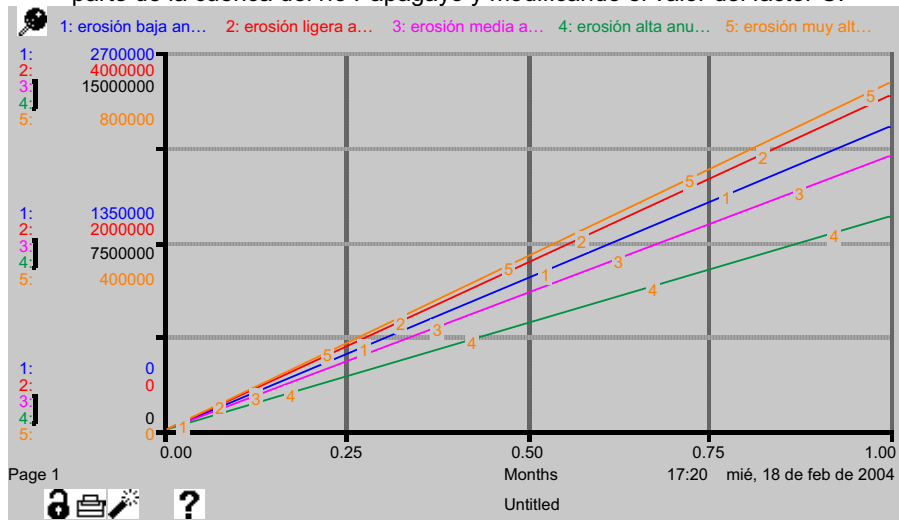
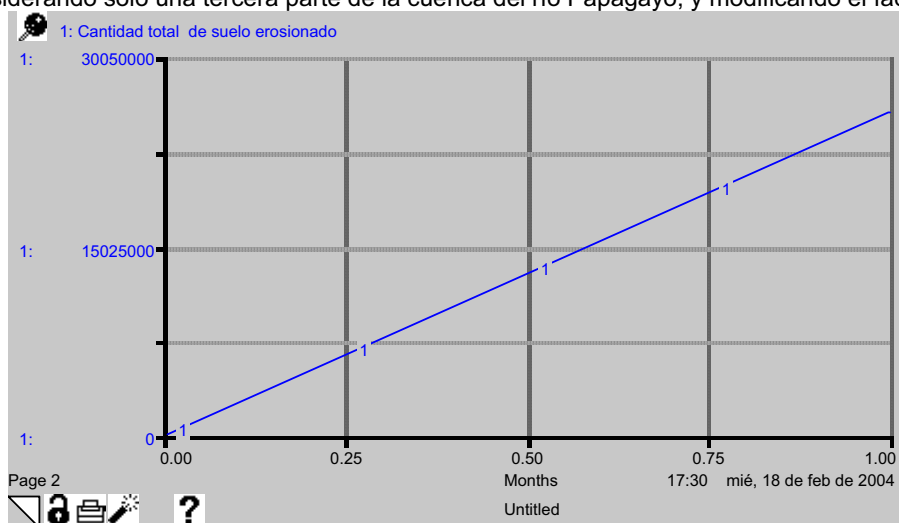


Figura CEF14. Cantidad total de suelo erosionado juntando los diferentes tipos de erosión, considerando sólo una tercera parte de la cuenca del río Papagayo, y modificando el factor C.



De acuerdo con las estimaciones derivadas de los cinco niveles de erosión, las de mayor aporte de sedimentos fueron la erosión media y alta, seguidas por la erosión ligera y baja y al final la erosión baja, debido, sobre todo a las diferencias en las superficies que se presentan en cada tipo de erosión.. Vale la pena resaltar que la suma total estimada de suelo perdido (6 677 739 de toneladas al año), es similar a lo que reporta la CFE como sedimentos promedio en la estación conocida como La Parota.

#### e) Tendencia de cambio de uso de suelo

El análisis de la tendencia de cambio del uso del suelo se realizó para distintos escenarios: uno a corto plazo y otro a mediano plazo; las fechas a las que se proyectaron las tendencias de cambio fueron 2010 y 2030. Los resultados a continuación presentados se refieren a la dinámica de: a) zonas agrícolas, b) zonas con pastizal y c) superficie cubierta por vegetación natural.

##### *Escenario esperado al corto plazo (de 1 a 5 años):*

Los terrenos apropiados para la agricultura (clases 1 y 2) en toda el área de estudio son escasos, limitándose a las zonas de terrazas fluviales a lo largo del cauce del río, algunos valles colgados y la zona de llanuras marinas al norte de la laguna Tres Palos.

Debido a que dichos terrenos actualmente tienen propietario y ya están siendo aprovechados con fines agrícolas, se espera que el incremento demográfico y las necesidades económicas dentro de los próximos 5 años promuevan la deforestación de nuevos terrenos -de menor aptitud agrícola (clases 3 y 4)- para acondicionarlos para el pastoreo o la agricultura, situación que, de hecho, ya está ocurriendo en diversos puntos del área de estudio y se espera continúe con la misma tendencia.

##### *Escenario al mediano y largo plazos (6 a 30 años):*

Difícilmente se puede proyectar un escenario de cambios en el uso del suelo derivados del incremento demográfico al mediano y largo plazos, sin contemplar cambios esperados a niveles sociales, políticos y económicos en todo el país, información que no se dispone

para este estudio. No obstante, se puede tener una aproximación sobre los cambios en el crecimiento demográfico y las actividades productivas bajo un escenario donde se supondría que se mantendrían las mismas tendencias ya existentes. Bajo este escenario, se esperaría que la mayoría de los suelos de moderada calidad (clase 3) y cierta accesibilidad tiendan a ser desmontados para su aprovechamiento pastoril (principalmente) y agrícola. Sin embargo, la falta de riego, de infraestructura y de suelos de buena calidad, ocasionan una baja productividad, por lo que se espera también un aumento de la tasa de migración de la población en las localidades comprendidas en el área de estudio, principalmente para ocupar sitios en actividades productivas dedicadas a los servicios en Acapulco y Chilpancingo, e incluso migración hacia los Estados Unidos.

Asumiendo una tendencia lineal en el crecimiento de las zonas agrícolas, y tomando como referencia el incremento de estas zonas observado en el periodo de 1976 al 2000, el aumento esperado sería de 3164 ha/año que se traducirían, si se mantiene esta tasa constante, en 31 645 hectáreas convertidas a terrenos agrícolas para el año 2010, cuya distribución espacial se muestra en el mapa *Proyección de Áreas Agrícolas Susceptibles de ser Utilizadas en un Período de 10 años Sin Proyecto* del anexo cartográfico. Los criterios para distribuir las zonas agrícolas en el área se describen en el Anexo ACEF1.

De este mapa se observa que las áreas favorables para la agricultura en la región ya han sido utilizadas y sólo es posible emplear tierras de menor aptitud. Este hecho queda manifiesto, ya que las 31 645 ha disponibles más aptas para la agricultura tienen una probabilidad de que sean usadas con éxito para tal fin de entre 30% y 35%.

El segundo escenario proyecta el crecimiento de la agricultura para el año 2020 en 63 291 ha. La situación es la misma que en el caso anterior pero sólo que más crítica, puesto que existe una orientación de las áreas disponibles a zonas cada vez menos favorables (ver mapa en el anexo cartográfico).

Los escenarios para terrenos ocupados por pastos, tanto para el año 2010 y 2020 muestran tendencias similares a los de agricultura (ver anexo cartográfico), esto es, una ocupación de las mejores tierras para la agricultura y pastos, con una pequeña fracción de tierras marginales de baja calidad que servirían para ampliar las zonas para actividades agrícolas y pecuarias.

En el escenario de zonas con vegetación se observa que (figura CEF15) las clases correspondientes a Bosque de Pino-Encino (PQ) y Selva Baja Caducifolia y Subcaducifolia (Bcs) son en ambos periodos los que ocupan la mayor parte del territorio en el área de estudio, sin embargo también se aprecia que sus áreas se han reducido substancialmente, en particular la de Bcs, para convertirse en áreas con vegetación secundaria y arbustiva (PQs y Bcss). Específicamente, se nota un gran incremento en la superficie de Bcss (acahuales).

El incremento en terrenos dedicados a actividades agrícolas y pastizal ocasiona, por supuesto, una disminución en la superficie cubierta por vegetación natural. En el periodo 1976-2000 el cambio más notable fue la conversión de más de 250 mil hectáreas de selva baja (cerca del 80% de la superficie ocupada en 1976), principalmente en vegetación secundaria (Bcss) y en zonas con actividades agropecuarias. Los bosques de encino también tuvieron una reducción significativa en ese periodo de cerca del 11%. Figura CEF 15).

Figura CEF15. Gráfica comparativa de los porcentajes de área ocupados por coberturas específicas de suelo para los años 1976 y 2000, en el área de estudio indicada en los mapas.

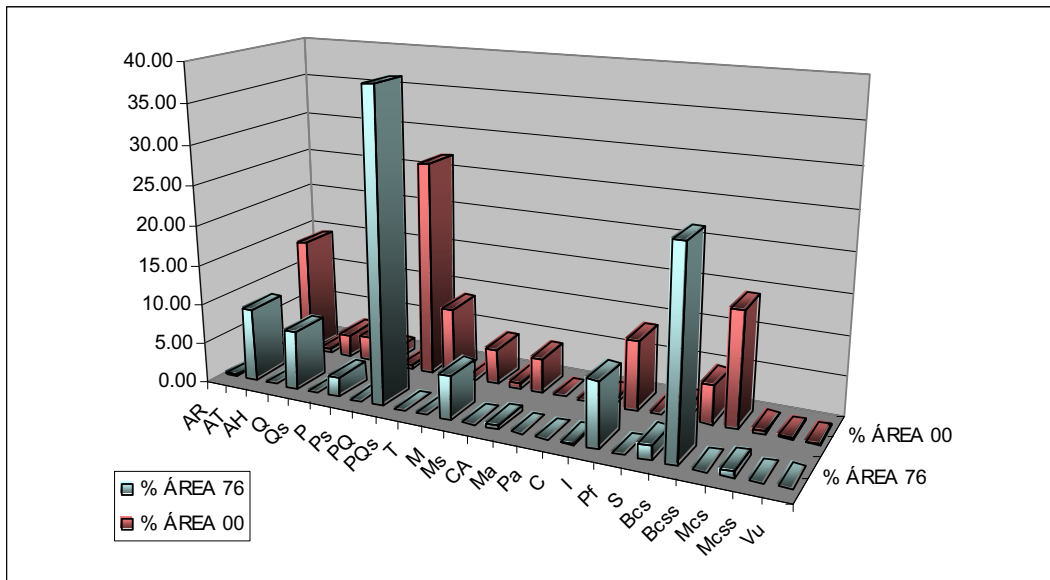


Tabla CEF7. Comparativo entre las coberturas de uso del suelo de 1976 y 2000

CLASES DE COBERTURA DEL SUELO	ABREVIACIÓN	HECTÁREAS 76	% ÁREA 76	HECTÁREAS 00	% ÁREA 00
Agricultura de riego (incluye riego eventual)	R	2,380	0.19	2,478	0.19
Agricultura de temporal (cultivos anuales y permanentes)	T	118,558	9.30	194,410	14.67
Asentamiento humano	AH	1,761	0.14	9,426	0.71
Bosque de Encino	Q	93,147	7.31	38,921	2.94
Bosque de encino con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	Qs	0	0.00	41,859	3.16
Bosque de pino	P	30,290	2.38	22,228	1.68
Bosque de pino con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	Ps	0	0.00	5,329	0.40
Bosque de pino-encino (incluye encino-pino)	PQ	491,323	38.56	356,950	26.93
Bosque de pino-encino con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	PQs	0	0.00	117,403	8.86
Bosque de tascate	T	437	0.03	427	0.03
Bosque mesófilo de montaña	M	69,518	5.46	59,884	4.52
Bosque mesófilo de montaña con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	Ms	0	0.00	8,028	0.61
Cuerpo de agua	CA	6,983	0.55	58,208	4.39
Manglar	Ma	809	0.06	585	0.04
Palmar	Pa	411	0.03	384	0.03
Pastizal cultivado	C	606	0.05	7,980	0.60
Pastizal inducido	I	104,146	8.17	116,127	8.76
Plantación forestal	Pf	32	0.00	0	0.00
Sabana	S	22,630	1.78	18,769	1.42
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	Bcs	321,358	25.22	64,231	4.85
Selva baja caducifolia y subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	Bcss	0	0.00	191,324	14.44
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia	Mcs	8,573	0.67	5,109	0.39
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	Mcss	0	0.00	3,457	0.26
Vegetación de dunas costeras	Vu	1,381	0.11	1,749	0.13
Total		1,274,343	100.00	1,325,265	100.00

Nota1. La diferencia entre las áreas totales en hectáreas entre el mapa de 1976 y el mapa de 2000, es de 50,922 has., lo que equivale al 3.84 %, por lo que las cifras de diferencia en porcentaje (última columna) pueden tener un error hasta de esta magnitud

Además de estos cambios, es significativo también el aumento en las áreas de agricultura de temporal (AT) y la reducción de superficie de los bosques de encino (Q).

La apertura de caminos, aunada a un incremento de población en la región, ha sido el factor de cambio más importante, facilitando el acceso a zonas que antes se hallaban ocupadas por bosques o selvas y que tenían cierta aptitud para actividades agropecuarias.

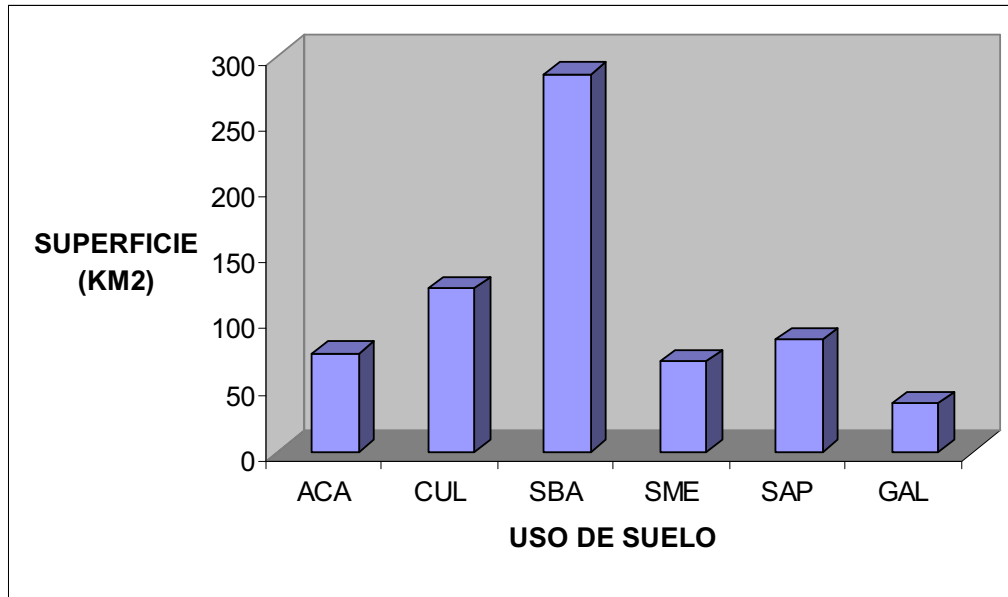
Otro proceso de cambio importante lo constituye la fragmentación de la vegetación natural. Una primera comparación visual de los mapas de ambos años (1976 y 2000 respectivamente) nos permite observar el incremento en la fragmentación de las áreas ocupadas por las diferentes clases de selvas y bosques en el año 2000. Parte de esta fragmentación está explicada por la inserción de áreas ocupadas por actividades agropecuarias y por zonas con vegetación secundaria y arbustiva que reemplazan a la vegetación original.

En la región de La Parota, la deforestación ha provocado la pérdida de una porción considerable de la vegetación natural. A una escala más local, en el área de influencia de este estudio, miles de hectáreas han sido convertidas en pastizales y zonas de cultivo (Tabla CEF7). Este es el mayor y más severo impacto detectado en nuestra evaluación. Es esperable que la deforestación se mantenga a las tasas actuales o inclusive se acelere sino se implementan políticas de desarrollo regional que sean compatibles con la conservación de la naturaleza y que se reduzca el crecimiento de la población y la pobreza.

La deforestación, si se mantiene a las mismas tasas que las registradas en los últimos veinte años, probablemente, causará la desaparición casi total de la vegetación natural en dos o tres décadas, por lo que sin lugar a dudas, la deforestación es la mayor amenaza para el mantenimiento de la diversidad biológica regional a muy corto plazo.

Las selvas medianas y los matorrales xerófitos serán los que contribuirán con los mayores efectos sobre la biodiversidad ya que son comunidades, aunque no muy extensas, con un alto nivel de endemismos, especies exclusivas e, incluso, de acuerdo con los resultados que se presentan en el apartado de flora y fauna, posiblemente sean también hábitat de nuevas especies para la ciencia. En este sentido, resultan de especial importancia las selvas medianas y matorrales que se encuentran al noreste de la región, justo a un lado de la cortina de la presa actual en los Cerros del Tepehuaje y Las Piñas.

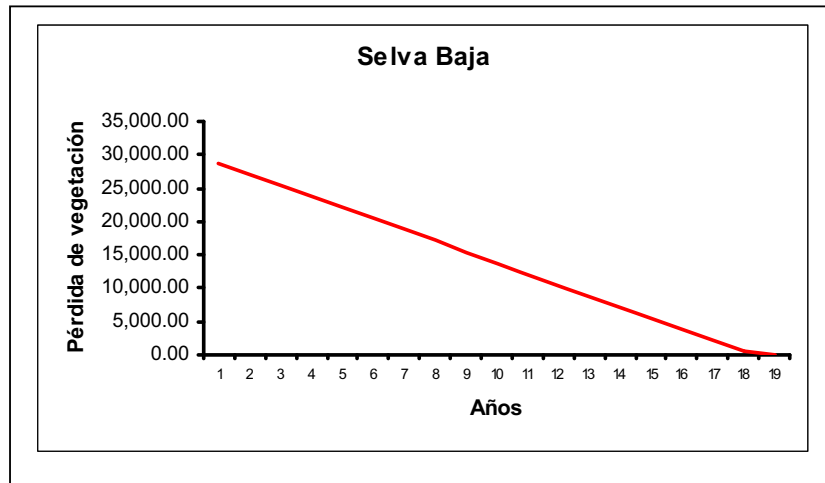
Figura CEF16. Superficie ocupada en el 2000 por los principales tipos de vegetación y usos del suelo en el área de influencia de La Parota, Guerrero. ACA, acahual. CUL, cultivos y pastizales. SAP, selva baja caducifolia. SME, selva mediana. SBA, vegetación sabanoide. GAL, bosque de galería



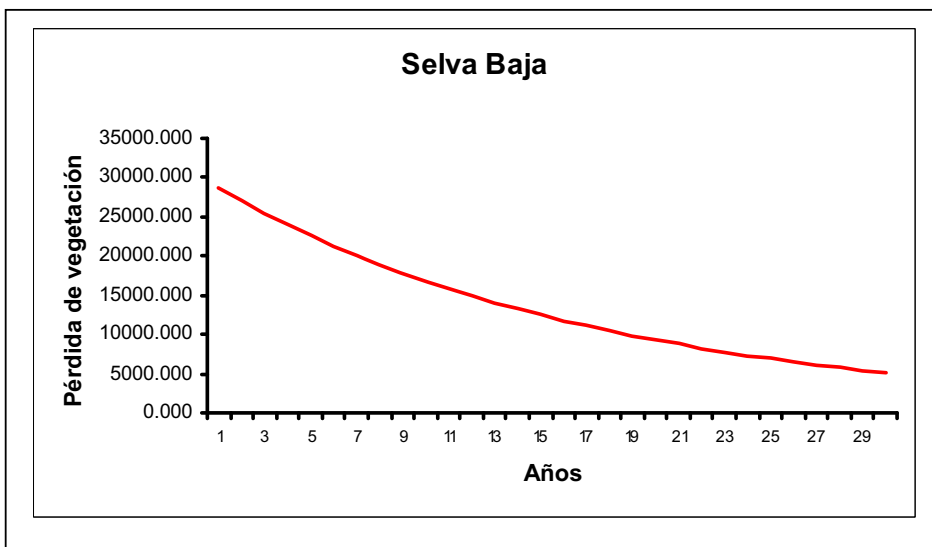
En las figuras siguientes se muestran proyecciones de la dinámica de la vegetación natural considerando que mantendrían la misma tasa de pérdida que se encontró para el periodo de 1976-2000. En la figura CEF25 se indican las tendencias con una tasa de deforestación constante, basada en la observada entre 1976 y 2000 (A), y una tasa dependiente del área remanente de la vegetación, que tiende a ser menor debido a la menor superficie disponible con el paso del tiempo. En ambos casos es evidente que de continuar las tendencias actuales lo único que persistirá en la región en dos o tres décadas serán pequeños remanentes de vegetación natural.

Figura CEF17. Modelo sobre el efecto de la deforestación en la pérdida de tipos de vegetación natural en área de influencia de La Parota, Guerrero.

(A)

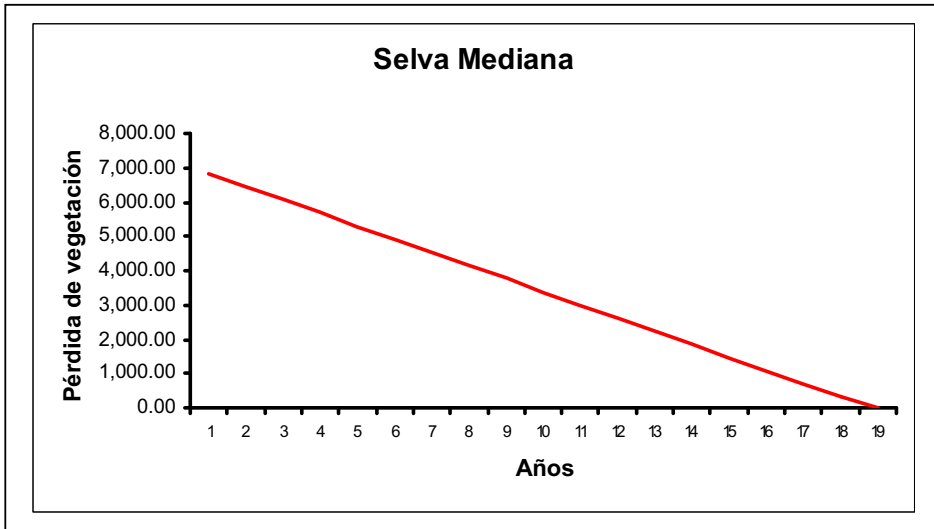


(B)

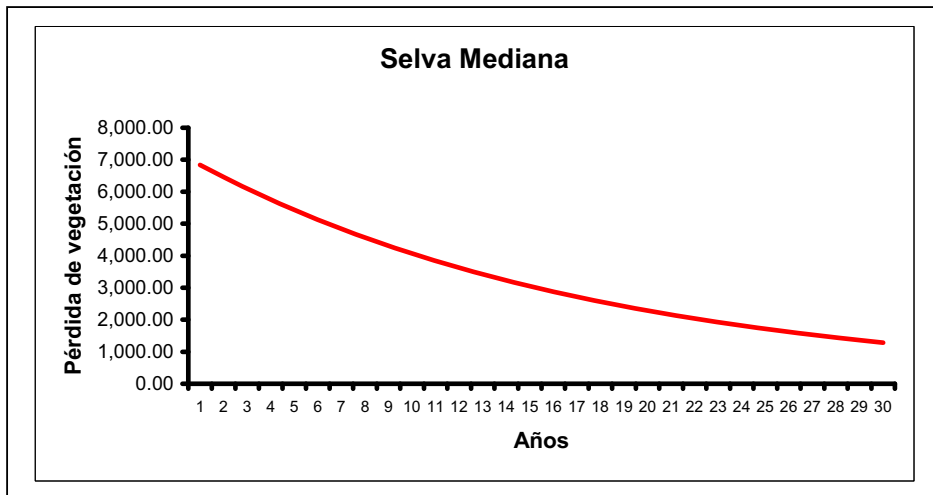




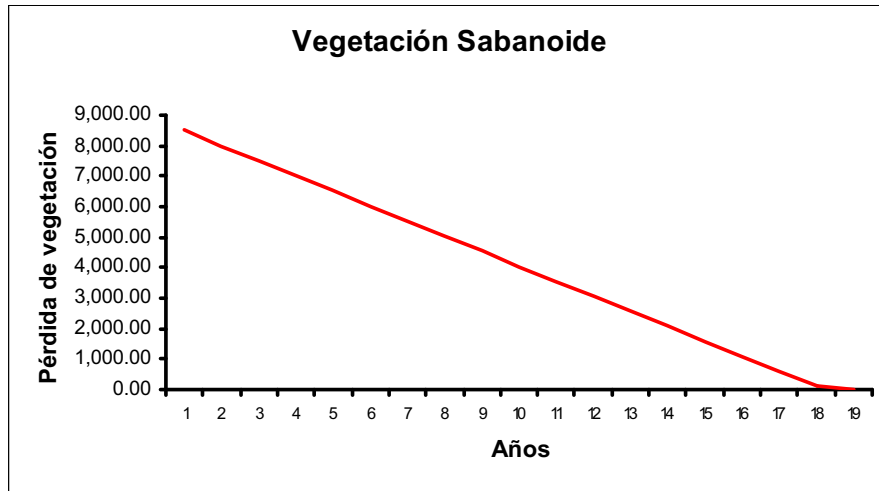
(A)



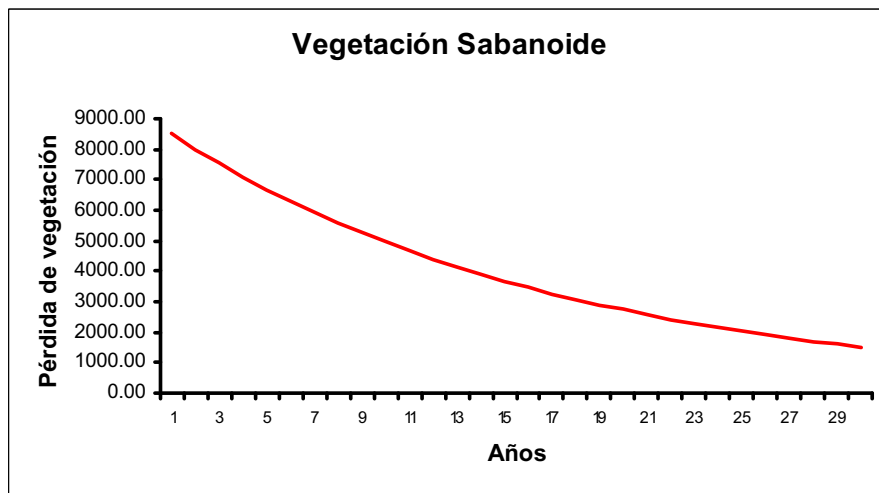
(B)



(A)



(B)



*Relación especies – área*

Dado que la meta del proyecto fue determinar la posibilidad de minimizar la pérdida de especies en el área de influencia, evaluamos el efecto de la deforestación en la riqueza de los vertebrados a través de modelos de simulación área – número de especies. Usamos la fórmula:

$$S = cA^z$$

Donde:

S = número de especies.

c = constante que corresponde al número de especies en una hectárea.

A = Área a considerar.

z = constante que mide la pendiente de la recta que une S y A.

La relación área – número de especies varía de acuerdo a factores diversos como el grupo taxonómico, hábitat y región. La variación se debe principalmente a los valores de las constantes “c” y “z”. Para vertebrados el valor de “z” varía entre 12 y 28, pero generalmente esta entre 12 y 18, que fue el valor que usamos. El valor de “c” lo calculamos de acuerdo al área y número de especies registradas por tipo de vegetación. Es importante enfatizar que debido a la incertidumbre en el cálculo de “c” y “z”, los resultados que obtuvimos son sólidos para demostrar las tendencias en la relación especies – área. Sin embargo, pueden subestimar el efecto de la pérdida del hábitat ya que consideran que el efecto es similar para todas las especies, sin considerar características como especificidad de hábitat, y tamaño y movilidad de las especies.

Los datos que se utilizaron para el modelo son los siguientes:

Tipo de vegetación	superficie	número de spp
Selva baja	28608	331
Selva mediana	6840	241
Vegetación sabanoide	8496	219
Vegetación riparia	3709	116

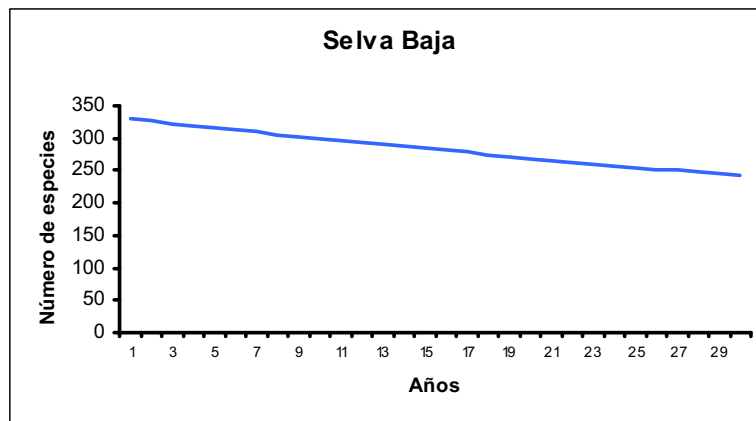
El modelo de simulación toma en cuenta por lo tanto la superficie de la vegetación, las tasas de deforestación y la diversidad de especies de vertebrados. Dentro de la fórmula del modelo hay valores del número de especies (S), el área a considerar (A) y la constante que mide la pendiente de la recta que une S y A (z) (- 0.18). La constante que corresponde al número de especies en una hectárea (c) se obtuvo despejando el parámetro de la fórmula, el cual, varía dependiendo del valor de “z”. De acuerdo a lo anterior, los valores usados en la fórmula son los siguientes:

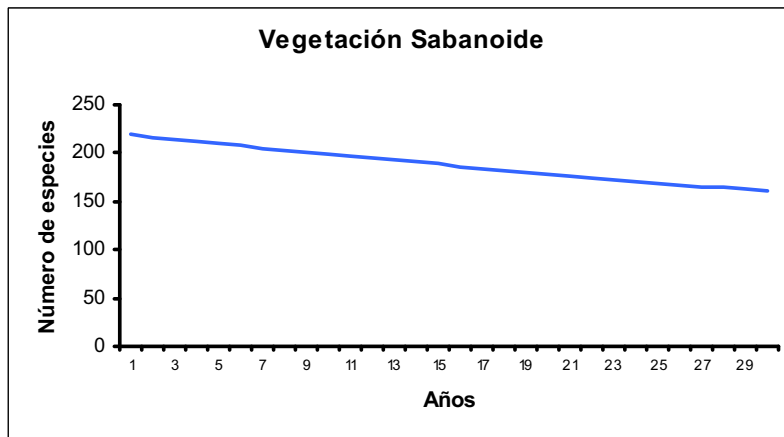
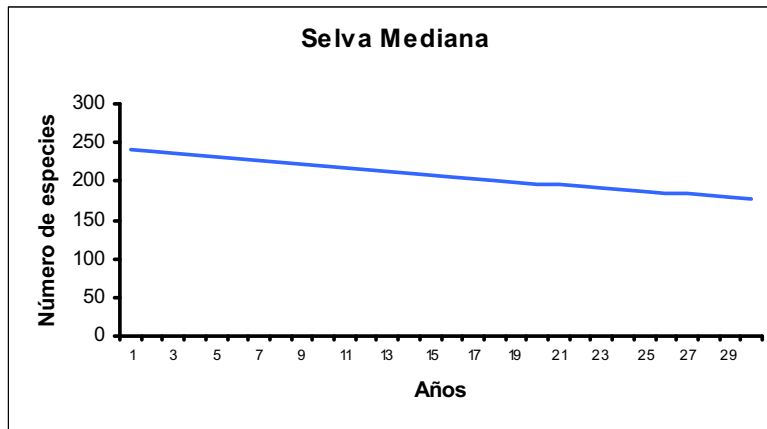
Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Número de especies	Valor de c (spp/ha)	Valor de z restada	Área deforestada
Selva baja	28,608	331	52	0.18	1,645
Selva mediana	6,840	241	49	0.18	384
Sabana	8,496	219	43	0.18	494

Los resultados del modelo indican que la deforestación tendrá un efecto muy severo en la diversidad biológica, incidiendo directamente en la desaparición regional o extinción de muchas especies.

En la figura CEF18 se observa claramente que el número de especies disminuye seriamente con la pérdida de vegetación natural.

Figura CEF18. Modelo de la relación del número de especies en función de la superficie remanente, en el área de influencia de La Parota, Guerrero.



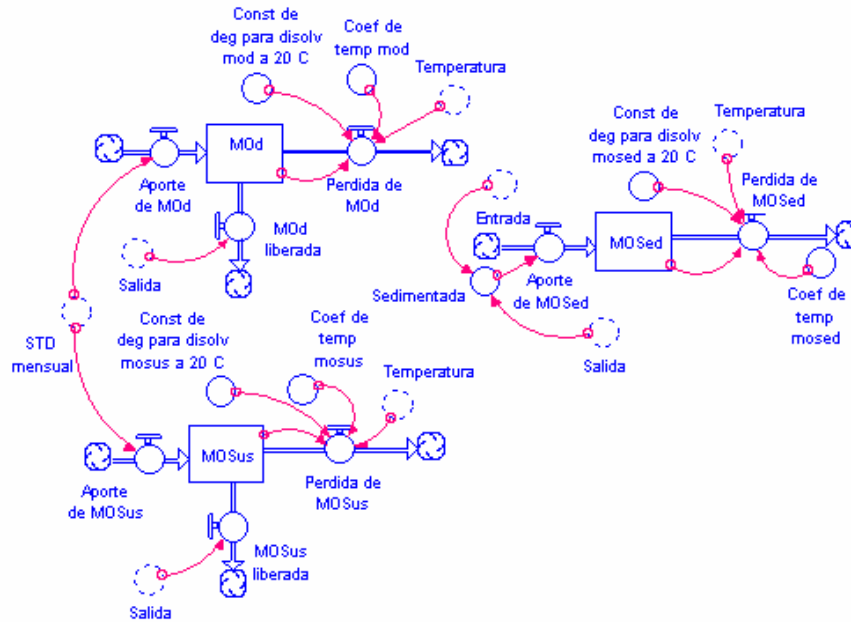


**f) Modelo de simulación de calidad del agua.**

El modelo de calidad del agua está integrado por tres componentes: el primero es el modelo utilizado para el cálculo de sedimentos su función es la de alimentar al siguiente submodelo de los sólidos totales (ST) donde los sedimentos serán la fuente principal de materia orgánica a analizar.

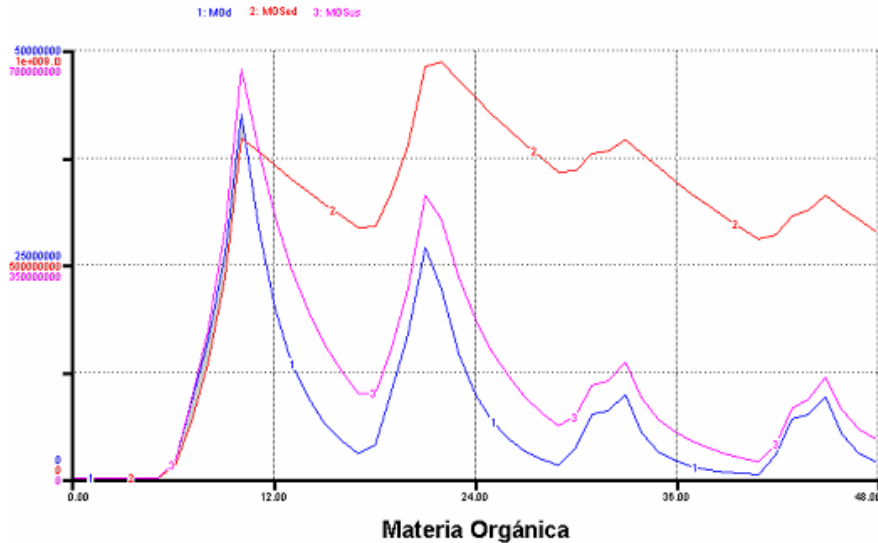
En el segundo segmento del modelo, se analiza el comportamiento de la materia orgánica disuelta, suspendida y sedimentada aportada por el flujo del río Las aportaciones de materia orgánica así como sus salidas serán fluctuantes dependiendo de los diferentes meses del año (Figura CEF19). En el último segmento de este modelo se analiza el comportamiento del oxígeno disuelto.

Figura CEF19. Modelo de simulación de la dinámica de la materia orgánica (disuelta, suspendida y sedimentada).



En la figura CEF20 se muestra el comportamiento de la materia orgánica, observándose las fluctuaciones de esta durante las diferentes épocas del año y la acumulación de la materia orgánica sedimentada en la presa.

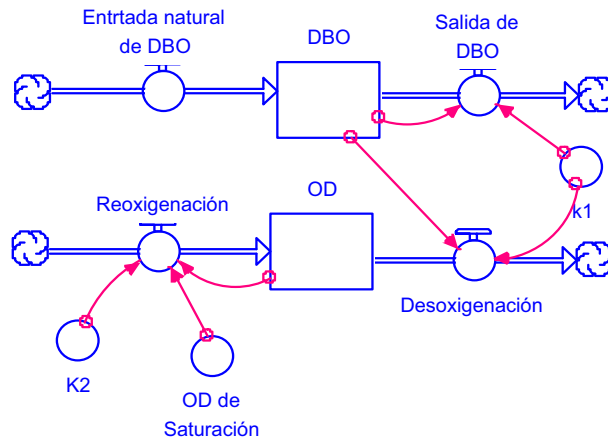
Figura CEF20. Comportamiento de la materia orgánica.



La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) es la cantidad de oxígeno requerida para degradar una determinada cantidad de materia orgánica, por lo que a mayor cantidad de materia orgánica se requerirá mayor cantidad de oxígeno.

En la figura CEF21 se observa el modelo de simulación de la concentración de oxígeno disuelto (OD) y demanda bioquímica de oxígeno. En este modelo se tiene una entrada y una salida de DBO a través del río. De forma paralela un aporte de oxígeno (K2) mismo que estará dado por factores como la temperatura, velocidad del viento, salinidad, profundidad, organismos autótrofos y movimiento del agua entre otros. Así como existe una tasa de reoxigenación, existe una de desoxigenación (K1), y está dada principalmente por la cantidad de materia orgánica, aunque se deberán considerar otros factores como lo es la respiración por heterótrofos y temperatura.

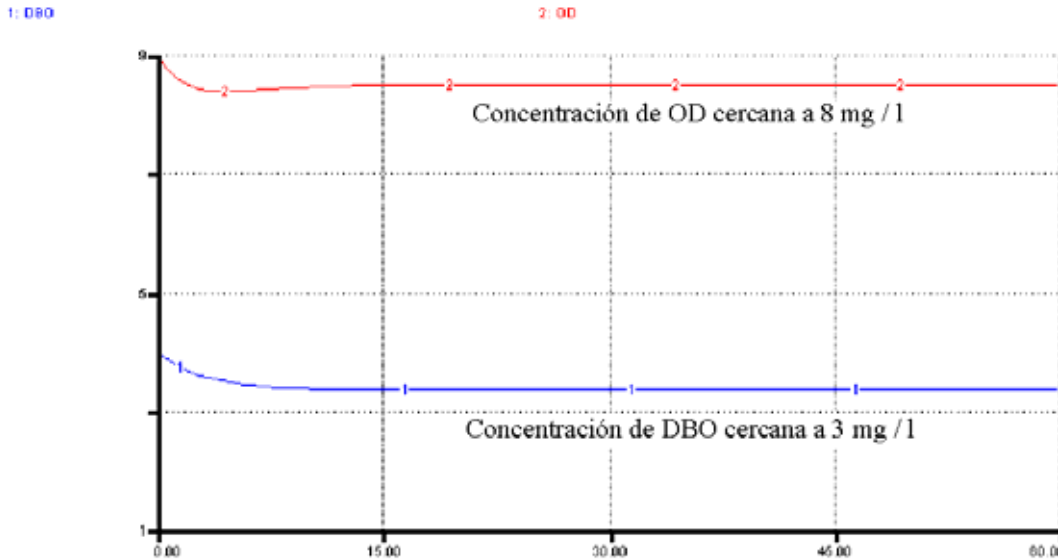
Figura CEF21. Modelo de simulación de la concentración de oxígeno.



En la figura CEF22 se muestra el comportamiento de OD y DBO tomando los datos en condiciones actuales. Este modelo muestra una elevada utilidad, debido a que se pueden determinar las diferentes tendencias de la calidad del agua a diferentes profundidades y en diferentes épocas del año.

Figura CEF22. Comportamiento de la Demanda Bioquímica de Oxígeno y concentración de Oxígeno Disuelto en condiciones actuales.

## Condiciones Actuales



### g) Modelo de hidrodinámica para el Río Papagayo y la línea de costa

A continuación se presenta un breve resumen de los resultados obtenidos para cada una de las simulaciones consideradas: efectos de marea y gasto medio

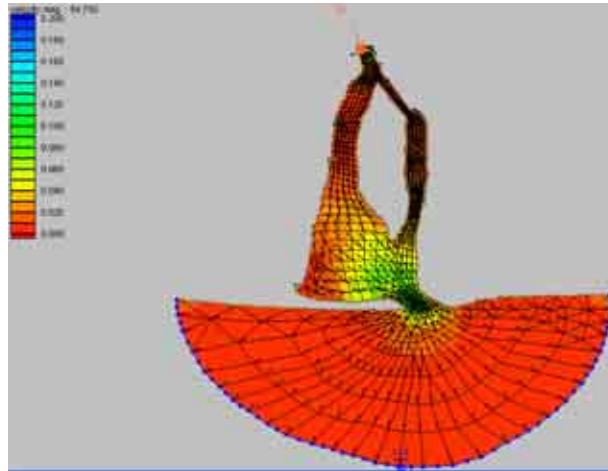
Escenario 1: Efectos de marea y gasto medio ( $30\text{m}^3/\text{s}$ )

El siguiente escenario incluye el efecto del río con un gasto constante de  $30\text{ m}^3/\text{s}$  (gasto medio anual), que es el escenario representativo de las condiciones actuales, cabe señalar que al no existir mediciones sistemáticas de elevación de superficie libre y corrientes antes o después de la desembocadura, únicamente se validó el modelo hidrodinámico con una señal monocromática para garantizar continuidad y conservación de masa, tal como se reporta en la descripción de la implementación del modelo.

En la Figura CEF23 se observa el cambio en el orden de magnitud de las corrientes y la interacción del río con la onda de marea desde la desembocadura hasta el inicio de la isla meandro y la transición sobre los canales que lo rodean, en este escenario podemos ver que del lado del río la zona atrás de la barra aún con un aporte de  $30\text{ m}^3/\text{s}$ , se sigue generando una zona de calmas que ayuda a que los sedimentos que llegan a esta zona se depositen y la barra se sostenga. Los márgenes de las desembocaduras para este escenario son áreas de mucho intercambio y aumento en los rangos de velocidades por la disminución y cambio de orientación de la desembocadura en esta zona. La influencia del río sobre el comportamiento de la desembocadura contribuye, pero la marea es la que sigue gobernando en el área de estudio.

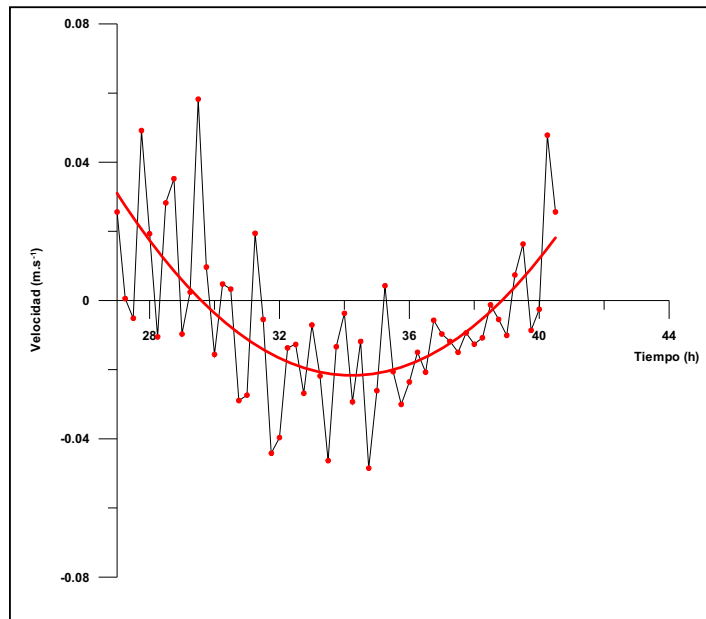


Figura CEF23. Patrón hidrodinámico con un gasto del río de 30 m<sup>3</sup>/s



Se puede observar que la influencia por la corriente generada del río con un gasto de 30 m<sup>3</sup>/s influye poco en el orden de magnitud de velocidades, pero significativamente en la distribución espacial de las corrientes sólo en el área comprendida entre la desembocadura y río arriba, una vez que el flujo pasa por la desembocadura hacia el mar el comportamiento se rige por la señal de marea.

Figura CEF24 Patrón hidrodinámico con un gasto del río de 30 m<sup>3</sup>/s, para un ciclo completo de marea.



**h) Deforestación y pérdida de especies.**

Nota1. La diferencia entre las áreas totales en hectáreas entre el mapa de 1976 y el mapa de 2000, es de 50,922 has., lo que equivale al 3.84 %, por lo que las cifras de diferencia en porcentaje (última columna) pueden tener un error hasta de esta magnitud.

Nota 2. En la última columna, las cifras en negro indican un aumento de las áreas de una cobertura de suelo específica; las cifras en rojo señalan una reducción en área. Éstas diferencias se calcularon con base en los porcentajes de área de los años 1976 y 2000.

#### IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

##### ***Delimitación del área de estudio***

El diagnóstico social para el proyecto hidroeléctrico “La Parota” en el estado de Guerrero, incluye tanto el estudio de sitio como el del ámbito regional, de los aspectos urbanos y de enlaces, los antecedentes históricos del poblamiento y el panorama demográfico y cultural reciente, así como la economía de la población, su desarrollo social y socio-organizativo y la tenencia de la tierra.

El análisis se desarrolla en cinco grandes áreas de estudio:

- A) El contexto regional
- B) La microregión
- C) El Área de Afectación Indirecta :
  - a. El Área de Afectación Indirecta 1. (Buffer 2 kms.)
  - b. El Área de Afectación Indirecta 2. (Cortina Abajo)
- D) El Área de Afectación Directa (Embalse)

**Contexto Regional.** El ámbito regional comprende una superficie de 13,190.584 km<sup>2</sup>, correspondiente al territorio de 15 municipios circundantes, incluyendo los cuatro municipios que serían afectados con la construcción de la presa. (Ver Mapa DA I de anexo cartográfico y apartado Regional de este documento)

Esta escala de trabajo se analiza, principalmente, a través de la morfología del sistema urbano y vial regional, esto es, de las localidades afectadas así como de los núcleos urbanos a los que se vinculan funcionalmente, de acuerdo con el concepto de “sistema de ciudades” y utilizado en la jerarquización de las ciudades del sistema urbano nacional, elaborada por CONAPO en 1991.

La estructura del sistema urbano y vial regional puede ser considerada como la base material de la actividad socioeconómica de una región, sin embargo, no es suficiente para territorios que cuentan con un componente rural importante o en proceso de urbanización, como es en el presente caso. Por ello, se incorporan otros municipios adyacentes, que no forman parte del sistema urbano, definido funcionalmente, pero que pueden mantener relaciones sociales importantes con sus centros regionales. Adicionalmente, también los aspectos sociodemográficos y los procesos electorales se abordan en el contexto regional para proporcionar una mejor visión de conjunto.

---

**Capítulo IV      Proyecto Hidroeléctrico “La Parota”      Aspectos Socioeconómicos**

---

---

**Cuadro DA 1. Municipios del contexto regional**

---

Número de Orden	Clave Municipal	Nombre del Municipio	Región Estatal (Económica)
1	12001	Acapulco de Juárez	Acapulco
2	12012	Ayutla de los Libres	Costa Chica
3	12018	Copala	
4	12025	Cuautepec	
5	12030	Florencio Villarreal	
6	12053	San Marcos	
7	12056	Tecoanapa	
8	12028	Chilapa de Álvarez	
9	12029	Chilpancingo de los Bravo	
10	12039	Juan R. Escudero	
11	12044	Mochitlán	
12	12051	Quechultenango	
13	12061	Tixtla de Guerrero	Montaña
14	12076	Acatepec*	
15	12021	Coyuca de Benítez	

Fuente: Elaboración propia con base en [www.guerrero.gob.mx](http://www.guerrero.gob.mx)

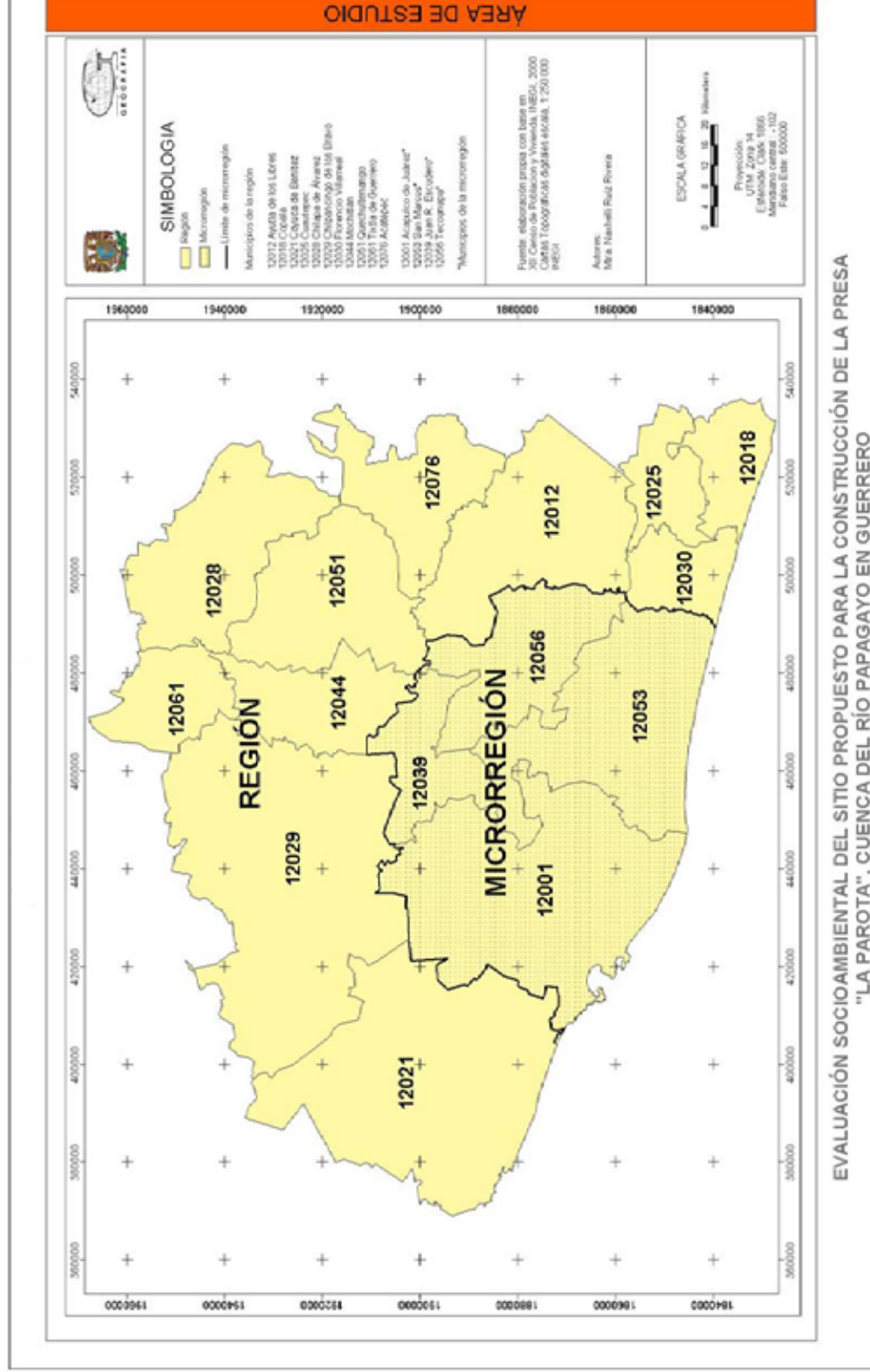
\*El municipio de Acatepec es de reciente creación . Decretado por el Diario Oficial del Estado de Guerrero con fecha del 23 de marzo de 1993

**Microregión.** La microregión incluye a los cuatro municipios afectados directamente por el proyecto, ya sea por afectación de tierras –Tecoanapa— o por la necesidad de reubicar a sus localidades –Acapulco de Juárez, San Marcos y Juan R. Escudero. Su superficie asciende a 3,984.987 km<sup>2</sup> en total. (Mapa DA II)

La escala microregional se utiliza en los análisis de la dinámica municipal, de los aspectos sociodemográficos así como de la dinámica electoral. En este ámbito se realiza también el análisis del proceso histórico de poblamiento, en particular de la relación de sus pobladores con los usos del territorio, teniendo como referente espacial en este caso, las cuencas hidrológicas del Papagayo y del Omitlán.

**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos**

Mapa DA II. Área de estudio



**Área de Afectación Directa.** Corresponde a la superficie ocupada por embalse a partir de la cota de los 180 msnm que es de 14, 213 has misma que incluye las elevaciones de las islas y 13,9718 has si no se incluyen. Esta delimitación se describe en el parágrafo II.2.3. Ubicación del Proyecto.

El Área de Afectación Directa incluye 24 localidades que serán afectadas por la inundación, ya sea en forma total (16) o parcial de sus áreas urbanas (8).

Se debe subrayar que *al menos 7* de esas localidades (el Puente de Omitlán, El Pedregal, Vista Hermosa, El Guayabal, y tres caseríos) están escasamente poblados o bien son ocupados temporalmente y se emplean con fines de actividades económicas. Con excepción de El Puente de Omitlán y El Pedregal, ninguno de los caseríos restantes tiene código de INEGI y tampoco figuran en el censo de localidades. Su identificación es resultado del estudio con base en los recorridos de trabajo de campo realizado entre los meses Febrero y Junio del 2003, la interpretación de imágenes de alta resolución de 2003 y el análisis cartográfico. Se consideran para fines evaluación de impactos y para evitar una subestimación de los poblados afectados.

De acuerdo con las datos del censo del 2000, el Área de Afectación Directa está poblada por 7,697 personas de las cuales **3,048** deberán ser reubicadas puesto que sus poblados serán inundados de forma total y parcial, por lo que se deberá calcular el porcentaje de afectación de forma más precisa, dando aquí cifras preliminares (ver Mapa DA III).

Las localidades comprendidas en ambos casos conforman el Área de Afectación Directa y son las siguientes:

**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos**

Cuadro DA 2. Área de Afectación Directa (Inundación)

No	Municipio	Código INEGI	Localidad	Habitantes
<b>LOCALIDADES QUE SE INUNDAN TOTALMENTE</b>				
1	Acapulco	120010097	Colonia Guerrero	987
2	Juan R. Escudero	120390004	Omitlán	452
3	Juan R. Escudero	120390023	Tlalchocohuite	201
4	Acapulco	120010154	San José Cacahuatepec	198
5	Acapulco	120010171	Venta Vieja	196
6	Juan R. Escudero	120390007	Papagayo	159
7	San Marcos	120530072	Chamizal	123
8	Acapulco	120010464	Arroyo Verde	70
9	Acapulco	120010142	Pochotlaxco	48
10	Juan R. Escudero	120390040	Amate, El	36
11	Juan R. Escudero	120390035	Puente de Omitlán, El	15
12	Juan R. Escudero	120390049	Pedregal, El	5
13	Acapulco*	99°37'12" 17°0'02"	Guayabal, El	2
14	Acapulco*	99°34'48" 17°1'12"	Caserío 2 Paso del Camarón	5
15	Juan R. Escudero*	99°33'36" 17°8'24"	Caserío 1 El Peregrino	5
16	Acapulco*	99°39'36" 16°59'24"	Caserío 3 Balneario Agua C.	0
<b>Subtotal</b>				<b>2,502</b>
<b>LOCALIDADES QUE SE INUNDAN PARCIALMENTE (ver nota)</b>				
No	Municipio	Código INEGI	Localidad	Habitantes
17	Juan R. Escudero	120390005	Palma, La (Barrio de Tejería)	311
18	Acapulco	120010174	Xolapa	0
19	Juan R. Escudero	120390017	Zapote, El	50
20	San Marcos	120530068	Vista Hermosa	20
21	Acapulco	120010101	Dos Arroyos	20
22	San Marcos	120530048	Plan Grande	75
23	Juan R. Escudero	120390043	Palacio, El	45
24	San Marcos	120530180	Ceiba La	25
<b>Subtotal</b>				<b>546</b>
<b>Total</b>				<b>3048</b>

\* Coordenadas geográficas obtenidas de base cartográfica INEGI, 2000

Nota: Información estimada sujeta a verificación por censo.

Fuente: Elaboración propia con base en imágenes de alta resolución Instituto de Geografía, UNAM y Geomática, CFE, 2003, y cartografía de INEGI esc. 1:50,000 y resultados definitivos del Censo 2000, INEGI.





**Área de Afectación Indirecta 1 (Buffer 2 Kms.).** Corresponde a una franja envolvente trazada a una distancia de dos kilómetros (buffer 2 Km.) a partir de la cota 180 msnm que define el límite del embalse y ocupa una superficie de 391.68 kms<sup>2</sup> y 22 localidades con 10,908 habitantes, en el año 2000, de los municipios Juan R. Escudero, Acapulco y San Marcos (Ver Cuadro DA 3 y Mapa DA IV).

En esta franja quedan incluidas las áreas afectadas por las obras y actividades de preparación del sitio y también comprende la mayor parte de los 20 ejidos que se verán afectados por expropiación de tierras para el embalse. La importancia de esta zona radica en el hecho de que constituye el territorio *probable* para la reubicación, de acuerdo con el criterio de procurar que el desplazamiento de los afectados sea dentro de sus propios ejidos y municipios. En segundo término, esta área cobra importancia debido a que, de acuerdo con la percepción de sus pobladores de que sus poblados *podiesen* ser afectados por el embalse, es preferible contar con el registro y estadística básica de los mismos.

Cuadro DA 3. Área de Afectación Indirecta: Adyacente al Embalse (Buffer 2 Kms)

No	Municipio	Código INEGI	Poblado	Habitantes
1	Acapulco	120010077	Agua del Perro	111
2		120010491	Agua Zarca de la Peña	591
3		120010079	Alto del Camarón	987
4		120010080	Amatepec	789
5		120010105	Garrapatas	313
6		120010409	Mayos, Los	23
7		120010149	Sabanillas	1,934
8		120010474	Chorro, El	14
9		120010217	Reparito, El	37
10	Juan R. Escudero	120390003	Michapa	432
11		120390006	Palo Gordo	797
12		120390008	Piñas, Las	241
13		120390010	Puente, El (San José del Puente)	849
14		120390013	Tepehuaje, El	150
15		120390016	Villa Guerrero (Jobero o Tajarito)	311
16		120390019	Plan de Lima	248
17		120390031	Barranca de Apanlazaró	5
18		120390033	Tepehuaje Dos, El	53
19		120390042	Caseta, La (Estación hidrométrica El Puente)	11
20		120390044	San Juan del Reparó Norte	941
21	120390045	San Juan del Reparó Sur	1,053	
22	San Marcos	120530023	Chacalapa de Bravos	1,018
Población Total				10,908

Fuente: Elaborado con base en la Cobertura Geográfica, Esc. 1:50 000, INEGI 2000

**Área de Afectación Indirecta 2 (Cortina Abajo).** Área comprendida en un buffer de 2 Km del cauce del río Papagayo a partir de la cortina de la presa y hasta la desembocadura del río. En esta zona se incluyen los poblados y tierras que podrían ser afectados por la modificación en el caudal del río, identificándose 24 asentamientos pertenecientes a los municipios de Acapulco y San Marcos y un total de 14,746 habitantes, sobre una superficie de 178.948 km<sup>2</sup>. (Ver Cuadro DA 4 y Mapa DA V)

Cuadro DA 4. Área de Afectación Indirecta Cortina Abajo (Buffer 2 Kms)

ID	Municipio	Código INEGI	Localidad	Habitantes
1	Acapulco	120010078	Aguas Calientes	1,437
2		120010081	Amatillo	2,868
3		120010242	Bella Vista Papagayo	534
4		120010088	Cacahuatepec	475
5		120010095	Cerro de Piedra	1,192
6		120010091	El Cantón	513
7		120010093	El Carrizo	255
8		120010193	El Embarcadero	40
9		120010103	El Espinalillo	175
10		120010147	El Rincón	378
11		120010356	El Zoyamiche	55
12		120010098	La Concepción	1,249
13		120010131	Las Parotas	323
14		120010121	Lomas de Chapultepec	1,977
15		120010108	Los llamos	140
16		120010126	Oaxaquillas	860
17		120010132	Parotillas	263
18		120010587	Rancho las Marías	169
19		120010150	Salsipuedes	394
20		120010355	Tasajeras	738
21		120010162	Tte. José Azueta	212
22	San Marcos	120530145	El Chapopote	32
23		120530124	Las Palmitas	33
24		120530032	Las Lomitas del Papagayo	434
<b>Población Total</b>				<b>14,746</b>

Fuente: Elaborado con base en la Cobertura Geográfica, Esc. 1:50 000, INEGI 2000

#### Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos

En conjunto, las tres Áreas de Afectación Directa e Indirecta se pueden observar en el Mapa DA VI y DA IV del anexo Cartográfico. Las superficies de las cinco áreas o escalas de análisis se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro DA 5. Superficies involucradas en las distintas escalas de estudio.

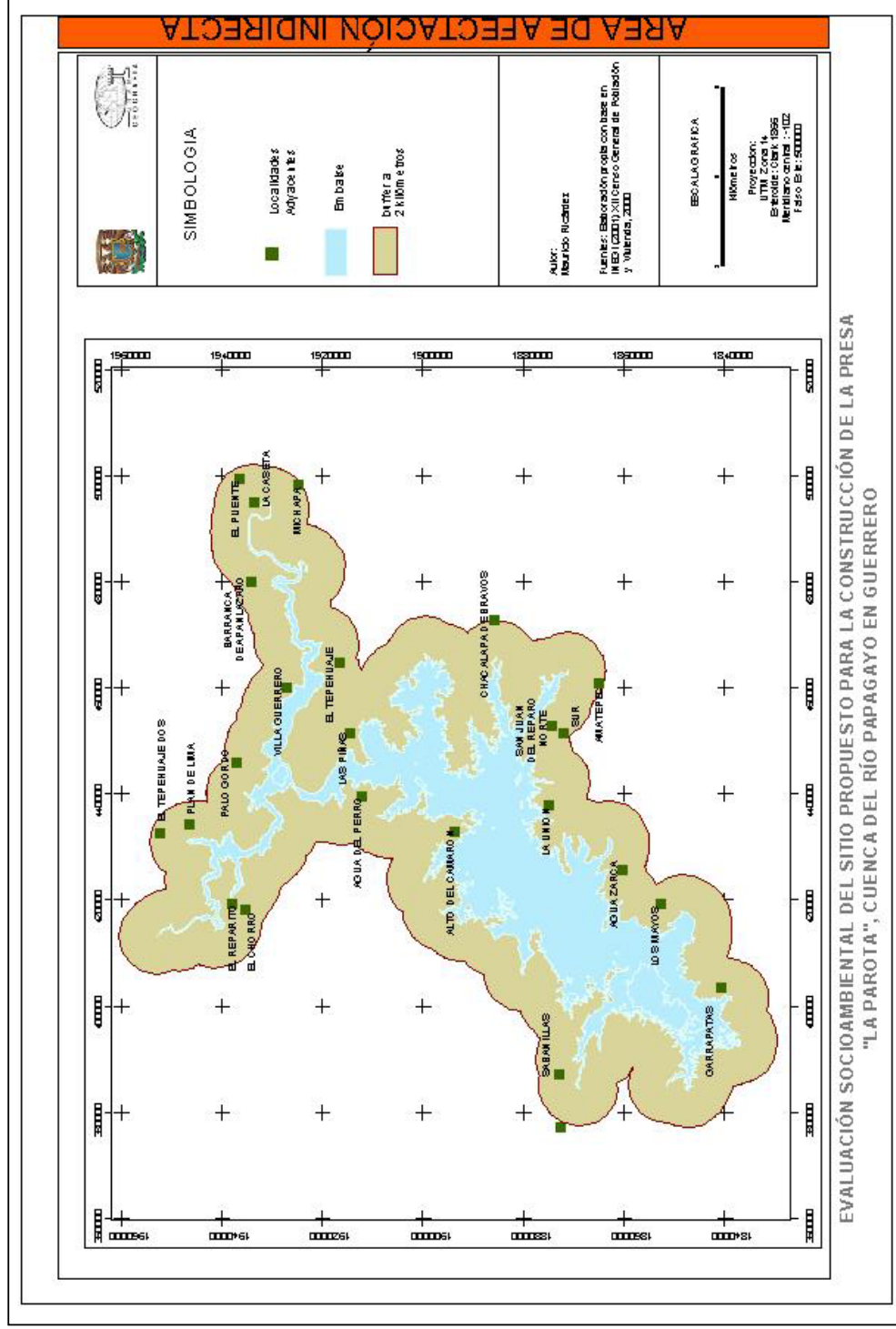
Área de Estudio	Km <sup>2</sup>	Has
Región (15 municipios)	13,190.58	1,319,058.4
Microregión (4 municipios)	3,984.99	398,498.7
Área de Afectación Directa (Embalse) <sup>1</sup>		
<i>con elevaciones</i>	142.13	14,213
<i>sin elevaciones</i>	139.718	13,971.8
Área de Afectación Indirecta 1. (Buffer 2 kms.)	391.68	39,168.0
Área de Afectación Indirecta 2. (Cortina Abajo)	178.95	17,894.8

Fuente: Mediciones en fuente Cartas topográficas, Escala 1:50 000, 1995 INEGI

<sup>1</sup> En diferentes mediciones se han obtenido cifras distintas. Esta variación se debe a que se utilizan bases cartográficas distintas o bien que se considere o no la superficie de las elevaciones. En este caso, no ha sido considerada la superficie real debido al relieve.

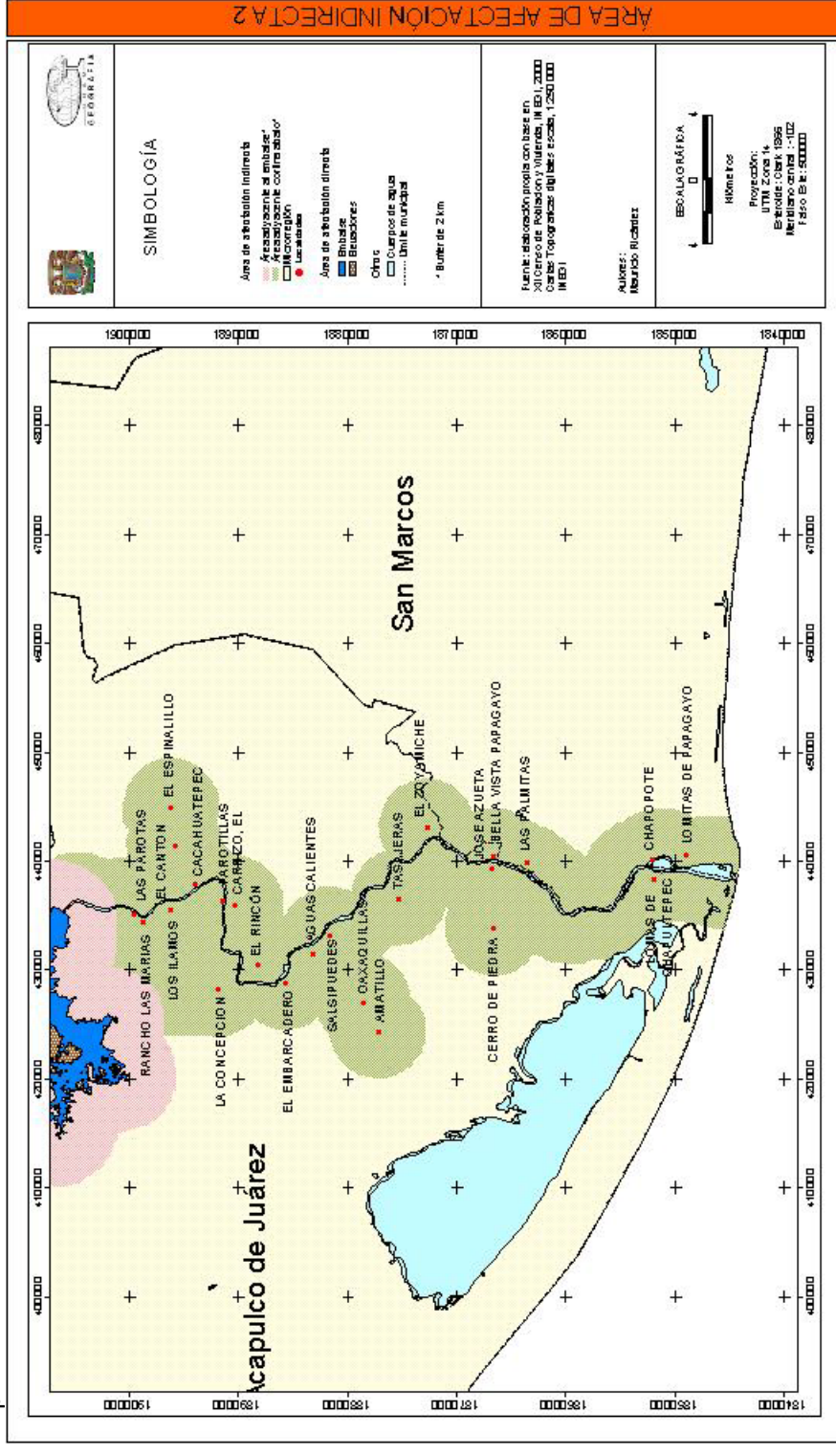
Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos

Mapa DA IV. Área de Afectación Indirecta



Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico "La Parota" Aspectos Socioeconómicos

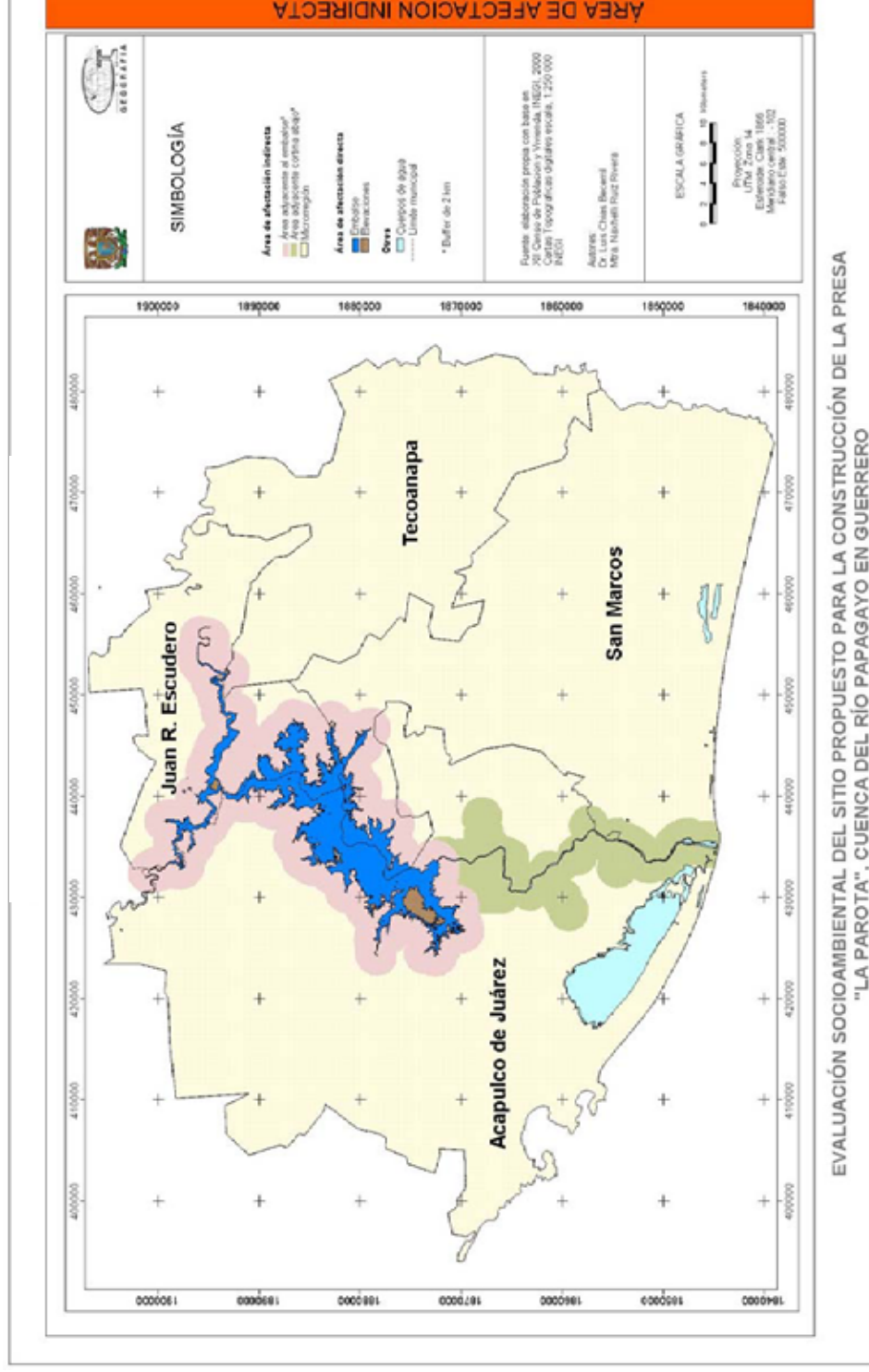
Mapa DA V. Área de Afectación Indirecta 2



EVALUACIÓN SOCIOAMBIENTAL DEL SITIO PROPUESTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA "LA PAROTA", CUENCA DEL RÍO PAPAGAYO EN GUERRERO

## Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico "La Parota" Aspectos Socioeconómicos

Mapa DA VI. Conjunto de las tres áreas de afectación indirectas



### IV.2.3. Aspectos socioeconómicos

#### Contexto Regional

##### Región económica

Según el Gobierno del estado de Guerrero (1997), este estado se divide, por sus características geográficas y económicas en siete regiones Costa Chica, Costa Grande, Montaña, Tierra Caliente, Centro, Norte y Acapulco en donde se distribuyen 77 municipios. El área de estudio de las condiciones de producción de las comunidades locales que serán afectadas por el Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” se delimita por 15 municipios que se encuentran en cinco de las siete regiones antes descritas (Acapulco, Centro, Costa Chica, Costa Grande y Montaña).

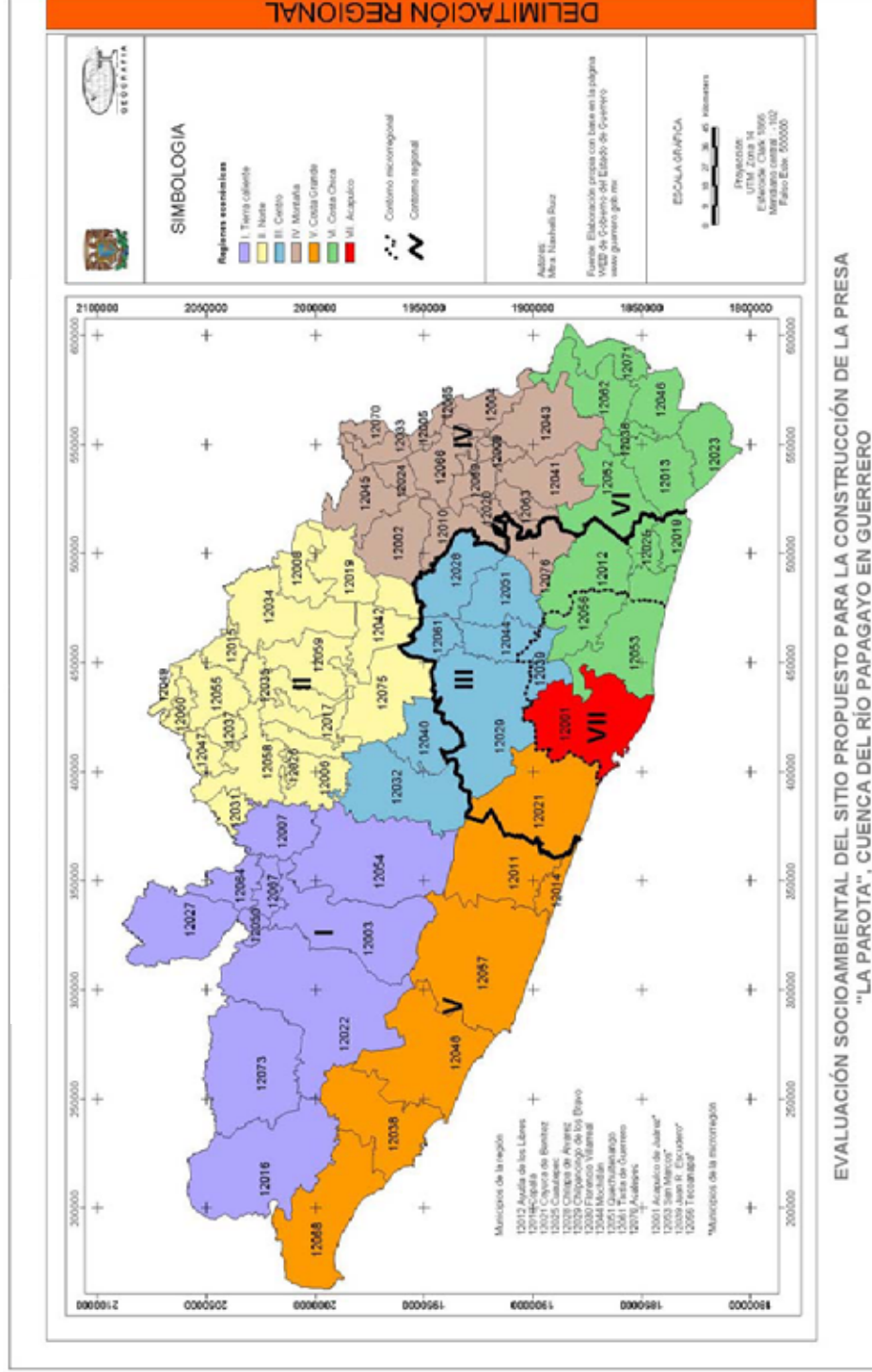
En primer instancia se consideran los municipios cuyas localidades serán inundadas por la construcción de la presa (Juan R. Escudero, San Marcos y Acapulco); el municipio cuya inundación solo afecta tierras de cultivo (Tecoanapa) y, en segunda instancia, los municipios cuyos núcleos urbanos se vinculan a los primeros en forma funcional es decir, por flujo de bienes, servicios y personas (Chilapa de Álvarez, Mochitlán, Quechultenango, Tuxtla de Guerrero, Ayutla de los Libres, Copala, Cuauhtepic, Florencio Villarreal, Coyuca de Benítez, Chilpancingo de los Bravos y Acatepec).

En su conjunto los municipios de nuestra zona de estudio abarcan una superficie de 12 435.1 km<sup>2</sup> que representan el 19.5% de la superficie total del estado de Guerrero (63 794 km<sup>2</sup>) y su población (1 380 183 personas) representa el 44.2% de la población total del Estado (3 079 649 personas).



## Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos

Mapa DA I. Regiones de planeación del Estado de Guerrero





## Aspectos económicos

### Principales actividades productivas. Distribución espacial

**Región Acapulco.** Acapulco es el municipio que concentra la mayor parte de la población (23.46%) del Estado de Guerrero, puesto que posee una importante actividad turística asociada al Puerto, así como uno de los principales centros pesqueros (Laguna Tres Palos).

Por la actividad turística del Puerto de Acapulco, este municipio tiene la mayor densidad poblacional del Estado de Guerrero (383.77 hab/Km<sup>2</sup>), los mejores accesos y servicios públicos básicos aunque estos últimos se concentran en dicho Puerto. Muestra de la importante actividad turística del lugar, es el hecho de que el municipio posee el 70.34% de los establecimientos turísticos del Estado y el 33.4% de su Población Ocupada labora en el comercio y en servicios de restaurantes y hoteles.

Dentro del municipio de Acapulco de Juárez encontramos 10 localidades y caseríos que serán involucrados por la presa: Colonia Guerrero, Venta Vieja, San José Cacahuatpec, Arroyo Verde, Pochotlaxco, Xolapa, Dos Arroyos, El Guayabal, Caserío II Paso del Camarón y Caserío III Balneario Agua Caliente. Su principal actividad económica, a diferencia de la actividad predominante en el municipio, es la agricultura, ya que la mayoría de la PEA se encuentra ocupada en este sector y dados los bajos ingresos que se perciben en éste, la mayoría de estas localidades presentan alto grado de marginación.

**Región Centro.** Entre los municipios del área de estudio que se localizan en la región centro destacan Chilpancingo, Chilapa, Quechultenango y Juan R. Escudero por su importante actividad agrícola, particularmente Quechultenango y Mochitlán por sus reservas de minerales metálicos y no metálicos y en el caso de Chilpancingo por los servicios gubernamentales y educativos, ya que es la capital del estado.

En esta región habita el 6.1% de la población del estado de Guerrero y, destaca entre ellos el municipio de Chilpancingo de los Bravo donde se localiza la capital del Estado, lo cual explica que el 29.23% de su Población Ocupada labore en actividades del gobierno y servicios educativos; al igual que el Puerto de Acapulco, cuenta con caminos de acceso y servicios públicos básicos, muestra de ello es que el 82.33% de las viviendas disponen de drenaje y electricidad.

Chilpancingo es el segundo municipio que concentra la mayor parte de la población del Estado a decir el 6.26% y también es el que cuenta con el mayor nivel de escolaridad en toda la zona de estudio del económica del Proyecto Hidroeléctrico "La Parota" pues cerca del 15% de su población mayor de 15 años tiene nivel de bachillerato.

El flujo de bienes y servicios y personas de los municipios conurbanos a la capital se observa claramente por la densidad de población de Chilapa de Álvarez (184.72 hab/Km<sup>2</sup>), Tixtla de Guerrero (115.93 hab/Km<sup>2</sup>); Quechultenango (35 hab/Km<sup>2</sup>) y en el menor desarrollo económico de los municipios que, aunque pertenecen a la misma región, se encuentran más alejados de la capital del Estado como es el caso de Juan R. Escudero (33.70 hab/Km<sup>2</sup>) y Mochitlán (17.54 hab/Km<sup>2</sup>).

En lo que se refiere al uso de la superficie de las unidades de producción rurales, ejidos y comunidades agrarias, los municipios que integran la región centro poseen el 6.41% de la superficie cultivable de Guerrero, el 2.40% de la superficie con pasto natural, agostadero y

finalmente el 4.83% de la superficie con bosque o selva del Estado. Particularmente, en el caso de Chilpancingo, el 63.2% de su territorio municipal es superficie cultivable, el 23.7% es pasto natural, agostadero y el 13% es bosque o selva.

Dentro del municipio de Juan R. Escudero encontramos que se tiene considerado involucrar a diez localidades con la construcción de la presa: Omitlán, La Palma, Papagayo, El Amate, Tlalchocohuite, El Puente de Omitlán, El Pedregal, Caserío I El Peregrino, El Palacio y El Zapote. Todas las localidades presentan un índice de marginación alto. La gran mayoría de su PEA se encuentra ocupada en la agricultura. La Palma es la localidad más grande ya que cuenta con 1,590 habitantes (año 2000).

**Región Costa Chica.** Esta región cuenta con una superficie de 175 kilómetros. Integra 6 municipios de la zona de estudio del Proyecto Hidroeléctrico "La Parota". Los municipios que integran esta región poseen el 6.7% de la superficie del estado y es aquí donde se realiza la actividad ganadera más importante, así como la producción de pasto llanero. Su importante actividad ganadera se evidencia porque posee el 10.7% de las unidades de producción rurales con actividad agropecuaria y forestal de Guerrero, tan sólo Ayutla de los Libres, Florencio Villarreal, San Marcos y Tecoaapa poseen el 7.1% de la población ganadera, avícola y existencias de colmenas del estado.

Al igual que en la ganadería, esta región también es importante en pesca, ya que cuenta con las lagunas: Barra de Tecoaapa, Chautengo y Tecomate ubicadas las primeras dos en Florencio Villarreal y la última en San Marcos.

En general estos municipios carecen de servicios públicos básicos e infraestructura de medios y vías de comunicación. Los porcentajes de disponibilidad de servicios de drenaje y electricidad en las viviendas se describen a continuación: Ayutla de los Libres 16.67%, Copala 38.33%, Cuauhtepic 8.62%, Florencio Villarreal 37.81%, San Marcos 28.26%, Tecoaapa 15.16%.

La marginación y la pobreza extrema se observa particularmente en las comunidades de los municipios que se encuentran alejados de la costa como es el caso del municipio de Ayutla de los Libres donde el 27.95% de sus viviendas en el año 2000 no disponían de drenaje y electricidad.

En cuanto al uso del suelo de las unidades de producción rurales, ejidos y comunidades, podemos decir que los municipios que integran la región de Costa Chica poseen el 10.82% de la superficie cultivable del estado de Guerrero, el 3.6% de la superficie con pasto natural agostadero o enmontada, el 2.15% de bosque o selva y el 17.54 de la superficie sin vegetación.

Los municipios que afectará directamente el proyecto hidroeléctrico "La Parota" serán San Marcos y Tecoaapa. En el Municipio de San Marcos cuatro localidades serán involucradas por el proyecto: Plan Grande, El Chamizal, Vista Hermosa y La Ceiba. Las dos primeras presentan un grado de marginación alto y las dos últimas un grado de marginación muy alto, al igual que todas las localidades afectadas, la gran mayoría de su PEA se encuentra ocupada en actividades agrícolas. Por su parte en el municipio de Tecoaapa solo se perderá terreno y no habrá localidades afectables.

**Región Costa Grande.** El municipio Coyuca de Benítez es el único de la zona de influencia del Proyecto Hidroeléctrico "La Parota" que se encuentra en la región Costa Grande del estado de Guerrero, esta región tiene una superficie de 325 Km<sup>2</sup> se distingue por su actividad agrícola, ganadera; así como por su gran potencial de riquezas naturales

(litorales, bosques maderables, huertos frutales y tierras fértiles) en su gran mayoría inexplorados.

El municipio de Coyuca de Benítez posee el 2.51% de la superficie territorial del estado de Guerrero; el 43.93% de sus viviendas disponen de drenaje y electricidad y el 32% de la población de 15 años y más está alfabetizada aunque con un bajo nivel de escolaridad.

En lo que se refiere al uso de la superficie de las unidades de producción rurales, ejidos y comunidades, el 90.2% es cultivable, el 7.8% es pasto natural, agostadero y el 1.11% es bosque o selva; básicamente los productos agrícolas que se cultivan son maíz, frijol, coco, plátano, tamarindo, limón, pastizal cultivado y pastizal inducido.

Coyuca de Benítez posee grandes riquezas naturales, de acuerdo al INEGI el 17.18% de la superficie municipal es bosque mesófilo; el 0.84% es bosque de pino en donde se localizan especies de uso doméstico y forestal (pino liso, ocote, nanche, frijolillo); el 0.54% es bosque de pino-encino en donde se localizan especies de uso doméstico y forestal (encino, encino blanco, roble y ocote); el 27.60% de la superficie es selva baja caducifolia, el 5.93% es selva mediana subcaducifolia; el 0.73% es manglar y finalmente el 0.87% es vegetación de dunas costeras, cuya vegetación es forraje y doméstico (mezquite, mata san Juan y limoncillo).

**Región Montaña.** El municipio de Acatepec es el único que pertenece a la región Montaña dentro del proyecto Hidroeléctrico, además de ser de reciente creación ya que fue decretado por el Diario Oficial del Estado de Guerrero con fecha del 23 de marzo de 1993.

Se encuentra al este de la capital sobre la carretera Chilpancingo-Tlapa; la superficie territorial de este municipio es de 599 Km<sup>2</sup>, lo que representa el 2.02% del territorio estatal; el 42.5% de viviendas ocupadas disponen de agua potable, 1.1% cuenta con drenaje y 14.1% disponen de energía eléctrica. Sus principales elevaciones montañosas son los cerros de Alcececa, Ahuatahuac y Metlattepec, además de contar con algunos ríos que mejoran la agricultura. Su vegetación esta compuesta por selva baja caducifolia y bosque de fino encino.

Sus principales actividades económicas representan el 83.32% para el sector primario, el 8.84% para el secundario y el 7.18% para el terciario. En este municipio se cultiva: frijol, chile, haba, garbanzo, sandía, ciruela, mango, aguacate, granada y chapulín.

### **PEA ocupada por sectores e ingresos *per cápita*.**

En cuanto a la PEA ocupada por sector e ingresos percibidos, el Cuadro EC 1 nos muestra la situación que se tiene en cada municipio de la zona de estudio.

Sector primario, se puede ver que en la mayoría de los municipios, este sector es el predominante, ya que en éste se concentra la mayor PEA ocupada; sin embargo en este sector se perciben los menores ingresos, ya que en ningún municipio se percibe más de un salario mínimo; lo que sin duda alguna explica los altos grados de marginación y pobreza que tienen la mayoría de los municipios estudiados.

En el sector secundario, Acapulco de Juárez y Chilpancingo de los Bravo fueron los municipios con mayores cantidades de trabajadores ocupados y por otra parte Cuauhtépec y Copala, en este orden, fueron quienes ocuparon a la menor cantidad de fuerza laboral en tal sector. En relación con el ingreso *per cápita* para el sector secundario en

Chilpancingo de los Bravo y Chilapa de Álvarez, con 2.12 y 1.05 SM respectivamente, se observaron los valores máximo y mínimo del área de estudio.

Cuadro EC 1. Ingresos *per cápita* en SM y población ocupada según sector de actividad económica de los municipios del área de estudio, 2000

Municipio	Primario		Secundario		Terciario	
	Pob. Ocup.	Ing. Cap.	Pob. Ocup.	Ing. Cap.	Pob. Ocup.	Ing. Cap.
Acapulco de Juárez	13,781	0.86	45,536	2.12	176,469	2.47
Ayutla de los Libres	8,512	0.38	1,297	1.32	2,875	2.45
Chilapa de Álvarez	11,951	0.33	6,693	1.05	7,252	2.36
Chilpancingo de los Bravo	4,987	0.80	12,032	2.25	45,034	3.23
Copala	1,838	0.74	370	1.75	981	2.27
Coyuca de Benítez	8,442	0.86	2,496	1.81	7,447	2.38
Cuautepec	2,687	0.55	233	1.41	670	2.11
Florencio Villarreal	2,214	0.77	449	1.88	1,446	2.84
Juan R. Escudero	1,897	0.57	812	1.94	2,086	2.58
Mochitlán	1,171	0.22	277	1.54	752	2.33
Quechultenango	3,565	0.36	1,175	1.76	1,288	1.80
San Marcos	6,584	0.37	1,378	1.67	3,160	2.09
Tecoanapa	6,474	0.20	979	1.28	2,186	2.16
Tixtla de Guerrero	2,915	0.63	2,600	1.36	4,912	2.97
Total	77,018		76,327		256,558	

Fuente: Cálculos propios con datos del XII Censo General de Población y Vivienda, 2000

El sector terciario ocupó a más del triple de los trabajadores ocupados en comparación con cada uno de los dos restantes municipios. Acapulco de Juárez y Chilpancingo nuevamente emplearon a las mayores cantidades de PEA del área, además este último municipios presentó el mayor ingreso *per cápita* del sector terciario de la zona.

En comparación con el año 1990, se muestra el decremento generalizado de los ingresos *per cápita* en los tres sectores para el año 2000. En el sector primario, en 1990 el 75% de los municipios no alcanzaban un SM y en 2000 ese mismo 75% no alcanzaba el 0.75 de un SM. Para 1990, en el sector secundario el 75% de los municipios se hallaba por debajo de los 2.47 SM y ya en el año 2000 ese mismo porcentaje no rebasaba el 1.86 SM. Respecto al sector terciario, en 1990 el 25% de los municipios acumulaba a quienes tenían ingresos per cápita menores a 3.4 SM y el 75% agrupó a los de ingresos 3.8 SM. En 2000 los valores correspondientes al 0.25 y 0.75 percentil fueron 2.27 y 2.55 SM. Adicionalmente a esta caída de ingresos per cápita debe tomarse en cuenta el deterioro del poder adquisitivo de los salarios, lo que se refleja en el empobrecimiento de condiciones económicas.

Según la encuesta realizada, la PEA de la zona constaba de 345 trabajadores, de los cuales solamente para 108 se obtuvo información de sus ingresos (semanales). De la población con ingresos, la mayor proporción correspondió a quienes percibían máximo un salario mínimo con el 36% (Cuadro EC 2).

**Cuadro EC 2. Población que declaró percibir ingresos en la zona de embalse**

	Hasta un salario mínimo mensual (SMM)	Más de 1 SMM hasta 2 SMM	Más de 2 SMM hasta 3 SMM	Más de 3 SMM	Total	Ingreso <i>per</i> <i>cápita</i>
PEA	39	28	25	16	108	\$2,509
Porcentaje	36%	26%	23%	15%		

Fuente: Encuesta de los hogares ubicados en la zona de embalse del proyecto hidroeléctrico La Parota, Guerrero.

En cuanto a la tasa de desempleo se refiere, podemos decir que, ésta en general ha tenido un crecimiento en todos los municipios estudiados durante el periodo 1970 – 1990; como ejemplo de ello tenemos que en el año de 1990 casos como Quechultenango (12.69%), Florencio Villarreal (7.88%), San Marcos (6.90%), Chilapa (6.02%) y Juan R. Escudero (5.55%) fueron los municipios que mayor crecimiento tuvieron en la tasa de desempleo. Cabe mencionar que en estos municipios es mucho mayor la proporción de población rural y en donde el índice de dependencia económica es más alto. (véase Cuadro EC 3)

Sin embargo si comparamos los años 1990 y 2000, podemos darnos cuenta de que la tasa de desempleo ha disminuido de manera significativa en la mayoría de los municipios; pero, estos datos alentadores no se han reflejado en las condiciones económicas de la población de tales municipios.

**Cuadro EC 3. Tasa de Desempleo Abierto en Guerrero y el área de estudio (1970-2000)**

Entidad/ Municipio	Tasa de Desempleo Abierto			
	1970	1980	1990	2000
Guerrero	2.68%	0.57%	3.95%	1.24%
Acapulco de Juárez	2.88%	0.80%	2.69%	1.59%
Ayutla de los Libres	1.03%	0.28%	1.68%	1.39%
Copala	5.94%	0.63%	1.16%	0.33%
Coyuca de Benítez	2.58%	0.72%	4.15%	0.51%
Cuatepec	2.74%	0.36%	1.30%	0.29%
Chilapa de Álvarez	1.54%	0.22%	6.02%	1.64%
Chilpancingo de los Bravo	2.03%	0.51%	2.85%	1.31%
Florencio Villarreal	2.31%	0.52%	7.88%	0.93%
Juan R. Escudero	2.72%	1.05%	5.55%	1.17%
Mochitlán	3.24%	0.53%	4.65%	1.92%
Quechultenango	1.26%	0.42%	12.69%	1.44%
San Marcos	3.52%	0.43%	6.90%	1.06%
Tecoanapa	0.62%	0.32%	4.41%	0.97%
Tixtla de Guerrero	2.59%	0.33%	4.75%	0.74%

Fuente: Cálculos propios con datos de los IX, X, XI, XII Censos Generales de Población y Vivienda, 1970, 1980, 1990, 2000 INEGI.

### **PEA y Canasta básica**

**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos**

El costo de la canasta básica en 1990 era \$23.67 es decir, 2.35 y 2.81 salarios mínimos del área A y C respectivamente. En 2000, el valor de la Canasta Básica fue de \$168.58, equivalente a 4.32 y 5 salarios mínimos del área A y C. En 1990 solo el 31% de la PEA ocupada de Acapulco de Juárez podría adquirir una CB. La canasta esta diseñada para una familia; entonces, suponiendo a las familias con un perceptor de ingresos, se estaría diciendo que 125,042 familias no podían adquirir una CB en 1990 en, Acapulco de Juárez (Cuadro EC 4).

En este mismo años, en San Marcos únicamente el 10% de su PEA ocupada podía adquirir la CB, para Juan R. Escudero el 14% cubría el costo y Tecoaanapa fue el municipio con la menor proporción de PEA cubriendo una CB, sólo el 3%. En 2000, se considero a todo el grupo de ingresos de 3 a 5 salarios mínimos aunque el costo de la CB era de 4.32 salarios mínimos del área A, no obstante como consecuencia de la generalizada y sistemática perdida del poder adquisitivo del salario mínimo, sólo el 18% de su PEA lograba adquirir una CB. En los demás municipios del área de estudio, pertenecientes al área C de salarios mínimos, era preciso ganar más de 5 salario mínimos para acceder a una CB. En San Marcos y Tecoaanapa sólo el 2% de sus trabajadores remunerados podían comprar una CB. En el municipio de Juan R. Escudero el 5% de su PEA ocupada lograba percibir ingresos para disponer de una CB. Para el año 2001, era indispensable contar con ingresos de 4.60 salarios mínimos del área A y 5.18 del área C para la adquisición de la CB.

Cuadro EC 4. PEA que cubre la Canasta Básica, 1990 y 2000

Municipios	PEA que cubre el costo de la canasta básica	Porcentaje respecto al total de la PEA ocupada	PEA que no cubre el costo de la canasta básica	Porcentaje respecto al total de la PEA ocupada
<b>1990</b>				
Acapulco de Juárez	56,947	31%	125,042	69%
Ayutla de los Libres	549	6%	8,655	94%
Coyuca de Benítez	1,747	13%	12,094	87%
Copala	224	10%	2,109	90%
Cuautepec	75	3%	2,499	97%
Chilapa de Álvarez	943	6%	15,610	94%
Chilpancingo de los Bravo	6,412	18%	29,901	82%
Florencio Villarreal	325	11%	2,633	89%
Juan R. Escudero	509	14%	3,203	86%
Mochitlán	72	4%	1,958	96%
Quechultenango	281	6%	4,258	94%
San Marcos	470	10%	4,252	90%
Tecoaanapa	213	3%	6,317	97%
Tixtla de Guerrero	534	8%	6,042	92%
<b>2000</b>				
Acapulco de Juárez	46,108	18%	207,394	82%

Cuadro EC 4. PEA que cubre la Canasta Básica, 1990 y 2000

Municipios	PEA que cubre el costo de la canasta básica	Porcentaje respecto al total de la PEA ocupada	PEA que no cubre el costo de la canasta básica	Porcentaje respecto al total de la PEA ocupada
Ayutla de los Libres	335	3%	12,842	97%
Coyuca de Benítez	731	4%	18,814	96%
Copala	112	3%	3,095	97%
Cuautepec	50	1%	3,680	99%
Chilapa de Álvarez	638	2%	27,016	98%
Chilpancingo de los Bravo	7,872	12%	59,123	88%
Florencio Villarreal	219	5%	4,153	95%
Juan R. Escudero	275	5%	4,780	95%
Mochitlán	51	2%	2,302	98%
Quechultenango	105	2%	6,205	98%
San Marcos	279	2%	11,427	98%
Tecoanapa	178	2%	9,690	98%
Tixtla de Guerrero	642	6%	10,422	94%

Fuente: Cálculos propios con datos de los XI y XII Censos Generales de Población y Vivienda, 1990 y 2000.

## Empleo

La Población Económicamente Activa del estado de Guerrero ha disminuido su participación relativa con respecto al total de la PEA nacional en los últimos 20 años, pues de representar el 3.05% en 1980 pasó al 2.63% en 2000. Sin embargo el peso relativo de los municipios de la Zona de Estudio en el total nacional, aumentó pasando de 1.22% a 1.3% en el mismo periodo. Esta tendencia a la concentración de la PEA en la zona de Estudio queda más clara cuando se observa su participación relativa con respecto al estado de Guerrero: en el año de 1970 la Población Económicamente Activa de la Zona de Estudio representó 36.5% de la PEA del estado, y en el año 2000 ya era de 49.4%. Incremento significativo que también se ve explicado, como en el crecimiento de la población urbana, por el enorme peso que tiene el municipio de Acapulco en cuanto a oportunidades de empleo y desarrollo económico —en el año 2000 representó cerca del 50% de la PEA— lo que contrasta con el grueso de los municipios de la Zona.

La PEA para el resto de los municipios, exceptuando Chilpancingo de los Bravo y Tixtla de Guerrero, disminuyó en cuanto a su participación relativa con respecto al estado. Casos como Mochitlán, Florencio Villarreal, Cuautepec y Copala fueron los que sufrieron las mayores disminuciones pasando de 0.50% a 0.27%; de 0.59% a 0.49%; de 0.60% a 0.42% y de 0.53 a 0.53% respectivamente.

Una situación grave que se puede observar es que la Población Económicamente Activa Desocupada, dentro de la Zona de Estudio, ha ido creciendo en cuanto a su peso relativo respecto al estado de Guerrero llegando a ser más del 50% del total de la PEA en el año 2000, mientras que en 1970 sólo representaba el 35%.

El municipio de Acapulco de Juárez representa un centro de atracción para el estado de Guerrero debido al rápido crecimiento económico originado por los servicios turísticos; sin embargo también es el municipio que mayores contrastes muestra en su interior pues tan

sólo dicho municipio concentró el 36% de la población desocupada en el año 2000, es decir más de 4 mil habitantes. Esta situación ha ido empeorando con los años pues en 1970 Acapulco concentraba sólo al 17% de los desocupados del estado.

De acuerdo a la encuesta realizada en las localidades directamente afectadas, más del 60% de la PEA se encuentra ocupada en actividades relacionadas al sector primario, principalmente agricultura. Las tasas de participación en actividades agropecuarias muestran tendencias crecientes pero a diferencia de las actividades donde se tiene prestaciones sociales como jubilación, la participación en la actividad no decae en las edades mayores por la necesidad de mantenerse laborando para obtener su sustento económico y solamente por incapacidad física se retiran de trabajo agropecuario.

### **Sistema urbano**

Con el objetivo de caracterizar el sistema de ciudades, localidades y áreas rurales de la zona de estudio, se elaboraron tres indicadores sobre la funcionalidad del sistema urbano-regional, tres sobre su morfología y tres sobre las características de la vivienda y se analizaron los planes municipales de desarrollo urbano cuando estos existen.

Los primeros indicadores permiten identificar los vínculos funcionales de la población con sus actividades económicas en el espacio; los segundos permiten encontrar las formas y el grado de ocupación territorial a nivel municipal, mientras que el análisis de la vivienda aporta información sobre las condiciones de disponibilidad de servicios básicos, así como de la historia urbana de las viviendas.

Los indicadores *densidad de ocupación, nivel de urbanización, índice de dispersión, cambio de categoría rural-urbana, características de la vivienda y disponibilidad de servicios básicos y oferta y demanda de vivienda* se elaboraron tomando el municipio como unidad de análisis. En todos ellos, la evaluación de los resultados se hizo tomando como referencia la media estatal.

A diferencia de los anteriores, los indicadores *tipo de centro urbano, primacía, índice de especialización económica, distribución espacial de los asentamientos, disponibilidad de servicios básicos y oferta y demanda de vivienda*, utilizan la localidad como unidad de análisis, aun cuando sus resultados se expresan en términos del municipio al que pertenecen. Es decir que, debido a la naturaleza de sus indicadores, en el análisis del sistema urbano-regional se utilizan datos por *localidad* tanto como por municipio.

Para observar el comportamiento espacio-temporal de los indicadores, la mayor parte de ellos se calculó para tres tiempos (1970, 1990 y 2000),<sup>2</sup> lo que permite hacer un estudio retrospectivo, así como identificar tendencias probables en el mediano y largo plazo.

La importancia del sistema urbano-regional radica en el hecho de que una obra de la magnitud de La Parota supone un cambio en la dinámica del sistema que es necesario conocer para anticiparse a los efectos negativos y plantear, en consecuencia, medidas de mitigación factibles de contrarrestarlos.

---

<sup>2</sup> Algunos indicadores se calcularon sólo para 2000 debido a la falta de datos para 1970 y 1990.

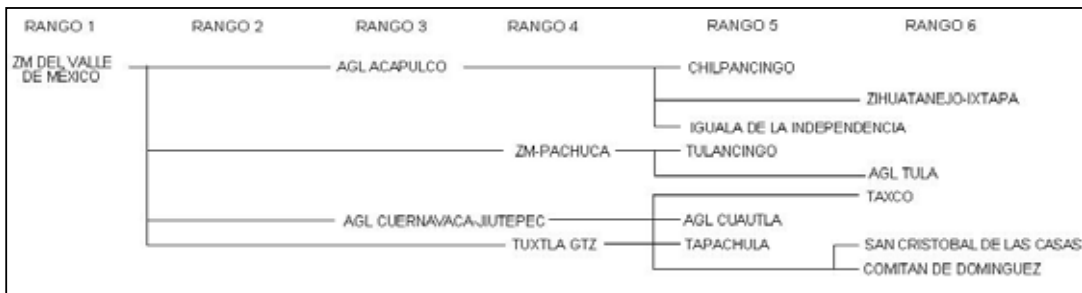


**Tipo de centro de población conforme al esquema de sistema de ciudades (SEDESOS)**

La jerarquía urbana se refiere a la importancia relativa de una ciudad respecto al sistema urbano en su conjunto. El conjunto urbano jerárquicamente organizado, refleja el grado de influencia que tienen las distintas ciudades sobre la región y, en principio, sirve para definir el rango y cantidad de servicios públicos que cada ciudad debe tener. Es importante definir las localidades de mayor rango dentro del área de estudio porque, al tener más servicios que las demás, ejercen una clara influencia en la organización del espacio de la región.

La jerarquía del sistema urbano nacional está definida como parte de la política urbana del país propuesta por la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOS). Esta clasificación se retoma en el Programa Nacional de Ordenamiento Territorial (2001-2006), las 118 ciudades mayores a 50 mil habitantes están clasificados en 6 rangos dentro del cual sólo la Ciudad de México ocupa el rango 1, Guadalajara, Monterrey y Puebla ocupan el rango 2, 16 ciudades ocupan el rango 3, 29 ciudades el rango 4 y 69 ciudades pequeñas el rango 5. En la región de estudio, las ciudades de Acapulco y Chilpancingo ocupan los rangos 3 y 5 respectivamente (Ver Figura SU 1).

Figura SU 1. Jerarquía del sistema urbano regional, 2000



Fuente: SEDESOS, Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenamiento del Territorio, 2001-2006

**Jerarquía urbana, mixta y rural**

A partir de la anterior jerarquía establecida por SEDESOS, se calculó la jerarquía del sistema urbano regional por debajo del umbral de 50 mil habitantes, es decir, a partir del rango 7. La agrupación resultante expresa las posibilidades y limitaciones para reestructurar el territorio y superar las desigualdades centro-periferia que permean todo el sistema nacional.

Además del tamaño de la localidad se consideró su distancia a las principales vías de comunicación y a las principales ciudades de la zona así como el escalograma de servicios públicos con los que cuentan las distintas localidades<sup>3</sup>. De esta forma se identificaron: una localidad de rango 7, una de rango 8, 5 de rango 9 y 5 de rango 10. Ninguna de estas localidades se encuentra en el área de estudio, lo que significa que su sistema urbano regional tiene un *muy bajo* grado de consolidación. Las localidades que se ubican en los distintos rangos calculados son las siguientes:

**Rango 7.**

- ◆ Chilapa: cabecera municipal de Chilapa de Álvarez, con más de 20,000 habitantes, cuenta con 33 servicios, a 40 Km. de Chilpancingo, Chilpancingo en línea recta.

**Rango 8.**

- ◆ Tixtla: cabecera municipal de Tixtla, con más de 20,000 personas, con 19 servicios, a 11 Km. de Chilpancingo.

**Rango 9.**

Estas localidades cuentan con casi 10,000 personas o más y tienen por lo menos 12 establecimientos que ofrecen alguno de los servicios considerados.

- ◆ Ayutla de los Libres: cabecera municipal de Ayutla de los Libres, con 16 servicios, a 106 Km. tanto de Chilpancingo como de Acapulco.
- ◆ Coyuca de Benítez: cabecera municipal de Coyuca de Benítez, dispone de 13 servicios, a 25 Km. de Acapulco.
- ◆ Tierra Colorada: cabecera municipal de Juan R. Escudero, cuenta con 12 servicios, a 42 Km. de Chilpancingo y 60 Km. de Acapulco.
- ◆ San Marcos: cabecera municipal de San Marcos, ofrece 13 servicios, a 56 Km. de Acapulco.
- ◆ Cruz Grande: cabecera municipal de Florencio Villarreal, ofrece 12 servicios, a 30 Km. de San Marcos y 26 Km. de Ayutla.

**Rango 10**

Se trata de localidades de entre 5,000 y 7,000 habitantes aproximadamente, con entre 7 y 9 establecimientos que ofrecen servicios y asentadas en vías de comunicación importantes.

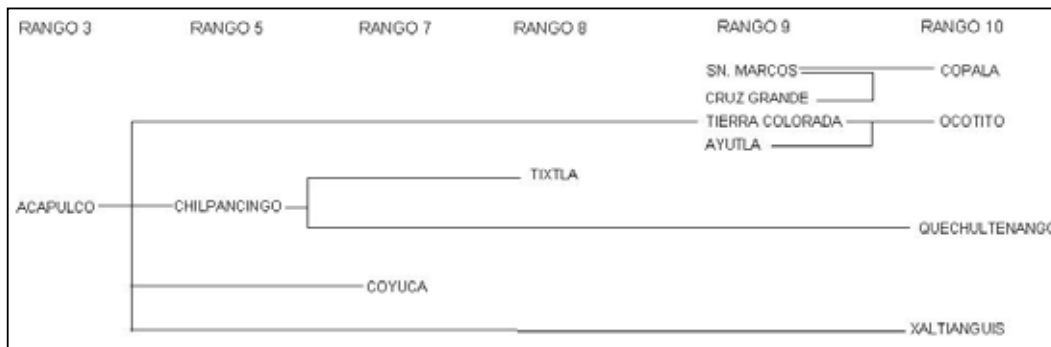
- ◆ Xaltianguis y Kilómetro 30: en el municipio de Acapulco, sobre el eje Chilpancingo-México, a 35 y 20 Km. de Acapulco aproximadamente.
- ◆ Quechultenango: cabecera municipal de Quechultenango, a 35 Km. de Chilpancingo.

---

<sup>3</sup> El procedimiento empleado se describe en el anexo metodológico y la tabla de datos está en el anexo estadístico y gráfico.

- ◆ Bajos del Ejido: en el municipio de Coyuca de B., a 12 Km. de Acapulco.
- ◆ El Ocotito: en el municipio de Chilpancingo, sobre el eje Chilpancingo-Acapulco, a 35 Km. de Chilpancingo.
- ◆ Copala: cabecera municipal de Copala, a más de 100 Km. de Acapulco, formando un eje costero con Cruz Grande, San Marcos, Acapulco, Bajos del Ejido y Coyuca.

Figura SU 2. Rangos de localidades en la región



Fuente: Elaboración propia.

### Primacía

Informa la proporción de la primera ciudad del sistema sobre las siguientes tres y sobre las siguientes siete que le siguen en tamaño.

La primacía de las grandes ciudades es una condición muy común en México. A pesar del crecimiento que han tenido las ciudades pequeñas e intermedias en los últimos años, los sistemas urbanos, tanto el nacional como los regionales, siguen siendo de *alta primacía*, es decir, con el predominio absoluto de una ciudad que actúa como lugar central. Esto se debe a que los procesos económicos dominantes han generado una fuerte polarización socio-espacial, en donde las ciudades representan centros de mercado, de intercambio, de servicios y de oportunidades, y en donde se presentan, en general, procesos importantes de fuerte movilidad social, en mayor medida que en las áreas rurales (Santos, 1973).

En nuestra región de estudio, ciudades como Acapulco y Chilpancingo representan puntos de atracción hacia los que fluyen grandes volúmenes de fuerza de trabajo en busca de mejores condiciones de vida. Sobre todo Acapulco, entre 1930 y 1970 ha tenido altas tasas de crecimiento demográfico, que se deben, en parte, a que ahí se concentró la mayor parte de las actividades económicas (turísticas en principio y cada vez más diversificadas) del estado. Según los datos de los censos oficiales de población y vivienda, las tasas de crecimiento en Acapulco son muy altas. Sobresale la de 1960 a 1970 que es de 18.18 %, muy por encima de la nacional. En varios periodos las tasas de crecimiento tanto de Acapulco, como Chilpancingo han superado por mucho las tasas nacionales y estatales.

Acapulco y Chilpancingo están comunicados entre sí y con el Distrito Federal por dos de las vías más importantes del país. Primero por la carretera federal México-Acapulco y después por la Autopista del Sol, vías que han estimulado el desarrollo de estas dos localidades, pero que al mismo tiempo al dejado al margen del desarrollo regional a la mayoría del resto de las localidades de la zona. La comunicación con que cuentan Acapulco y Chilpancingo, contrasta sobre todo con la que tienen los municipios Mochitlán y Quechultenango, en donde la mayoría de las vías de comunicación son precarias y dificultan la conexión entre las localidades que ahí se encuentran y localidades de mayor desarrollo.

La *primacía* del sistema estatal y regional se calculó con dos criterios. El primero (P1) considera las cuatro localidades de mayor población, y el segundo (P2) considera ocho localidades de mayor población. Los resultados ratifican de manera contundente a Acapulco como principal lugar central de la región, que aumenta de manera global entre 1970 y 2000, pero que muestra una *disminución leve entre 1990 y 2000* en los dos casos, lo que permite suponer que se verifica una lenta pero significativa reestructuración hacia otras ciudades pequeñas y medias, que experimentan un crecimiento muy claro ya para el año 2000 (Cuadro SU 1).

Los datos obtenidos en el cálculo de la primacía se relacionan con las ciudades que son de rango mayor a 10, debido a la relación que suele existir entre número de servicios y cantidad de población, de tal manera que las ciudades más grandes como Acapulco son las que ofrecen la mayor cantidad de servicios y los más especializados.

En este sentido, se puede plantear la hipótesis de que el proyecto de la presa puede impulsar la evolución positiva observada, si bien aun muy tenue, del sistema urbano regional, y evitar por el contrario, acentuar la polarización en los dos lugares centrales regionales, Acapulco y Chilpancingo.

Cuadro SU 1. Primacía Regional

LOCALIDAD	Pob 2000	P1	P2	Pob 1990	P1	P2	Pob1970	P1	P2
ACAPULCO	620656	77,00	73,13	515374	79,78	75,1	174378	75,78	69,5
CHILPANCINGO	142746			97165			36193		
CHILAPA	22511			16332			9204		
TIXTLA	20099			17079			10334		
COYUCA DE B.	11878			9788			6328		
SAN MARCOS	11679			11732			5861		
TIERRA COLORADA	9704			10090			4978		
AYUTLA	9414			6214			3618		

P1: con las 4 localidades más grandes

P2: con las 8 localidades más grandes

Fuente: Dirección General de Estadística, IX Censo General de Población y Vivienda, Estado de Guerrero, México, 1971; Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, XI Censo General de Población y Vivienda, Estado de Guerrero, Aguascalientes, 1991; Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, XII Censo General de Población y Vivienda, Estado de Guerrero, Aguascalientes, 2001. Elaboración propia.

### Índice de especialización económica (Nelson)

Las ciudades siempre han sido la base territorial de las actividades económicas, sea explícito o no, ese papel en los distintos modelos de desarrollo. Ello puede ser detectado a través de la especialización económica de las ciudades, entendida como el predominio de uno o varios sectores de actividad económica medida a través de la ocupación de su fuerza de trabajo. Para medirla se utiliza el índice de Nelson y sus resultados indican los niveles de especialización y/o diversificación funcional de cada localidad del sistema urbano. Cabe mencionar que una misma localidad puede ser multifuncional, es decir, estar especializada en más de un sector económico.

Los cálculos particulares se pueden consultar en las tablas y mapas del anexo estadístico y cartográfico.

En 1970 había solamente seis ciudades especializadas en el área de estudio: Las Vigas en San Marcos en actividades primarias. El Ocotito en Chilpancingo y Chilapa en Chilapa en actividades secundarias. Y las cabeceras municipales de Acapulco, Chilpancingo y Chilapa en actividades terciarias (ver Cuadro SU 2).

Para 1990 el número de ciudades especializadas aumenta al doble, de las cuales tres se especializan en actividades primarias: Xalpatlahuac en Tecoaapa; Colotepec en Ayutla y Cuatepec en Cuatepec. Las ciudades especializadas en actividades secundarias aumentan a seis: Atliaca en Tixtla; Las Petaquillas, Chilpancingo, Mazatlán y el Ocotito en Chilpancingo; y Tierra Colorada en Juan R. Escudero. Las ciudades especializadas en actividades terciarias continúan siendo las mismas.

En el año 2000 las ciudades con especialización económica ascienden a quince. Las cuatro especializadas en actividades primarias están en Jaleaca en Chilpancingo, Acatlán y Nejapa en Chilapa, y Huamuchapa en Tecoaapa. Otras cuatro ciudades se especializan en actividades secundarias: Atliaca, Tixtla; Las Petaquillas y Mazatlán, Chilpancingo; y Tierra Colorada en Juan R. Escudero. Las ciudades con especialización en el sector terciario aumentan de tres a seis entre 1970 y 2000: son las cabeceras municipales de Acapulco, Chilpancingo, Tixtla, Chilapa, Tecoaapa y Ayutla.

Los resultados indican que sólo nueve (9) de los quince municipios presentaron alguna especialización en el periodo; en segundo término, que la especialización fue creciente al pasar de seis en 1970 a doce y luego a dieciséis ciudades en el último año, pero que con excepción de Acapulco y algunas cabeceras municipales, las ciudades no pudieron conservar su especialización a lo largo del periodo, lo que indica una fuerte fragilidad económica del sistema urbano regional.

En el caso las actividades primarias p. ej. se observa que, a pesar de que aumenta su número, de 1 a 3 y luego a 4, se trata de distintas ciudades en cada caso, es decir que varias ciudades perdieron su especialización en el periodo analizado, lo que refleja el abandono del sector.

Cuadro SU 2. Número de ciudades con especialización económica en la región, 1970-2000

Municipio / sector de especialización	1970			1990			2000		
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>
Chilpancingo		1	1		4	1	1	2	1
Chilapa		1	1			1	2		1
Acapulco			1			1			1
Tecopanapa				1			1		1
Tixtla					1			1	1
Ayutla				1					1
Cuautepec				1					
J R Escudero					1			1	
San Marcos	1								
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>

Fuente: elaboración propia con base en los cuadros de especialización económica (Ver anexo estadístico)

Otra característica interesante es que las localidades con especialización en este sector se localizan en la llanura costera y en los lomeríos. Por el contrario, las ciudades especializadas en actividades secundarias se concentran a lo largo de la carretera México-Acapulco y Chilpancingo-Chilapa. En 1970 se observa ya una incipiente tendencia a la concertación en el corredor, misma que se consolida para 1990 y 2000. Se debe subrayar también que este tipo de ciudades disminuyó de 6 a 4 entre 1990 y 2000 probablemente como reflejo de la crisis económica de 1994.

Por el contrario, las localidades con especialización en el sector terciario se duplicaron en la última década, destacando la capital estatal en el sector turismo y algunas de las cabeceras municipales que tienden a concentrar los servicios. Esto es importante porque se trata de ciudades que comienzan a ofrecer bienes y servicios en su interior y a las localidades vecinas, se trata de Ayutla y Tixtla.

### Densidad de ocupación

Indica qué tan poblado está un municipio en relación con la densidad del estado y de la región en estudio. Sirve para evaluar el grado de ocupación del territorio, en personas por km<sup>2</sup>. Este indicador debe interpretarse tomando en cuenta el resto de los indicadores para evitar sesgos en los resultados.

En los tres años, Acapulco es el de mayor densidad, muy elevada en comparación con el promedio estatal. Esto se debe a que desde la década de los treinta, pero sobre todo durante la década de los sesenta y setenta, Acapulco fue el centro turístico más importante del país y uno de los más importantes a nivel internacional.

Con el surgimiento e impulso de otros destinos turísticos nacionales, en los últimos años ha disminuido su crecimiento, no obstante, sigue creciendo debido a que logró diversificar su economía.

Los otros dos municipios que también tenían una *densidad alta* en 1970 (Tixtla y Chilapa), la disminuyen en 1990 y la aumentan para 2000, al igual que Chilpancingo. En cambio, Quechultenango, Copala y San Marcos se mantienen constantes en las tres fechas, con una *densidad baja*, menor al promedio estatal.

Mochitlán es un municipio pequeño en extensión y en población, que ha quedado al margen del crecimiento poblacional, en comparación con la región de estudio y con el resto del estado. Como se puede observar en los mapas respectivos, en los tres cortes temporales, los municipios que rodean Mochitlán incrementan su densidad, pero éste conserva valores muy por debajo de la media estatal. (Mapas de densidad de población, 1970, 1990 y 2000 y tabla Densidad de Ocupación Municipal (1970-2000), (SU IV al VI del Anexo Cartográfico y SU VII del Anexo Estadístico).

En síntesis, en relación con el estado, la zona del estudio presenta una mayor ocupación del territorio, sobre todo para el año 2000. Esto se debe a la densidad de Acapulco y Chilpancingo, las dos ciudades más importantes y pobladas del estado que ejercen más presión sobre el territorio circundante.<sup>4</sup>

### **Nivel de Urbanización**

Indica la proporción de la población que vive en localidades urbanas con respecto a la población total. En este caso, el umbral urbano se ubicó en 5,000 habitantes, debido la preeminencia de la población rural en el estado. Convencionalmente, las localidades en el rango de 5 mil a 15 mil habitantes, son consideradas como mixtas (Unikel, *et al*, 1974).

Este indicador está en estrecha relación con las vías de comunicación que incorporan, comunican y facilitan el intercambio, o bien, segregan y dejan al margen del desarrollo a las localidades de un territorio determinado. El análisis del *nivel de urbanización* se relaciona con la ocupación del territorio, ya que por definición, las zonas urbanas son las más pobladas y son las que funcionan como receptores de recursos y población toda vez que ofrecen y concentran mayor cantidad de servicios y oportunidades.

En correspondencia con la densidad de población, antes señalada, tanto a nivel estatal como regional, el nivel de urbanización de 1970 al 2000 refleja una *notoria concentración lineal* que va de Chilpancingo a Acapulco.

Por su parte, Tixtla presenta niveles relativamente *altos* del nivel de urbanización en las tres fechas, relacionados con la carretera que une Chilpancingo con los municipios de Tixtla y Chilapa y que va hacia Puebla. De manera que se puede observar un *eje secundario* en la zona de Chilpancingo-Tixtla-Chilapa (CONAPO, 1991). Estos niveles se reflejan en el grado de ocupación del territorio, que en el año 2000 llegan a formar un eje de densidad alta (Mapas y tabla de nivel de urbanización, 1970, 1990 y 2000, SU VII al SU IX del Anexo Cartográfico y SU VIII del Anexo Estadístico).

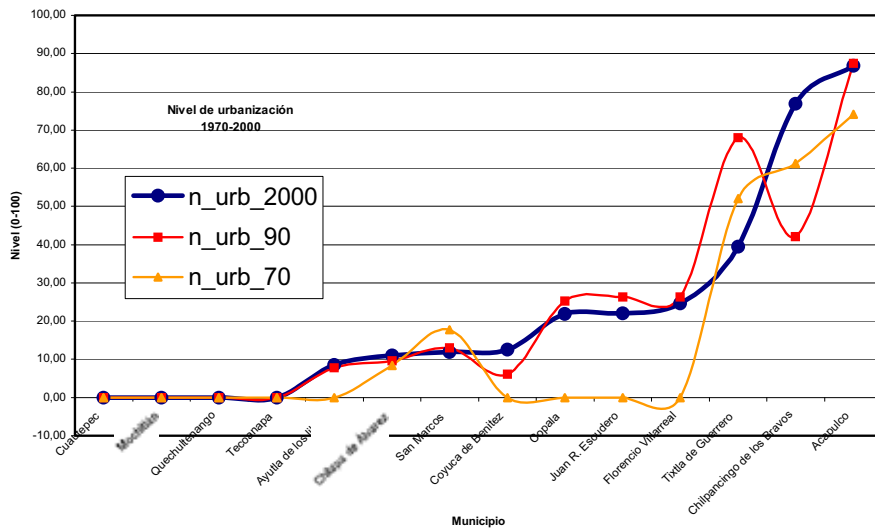
---

<sup>4</sup> Aunque el cálculo se hizo a nivel municipal, la mayor parte de la población se encuentra concentrada en las ciudades de Acapulco y Chilpancingo.

Hasta antes del año 2000, a nivel regional, se observa dicha concentración en detrimento de la costa. Esta concentración se debe a que Acapulco y Chilpancingo son las ciudades más importantes, la primera por el desarrollo del turismo, y la segunda por ser la capital política del Estado, en donde se realiza la mayor parte de las actividades administrativas y burocráticas. Estas ciudades representan centros de desarrollo, unidades motrices que ejercen un efecto de arrastre hacia las zonas circundantes mediante una red de transportes y servicios, de los cuales no gozan el resto de las localidades de la zona, y en general, del Estado.

Destaca el aumento que presentan Copala, Florencio Villarreal y Juan R. Escudero de 1970 a 2000. Chilpancingo disminuye su nivel entre 1970 y 1990, pero lo recupera para 2000, lo cual puede ser consecuencia del desarrollo de Acapulco como el centro urbano más importante del estado, y el que más rápidamente se urbanizó. En este sentido, la región de estudio es una zona de grandes contrastes, ya que por un lado se encuentran los municipios más urbanizados y por otro, varios municipios con un valor nulo de urbanización, como en el caso de Mochitlán, Quechultenango y Tecoaapa.

Gráfica SU 1. Nivel de urbanización



Hay que subrayar que, antes de la década de los setenta, el nivel de urbanización era muy bajo en todo el estado. Sin embargo, en contraste con el crecimiento relativo de las ciudades medias del país, presente desde los años ochenta, en el caso de Chilpancingo, pudo haberse retrasado debido al crecimiento de Acapulco, que fue una de las ciudades que más creció a nivel nacional y la que más creció en Guerrero en detrimento del resto de las ciudades, en especial de las más cercanas. Por el contrario, de 1990 al 2000, Acapulco experimenta un estancamiento, mientras que Chilpancingo aumenta su nivel de urbanización considerablemente.



### Índice de Dispersión

Indica qué tan dispersa se encuentra la población rural. Es la medida complementaria del nivel de urbanización. Permite identificar la coexistencia de municipios con localidades urbanas, pero que al mismo tiempo tienen un número importante de localidades pequeñas y población rural.

Es muy común que el volumen poblacional de la cabecera municipal o de la ciudad más grande afecte el promedio municipal, por lo que éste puede parecer más urbanizado de lo que es en realidad. El índice de dispersión informa sobre la cantidad de población que vive en localidades rurales, por lo tanto, sirve para contrarrestar y acotar el valor del nivel de urbanización.

Debido a que la identificación del umbral a partir del cual se puede considerar a la población como *rural* es sumamente complejo, en este estudio el *índice de dispersión* se calculó a partir de la definición *ex ante* de dos umbrales, para ver cual expresa mejor sus resultados. El primer umbral considera como *población dispersa* los 2,499 habitantes, mientras que para el segundo, se consideró a las localidades con menos de 4,999 habitantes; en ambos casos, se trata de localidades rurales. En términos generales, los *niveles de dispersión altos* se relacionan con *índices bajos* de urbanización, pero se puede dar el caso de municipios con índices altos de urbanización (debido a la existencia de una ciudad grande) y, al *mismo tiempo*, una dispersión alta, lo cual ya no es tan común, pero que ha sido identificado en la literatura especializada como un fenómeno reciente, en los países desarrollados y en nuestro país presente, al menos, en la Región Centro.

Considerando el primer umbral (menos de 2,499), se observa una *disminución* importante en la *dispersión* en la franja del eje Acapulco-Chilpancingo en 1990, pero que vuelve a aumentar para el 2000. Esta anomalía puede estar relacionada con el criterio de INEGI para considerar como localidad, caseríos situados en el espacio periurbano de la zona urbana de las ciudades (en este caso Acapulco y Chilpancingo) pero que en realidad, forman parte del asentamiento urbano principal. Sin embargo, el fenómeno también puede obedecer a una descentralización intraregional desde los lugares centrales hacia su espacio periurbano, como indica la teoría. (Mapas de dispersión de la población de menos de 2499 habitantes 1970, 1990 y 2000, SU X al XII del Anexo cartográfico y cuadro SU IX del anexo estadístico).

Tomando en cuenta el segundo umbral (menos de 4,999), los datos apuntan a un mayor valor de la dispersión, lo que puede estar ocultando, la dinámica real del rango entre 2,500 y 5,000 habitantes. Aún así, se observa que la dispersión en el eje Acapulco-Chilpancingo disminuye entre 1970 y 2000, lo que significa que la población tendió a concentrarse ahí. Por el contrario, la porción oriental de la región de estudio, presenta niveles más altos dispersión en las tres fechas, lo que coincide con su difícil comunicación con el resto de las localidades y con el aumento de su segregación socio-espacial.

Durante la década de los ochenta, en todo el país, la población rural empezó a disminuir, concentrándose en las localidades urbanas de mayor tamaño.<sup>5</sup> Dentro de la región de estudio, Acapulco fue la localidad urbana que más crecimiento presentó en detrimento del

---

<sup>5</sup> Jaime Sobrino, “Tendencias de la urbanización mexicana hacia finales del siglo”, *Estudios Demográficos y Urbanos*, No. 31, Vol. 11, núm. 1, enero-abril, 1996, pp. 101-137.

resto de la zona. La mayor parte de las localidades restantes están dispersas ya que la estructura vial se ha concentrado en aquellos puntos que más ganancias económicas reportan para el país y han dejado al margen a la mayoría de las localidades que sólo se comunican con ciudades que ofrecen más y mejores servicios de manera muy precaria. Este es un obstáculo fuerte para su articulación con el resto de la región, lo que repercute en su bajo nivel de desarrollo económico, al no permitir que su integración plena al desarrollo estatal y nacional. Pero también, la alta dispersión que los caracteriza, dificulta esa incorporación dado que, con frecuencia, las prioridades de inversión se establecen en las zonas de mayor concentración y, por tanto, de mayor demanda. Los resultados obtenidos en los indicadores de funcionalidad del sistema urbano-regional, están relacionados con la dispersión. Esto se agrava además con las características topográficas de la zona.

Se debe subrayar que, en la microregión, en los dos umbrales utilizados, los municipios de la *margen izquierda* de la presa, en particular, Tecoaapa y San Marcos, son los que presentaron una mayor dispersión. Esto significa que, de no tomarse medidas de planeación pertinentes, la construcción de la presa dificultará la articulación de esas localidades con el resto del sistema urbano, reforzando su *nivel de dispersión*. Adicionalmente, su alta dispersión limita y dificulta la dotación de servicios y equipamiento que podrían estimular su desarrollo (Mapas de dispersión de la población de menos de 5000 habitantes 1970, 1990 y 2000, SU XIII al XV del Anexo cartográfico y cuadro SU X del anexo estadístico).

### **Cambio de categoría rural-urbana**

Este indicador permite identificar el cambio de la categoría rural-urbana a nivel municipal. Su utilidad radica en que permite estimar la dinámica y no solamente el estatus de un determinado municipio en una fecha particular. La información que aporta complementa y verifica la obtenida a partir de los indicadores densidad de ocupación, nivel de urbanización e índice de dispersión.

Guerrero es un estado con una mayoría de población rural. La región de estudio presenta condiciones similares, excepto que ahí se encuentran las dos ciudades más importantes del estado. En 1970, dentro de la región de estudio sólo existían dos localidades consideradas como ciudades: Chilpancingo ciudad pequeña y Acapulco ciudad media; mientras que Tixtla estaba en transición. Para el año 2000, Tixtla cambia de categoría a ciudad pequeña y Chilpancingo a ciudad media. Acapulco se mantiene como ciudad media. Surgen otras dos localidades de transición: Coyuca y San Marcos. El resto se mantiene igual.

Estos datos indican que, a pesar de la evidente concentración urbana entre Chilpancingo y Acapulco, hay una dinámica importante en el eje secundario formado por Chilpancingo, Tixtla y Chilapa, en donde también empieza a haber una concentración de actividades urbanas. Mientras que el resto de la región permanece en categoría rural, excepto San Marcos, en la costa. En el anexo estadístico se encuentran las tablas de cambio de categoría rural-urbana. La mayor parte de los municipios son rurales y sólo seis (6) se pueden considerar en transición o urbanos, de ellos sólo cinco (5) entre 1970 y 2000 cambiaron de categoría, por la localidad más grande que, en todos los casos, corresponde a la cabecera municipal.

### **Distribución espacial de los asentamientos**

El resultado obtenido en 2000 es de 1.04 a nivel estatal y de 1.13 a nivel regional. Para 1990 el resultado regional es de 1.03, y para 1970 es de 0.87. Todos los resultados indican un valor intermedio, ya que el mínimo posible es 0 y el máximo es 2.15, el primero correspondería a un sistema de ciudades concentrado en un solo punto y el segundo correspondería a una distribución totalmente uniforme. Un valor intermedio, como los obtenidos indican una *distribución aleatoria*, ni concentrada ni homogénea.

De esos resultados se desprende que existe una ligera tendencia hacia la formación de un sistema urbano *uniforme*. El enfoque convencional que ubica el umbral urbano en localidades de más de 10 mil habitantes no arroja datos significativos, por lo que dicho umbral se bajó a 2,500 habitantes. Este indicador puso de manifiesto como característica positiva del sistema, la tendencia hacia a una distribución homogénea, sin embargo, esta cualidad podría perderse si continúa la concentración en las ciudades más grandes. (Ver Mapa SU 1) Cabe mencionar que se considera el territorio sin relieve, lo que distorsiona los resultados.

Lo ideal sería una distribución homogénea, uniforme en el territorio, ya que son los más adecuados para el desarrollo económico. Sin embargo, en esta región el territorio no es isotópico.

### **Distribución y ubicación regional de núcleos de población**

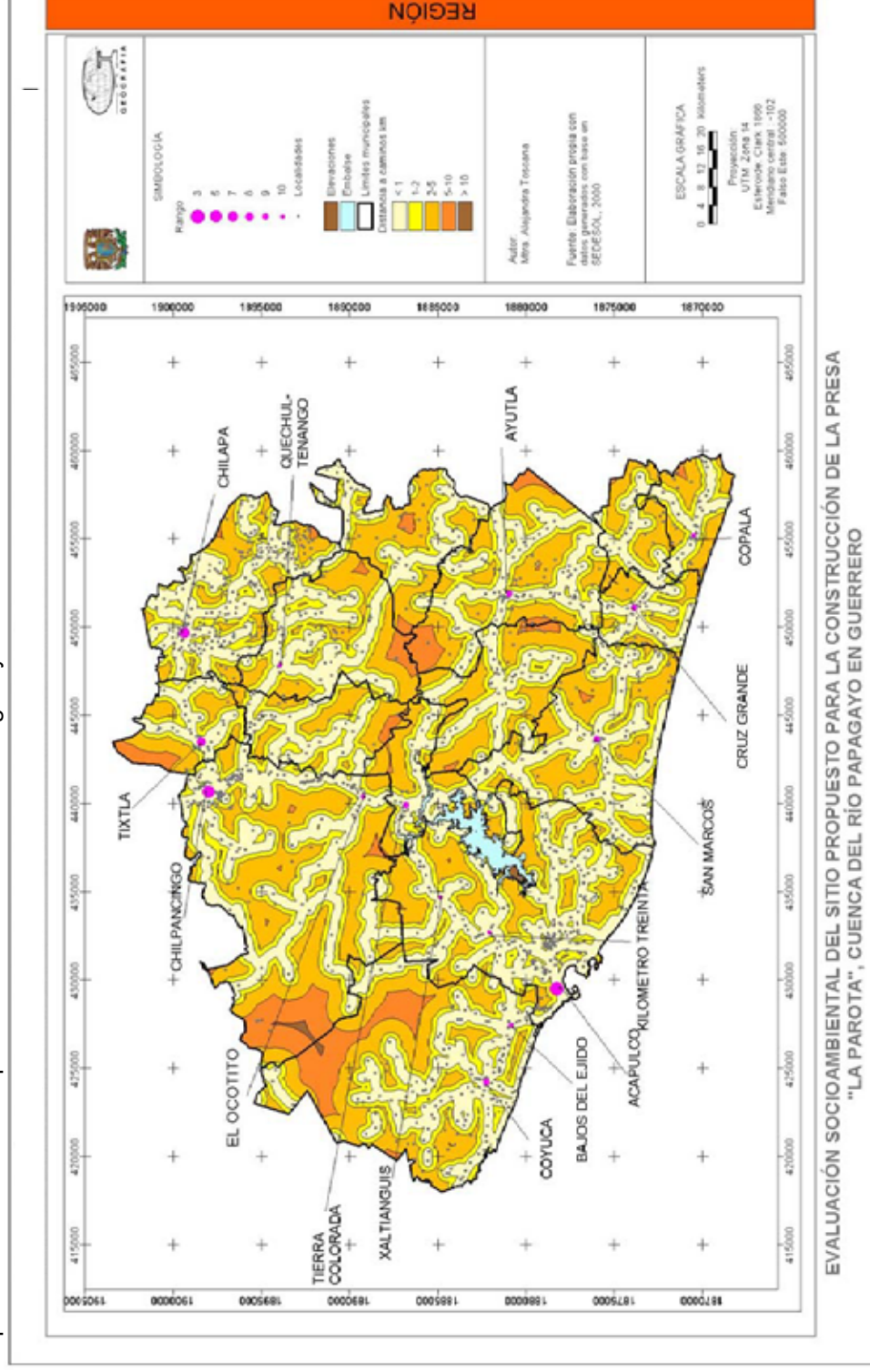
Existen 15 ciudades principales en la región de estudio, clasificadas en rango 3, 5, 7, 8, 9 y 10. Son las ciudades que concentran la mayoría de la población y la mayoría de las actividades económicas especializadas, así como los servicios. El resto de localidades son, casi todas, de muy poca población y ofrecen muy pocos servicios.

La mayor parte de las localidades se asienta muy cerca de las principales vías de comunicación. En la tabla de distancia a caminos del anexo estadístico y gráfico, se puede ver que son sólo 18 localidades y menos de 5,000. personas a más de 5 Km. de distancia. Sin embargo, algunas de estos caminos son de terracería o son brechas.

Destaca la posición que ocupa Tierra Colorada en Juan R. Escudero, ya que se ubica sobre la principal vía de comunicación de la región, entre Acapulco y Chilpancingo, y muy cerca de lo que será el embalse, por lo que puede anticiparse que si se lleva a cabo el proyecto, va a ser una de las ciudades beneficiadas. (Mapa SU 1)

## Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos

Mapa SU 1. Distribución espacial de las localidades en la región y su distancia a las vías de comunicación



## **Equipamiento**

A continuación se presenta el equipamiento de los municipios de la región de estudio. El caso de Acapulco se presenta por separado y al principio debido a que la información referente a este municipio es mucho más abundante, detallada y actualizada que la del resto de los municipios.

### **Zona Metropolitana de Acapulco**

#### **Infraestructura urbana**

Para complementar la información sobre disponibilidad de servicios públicos se analiza la disponibilidad de red de agua potable, drenaje y la existencia de lugares adecuados para el depósito de desechos sólidos. Se considera la Ciudad de Acapulco por ser la zona urbana más importante de la zona y la que presenta unas características superiores a la media. La información que aquí se anexa está basada en el Plan Director de la Zona Metropolitana de Acapulco de Juárez, Gro., actualizado en 1998.

#### **Agua Potable**

Los recursos hidráulicos que abastecen la Zona Metropolitana de Acapulco provienen de las cuencas de captación de los ríos Coyuca-Conchero con una cuenca de 2,430 km<sup>2</sup>, con un escurrimiento medio anual de 979,910.6 m<sup>3</sup>, y del La Sabana-Papagayo, cuya cuenca mide 7,410 km<sup>2</sup> y su escurrimiento es de 4,487,210.8 m<sup>3</sup>.

En esta zona las fuentes de abasto son suficientes; sin embargo, hay partes de la zona metropolitana que carecen del servicio debido a la falta de tomas y a la distancia de 40 km aproximadamente entre la zona urbana y las tomas existentes, lo que encarece la infraestructura.

El sistema principal se abastece de cuatro fuentes:

1. Papagayo I: su capacidad es de 830 lps, el agua sólo requiere cloración para su distribución, la cual se realiza en la planta de rebombeo de las Cruces.
2. Papagayo II: abastece al tanque Renacimiento, se constituye por la toma directa al río con una capacidad de 1,520 lps. Tiene problemas de azolvamiento, por lo que es necesario tratar las aguas en la planta potabilizadora del Cayaco y destapar su equipo dos veces al año.
3. La Sabana: se localiza en la margen derecha del río La Sabana, su capacidad es de 80 lps y abastece la zona de Llano Largo y El Coloso (al este de la Ciudad). Los problemas de este sistema se deben al mal funcionamiento de algunos de los pozos que tienen infiltración de aguas de la Laguna de Tres Palos y de las aguas contaminadas que provienen de los rastros, industrias y zonas habitacionales cercanas, que descargan sin tratamiento en el Río La Sabana.
4. El Chorro: se localiza en el municipio de Coyuca de Benítez, a 38 Km. de Acapulco y cuenta con una capacidad de 200 lps, sin embargo por problemas de deforestación en las partes altas de la sierra, ha disminuido a 60 lps en el estiaje y a 80 lps durante las avenidas. Tiene muchas fugas, por lo que su capacidad se reduce a 50 lps. Es la única

fuentes de abastecimiento para las colonias populares de las zonas altas del Anfiteatro, en donde se ha realizado la conexión de la red con el sistema del Papagayo para subsanar la capacidad, mismo que se utiliza para Pie de la Cuesta.

Algunas zonas de la parte más alta del Anfiteatro, de Punta Diamante y de Tres Palos son atendidas por pozos artesianos sin control algunos que pueden tener contaminación.

Considerando la capacidad actual total de 2,350 lps y una dotación promedio de 300 litros/habitante/día, se podrá contar con 203,400 m<sup>3</sup>/día, lo que permite atender a una población de 677,000 habitantes. Sin embargo, las demandas actuales son de 238,500 m<sup>3</sup> en temporada baja y hasta de 292,500 m<sup>3</sup> en temporada alta. Además, el 40% se pierde en fugas, de manera que el déficit en el suministro puede ser del 50% en temporada baja, al 57% en temporada alta, situación que se refleja directamente en la dotación diaria, reduciéndola a sólo 150 litros/habitante/día.

Los principales problemas en el servicio de agua potable radican en la insuficiencia de la red para abastecer a la población y en que las fugas de agua alcanzan hasta en un 40% en la ciudad.

Las colonias de la parte alta del Anfiteatro (Plan de Ayala, Palma Sola, Panorámica, Buena Vista, Quebradora, Solidaridad, Providencia, 20 de Noviembre, Balcones de Costa Azul y Alta Icacos, entre otras), no existe servicio de agua potable, ni proyectos para su dotación y por lo tanto sólo cuentan con agua por medio de hidrantes públicos o pipas.

En la zona de Pie de la Cuesta, hay pequeñas áreas con red de agua potable pero sin servicio, el resto se abastece por pozos. Algunas colonias tienen red, pero hay carencias debido a su lejanía de la fuente de abasto.

La zona de la Central de Abasto en Renacimiento, no cuenta con servicio, aún cuando tiene red de agua. Paso Limonero está cubierta sólo en un 50%. La Venta cuenta con red de agua en un 40%, un 25% no tiene servicio y el resto se abastece por pozos. Las colonias de la periferia de Zapata, Obrera, Libertad y Tecnológico colindantes con el cerro del Veladero no tienen servicio de agua potable.

En Punta Diamante, sólo las colonias Brisamar, Las Brisas y Puerto Marqués cuentan con servicios, el resto se abastece con pozos.

### ***Drenaje***

El sistema de alcantarillado sanitario está formado por tres colectores principales, colectores auxiliares, red de atarjeas, estaciones de bombeo, un túnel y emisores.

El colector Occidental capta las aguas que provienen de los antiguos colectores I y II y de su área de influencia, que con el apoyo de la estación de bombeo Malaspina se envían a la planta de tratamiento y posteriormente al emisor que se ubica en Playa Olvidada, por un túnel.

La planta Malaspina funciona como separadora de sólidos y como cárcamo de bombeo, sin embargo, debido al uso constante durante 35 años y la falta de una planta de energía eléctrica propia, provoca serias deficiencias en su funcionamiento.

En colector marginal de la Costera Miguel Alemán, se inicia en La Concha y baja al Cárcamo de Costa Azul, que eleva el agua servida, hasta la parte alta de la Condesa para

conducirse a la planta de tratamiento primario con una capacidad de 1,340 lps, a donde confluyen todos los colectores, para enviar finalmente el agua fuera de la Bahía a Playa Olvidada.

La red de drenaje sólo cubre el servicio en un 55% debido a las siguientes causas: la insuficiente capacidad de la infraestructura, los problemas provocados por las zonas altas sin alcantarillado, las descargas clandestinas en los cauces naturales y barrancas y la destrucción de algunas redes de drenaje provocadas por el Huracán Paulina en 1997.

Las carencias de servicio de drenaje se manifiestan principalmente en las colonias populares ubicadas en las partes altas del Anfiteatro, en donde al agua corre con fuertes presiones debido a la pendiente; así como en muchas colonias de la periferia que tienen obras en proceso de construcción; algunas porciones de Pie de la Cuesta no cuentan con el servicio pero también tienen obras en proceso de construcción.

En el sector Renacimiento-Zapata-Llano Largo se construyó una planta de tratamiento de aguas residuales a base de lodos activados, con capacidad para tratar 500 lps, sin embargo sólo se tratan 100 lps, debido a que gran parte de los asentamientos de esta zona, carecen de red de alcantarillado sanitario.

La mayoría de las zonas tienen carencias en el servicio, y otras tienen problemas en los colectores, como Puerto Marqués, en donde los colectores que van hacia la planta de tratamiento tienen una inclinación contraria a la pendiente.

#### ***Desechos sólidos***

En el área Metropolitana de Acapulco se generan 866.40 toneladas de basura al día por parte de la población residente y de 60 a 150 toneladas al día por parte del turismo, según la temporada, por lo que la generación total es de 1,016 toneladas al día.

El equipo de recolección de basura no cuenta con la capacidad suficiente para cubrir este servicio, ya que sólo se recolectan 708 toneladas por día, por lo que se cubre el 65% de la demanda. El servicio se realiza de forma mixta por el ayuntamiento con 96 unidades que recolectan 418 toneladas y 16 camiones compactadores de servicio privado que recolectan 290 toneladas en la zona turística principalmente. Los contenedores de desecho tienen una capacidad para 830 toneladas pero las unidades de traslado son insuficientes.

Existe especial cuidado para la limpieza de la zona turística, sin embargo, las colonias ubicadas en la periferia del Parque Nacional el Veladero; al norte del Anfiteatro y en algunas porciones de la zona Renacimiento-Zapata, no cuentan con el servicio de recolección.

El basurero municipal se ubica en Paso de Texca a 30 Km. del centro de la ciudad, se trata de un tiradero a cielo abierto, pero también existen 16 tiraderos clandestinos en la zona de Llano Largo, el Coloso, en la colonia Luis Donald Colosio, en Pie de la Cuesta y en Bajos del Ejido, todos ellos a cielo abierto.

Los hospitales y laboratorios clínicos generan además, desechos biológicos, para los que no existen instalaciones con las condiciones necesarias para su destrucción.

#### **Resto de la región**

En todos los municipios se observa una falta de planeación, lo que ha dado un crecimiento urbano desordenado, un deterioro en el suelo, contaminación de los cuerpos de agua, asentamientos humanos irregulares, falta de servicios; y en los casos en los que ha habido planeación, los planes no han dado pauta a la ordenación del territorio. En todas las ciudades en estudio se han establecido colonias dispersas en las periferias, lo que ha encarecido y dificultado la dotación de los servicios e infraestructura.

### **Agua**

#### **Ayutla**

Las localidades que cuentan con el servicio son las siguientes: Ayutla de los Libres, Azozuca, Colotepec, La Concordia, El Cortijo, El Mesón, El Refugio y Tonalá. Entre las prioridades del municipio está la ampliación de la red de agua potable al resto de las localidades.

#### **Cuautepec**

Disponible en algunas localidades: Cuautepec, Jalapa y Chihuapolo. Se estima que sólo el 20% de la población urbana dispone del servicio y sólo el 14.6% de la rural dispone del servicio. Se planea instalar el servicio en Coacoyulichán, El Pabellón, El Salto, La Dicha, Cuilutla, El Llano, El Coquillo y La Bocana. Pero también es necesaria en las siguientes localidades: Cuautepec, La Bocana, Cihuapolo, Coacoyulichán, El Coquillo, Cuilutla, La Dicha, Huamuchitán, Jalapa, El Llano, El Pabellón, Poza Verde y El Salto. Asimismo, se plantea la necesidad de una planta de tratamiento de aguas negras.

#### **Copala**

El servicio de agua está instalado en las siguientes localidades: Copala, Atrixco, Juan N. Álvarez, Islalatepec, Las Lajas, El Manguito, Ojo de Agua, Las Peñas y Santa Rosa.

#### **Coyuca de Benítez, Coyuca de Benítez**

El déficit es del 10%. La población atendida está abastecida por un pozo ubicado sobre la margen del río Coyuca, de ahí se manda el agua por medio de bombeo a dos depósitos de distribución y así, por medio de gravedad llega el líquido a las redes de agua potable. El abastecimiento es deficiente y la calidad del agua es mala. Se planea a futuro mejorar el servicio.

El resto de las comunidades del municipio cuentan con su propio sistema de distribución de agua, se abastecen por medio de ríos, manantiales, pozos, etc. El ayuntamiento no se hace cargo del abastecimiento de agua en estas localidades, sólo reciben apoyo para adquirir o dar mantenimiento a las bombas y para la construcción de depósitos de agua.

Regularmente se vierten a Coyuca 60 litros de agua por segundo, la cual previamente cuenta con un tratamiento de cloración de 3.3 litros de cloro por hora. Además los depósitos de agua tienen un mantenimiento de limpieza cada dos meses y previamente se le avisa a la población.

#### **Chilpancingo, Chilpancingo**



La zona centro cuenta con todos estos servicios, sin embargo, se instalaron hace más de 40 años y las instalaciones empiezan a presentar problemas.

El resto de la ciudad, presenta un rezago en la infraestructura básica.

#### **Cruz Grande, Florencio Villarreal**

La población se abastece por 61 pozos locales y el manantial ubicado en las Marías, que cubre sólo el 31.36 % aproximadamente de la población, faltando en las periferias, sobre todo en las zonas de reciente creación. Estas colonias se abastecen de pozos o de la toma más cercana donde compran el líquido; en su mayoría se trata de colonias irregulares de reciente creación que se piensan regularizar, para después dotarlas del servicio y redensificarlas.

Se propone la dotación de 5 tanques de almacenamiento de agua potable para la distribución general de las diferentes zonas de la población, así como una planta potabilizadora.

#### **Mochitlán, Mochitlán**

La ciudad de Mochitlán se provee de agua potable mediante 4 manantiales ubicados a 4,500 m al sureste de la ciudad, con un aforo de 3 l.p.s en tiempo de lluvias y de 1 l.p.s en tiempo de estiaje.

Otras dos fuentes abastecedoras son la Barranca del Molino y la de Tlacotepec, localizadas al sureste de la localidad en donde se cuenta con dos galerías y hay más en proyecto.

Con los 4 manantiales y las dos fuentes subterráneas se tiene un aforo total de 11 l.p.s. El sistema de distribución es por gravedad, con una cerrada y dos circuitos, 4 cajas adaptadoras, 3 tanques de almacenamiento y otro en construcción.

La población servida es el 91.18 %, la población sin servicio (8.82%) se localiza en las periferias. La dotación es de 35.8 lts/hab/día, lo que es insuficiente, la población no es satisfecha ni en un 50%. La calidad del agua es buena.

Se planea a corto plazo, cubrir el déficit y dar mejoramiento a las zonas servidas, así como la ampliación del servicio hacia las zonas de futuro crecimiento.

#### **San Marcos, San Marcos**

San Marcos es abastecida por el río San Marcos. El 32.5 % de la población carece del servicio. El agua se bombea a un tanque de almacenamiento localizado en la parte alta del Barrio de la Santa Cruz, con una capacidad de 25 mil litros, de ahí se distribuye al 67.5 % de la población servida. La dotación es de 200 lts/hab/día.

La red de agua de San Marcos cuenta con un sistema antiguo, ya que fue en 1969 cuando se puso en funcionamiento y desde entonces sólo se le ha dado mantenimiento y no se ha hecho ninguna obra para ampliarlo o cambiarlo.

En las colonias en donde no hay tubería de agua, se distribuye agua en pipas; de esta misma forma son abastecidas algunas localidades cercanas a la ciudad: Lagunilla, Barranquilla, El Maguey, San Miguel, El Cuco y Las Vigas.

Para el año 2000 ya había 28 sistemas de agua potable que benefician al mismo número de localidades, además había 15 fuentes de abastecimiento de agua potable, de las cuales 6 eran de pozo profundo, 3 de río y 6 de manantial.

Los principales problemas del servicio de agua potable son la falta de infraestructura para dar cobertura a la población total por la limitación de los recursos; la inexistencia de controles que garanticen niveles aceptables en la calidad del agua y la dispersión de la población.

El Ayuntamiento no se hace cargo del abastecimiento de agua en el resto de las comunidades, sólo apoya a los comités encargados de cada comunidad.

#### **Tecoanapa**

Se estima que el 70% de la población cuenta con el servicio, el cual está instalado en las siguientes localidades: Tecoaanapa, Las Ánimas, Barrio Nuevo, Buenavista, El Carrizo, Cruz Quemada, El Guayabo, Lagunillas, El Limón, Mecatepec, Parota Seca, Las Parotillas, El Pericón, Pochotillo, Santa Rosa, Los Saucitos, El Tejoruco, Tepintepec, Tlayoyotepec y Xalpatlahuac. Se plantea la necesidad de rehabilitar y ampliar la obra de captación de Tecoaanapa y las localidades más importantes.

Uno de los objetivos para 2002-2005 es ampliar la cobertura de la red de agua y eliminar su escasez en la cabecera municipal.

#### **Drenaje y alcantarillado**

##### **Ayutla**

Ayutla de los Libres es la única localidad que cuenta con el servicio. El drenaje está entre las prioridades municipales, pero no hay un programa concreto para su establecimiento. No hay alcantarillado y no es prioridad.

##### **Cuatepec**

No están disponibles en ninguna localidad, se planean instalar en la cabecera municipal.

##### **Copala**

No se dispone de estos servicios en las localidades. No se planea su establecimiento.

##### **Coyuca de Benítez, Coyuca de Benítez**

Las descargas de aguas negras se dan en las calles. Se planea mejorar el servicio y dotar a la población que aún no dispone de drenaje.

La cabecera municipal cuenta con un cárcamo de oxidación para tratar las aguas residuales, en este hay tres tanques. Al primero llegan los desechos, en el segundo se filtra el agua por medio de larvas que se comen los desechos y en la tercera pileta se recibe el agua filtrada.

##### **Chilpancingo, Chilpancingo**

Hay proyecto para la construcción de los sistemas de alcantarillado, drenaje y colectores marginales del río Huacapa. Uno de los problemas del sistema de drenaje sanitario es que llega directo, sin tratamiento previo al cauce del río Huacapa.

#### **Cruz Grande, Florencio Villarreal**

El 65% aguas negras se descargan en los arroyos y calles. Se tiene contemplado aumentar la red de drenaje y poner una planta de tratamiento de aguas residuales. Cubre el 35% de la demanda, el servicio es deficiente por el reducido diámetro y mal tendido de la red.

Se planea implementar el alcantarillado para desalojar las aguas pluviales, para que posteriormente esa agua sea tratada para uso de riego, sin embargo no hay ningún proyecto concreto.

#### **Mochitlán, Mochitlán**

El 86.45 % de la población cuenta con el servicio de drenaje sanitario. La población que carece del servicio vierte sus aguas a la calle, lo que contamina y da una mala imagen visual. El drenaje descarga directamente en el río Huacapa, lo que ocasiona la contaminación de éste.

La ciudad no cuenta con alcantarillado, en épocas de lluvias se forman encharcamientos en varios lugares.

Se planea ampliar el sistema de drenaje hacia las zonas que no cuentan con el servicio y hacia las de futuro crecimiento. En cuanto al alcantarillado, se planea la construcción general del mismo, empezando en la zona centro y el corredor industrial.

#### **San Marcos, San Marcos**

El tendido de la red es mínimo, sólo el 30% de la población disfruta de drenaje, especialmente los del centro de la ciudad.

Existen obras para mejorar el servicio. Se proponen 3 colectores generales: uno al norte de la localidad. Otro sobre la calle Allende y Vicente Guerrero y otro al sur de la localidad. Las aguas negras se depositan en el río San Marcos.

No hay alcantarillado en la localidad, por lo que se propone el establecimiento de una red a corto plazo.

Las localidades Las Vigas y Las Mesas también cuentan con el servicio de drenaje.

Entre los objetivos del actual gobierno municipal está el mejorar el sistema de drenaje.

#### **Tecoanapa**

No están disponibles en ninguna localidad, pero se ha planteado la necesidad de su dotación en principio en la cabecera municipal.

### **Residuos sólidos**

#### **Coyuca de Benítez, Coyuca de Benítez**

La mayor parte de la basura se deposita en tiraderos clandestinos. Hay un relleno sanitario, de reciente creación, que abastece solamente a la cabecera municipal, es un terreno ubicado a 7 Km. de la carretera Acapulco-Coyuca, entre los pueblos Rancho El Santo y Piedras Azules; mide 100 m<sup>2</sup> y la profundidad es de 50 m. Cada día se recogen entre 10 y 11 toneladas de basura, la cual es arrojada al relleno y tapada con tierra cada 15 días.

El Ayuntamiento sólo se encarga de la recolección de la basura de la cabecera municipal y de la franja costera. Cuenta con 4 vehículos de recolección de basura y muy pocas herramientas de trabajo para abastecer a toda la cabecera.

#### **Chilpancingo, Chilpancingo**

La basura que se genera en Chilpancingo es una de las principales fuentes de contaminación, debido a que no se cuenta con un buen sistema de recolección. Hay una gran cantidad de basureros clandestinos por toda la ciudad, algunos están en las zonas altas en los escurrimientos, lo que ocasiona que en épocas de lluvia la basura se desplace a las partes bajas contaminando el río Huacapa que sirve de basurero.

#### **Cruz Grande, Florencio Villarreal**

Se pretende establecer un basurero municipal, para evitar que las calles y arroyos sigan siendo tiraderos, así como la implantación del servicio de recolección.

#### **Mochitlán, Mochitlán**

La basura se vierte al río Huacapa y a otros escurrimientos. Se planea la construcción de un basurero municipal con sistema de relleno sanitario.

#### **San Marcos, San Marcos**

Proliferan los tiraderos de basura a cielo abierto; algunos de ellos están en camino a Piedra Parada, Tecomate Pesquería, Salida a la Aterrizaje, Perímetro a la Zapata, Perímetro al Cántaro, Perímetro o Ladera a la Quinta Sección. En el periodo 2002-2003 se implementarán en el municipio de San Marcos un programa emergente de la basura y otro denominado “Retiro de Chatarrización”.

Hoy en día en la cabecera municipal hay un camión recolector y 5 contenedores distribuidos en lugares de alta concentración de residuos; no obstante, el servicio no cumple con las expectativas.

#### **Tecoanapa**

Se pretende implementar personal para su recolección y establecer un depósito final para su eliminación.

## Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos

En el Cuadro SU 3, se presenta un resumen de los datos con base en la información proporcionada por los municipios.

Municipio	Datos	Agua	Drenaje y alcantarillado	Residuos Sólidos
Acapulco	1998	parcial	parcial	parcial
Ayutla	1980	parcial	parcial	
Acatepec				
Chilapa				
Chilpancingo	1993	parcial	parcial	
Coyuca	1980	parcial		parcial
Copala	1980	parcial		
Cuautepec	1980	parcial		
Juan R. Escudero				
Florencio V.	1985	parcial	35%	
Mochitlán	1999	parcial	86.45%	
Quechultenango				
San Marcos	2002	parcial	30%	parcial
Tecoanapa	1980	parcial		
Tixtla				

Elaboración propia con base en los datos aportados por los municipios

### Disponibilidad de energía eléctrica

La información referente del Cuadro SU 4 advierte la evidente ampliación en la cobertura del suministro eléctrico, para el total del estado de Guerrero de 1990 a 2000, se disminuyó a la mitad la población habitante de viviendas sin energía eléctrica; el 51% la población de Quechultenango en 1990 no disponía de electricidad, en cambio en 2000 se aminoró a 16% de población carente de electricidad. En 2000 el valor máximo de población privada del suministro eléctrico fue de 30% en Ayutla de los Libres y los restantes municipios se mantuvieron debajo del 17%. Esta exploración manifiesta el mejoramiento en el suministro de la energía eléctrica de los municipios del área de estudio, y podría verse reflejado en el mejoramiento de las condiciones de vida y productividad de sus habitantes.

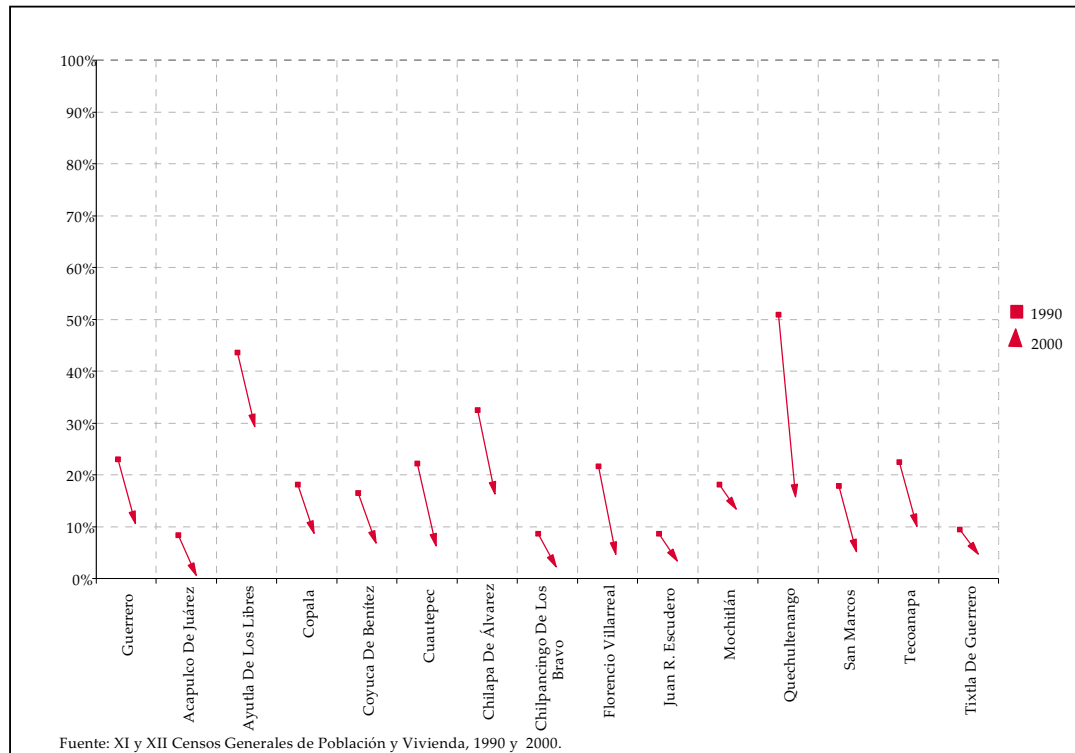
**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos**

Cuadro SU 4. Porcentaje de ocupantes en viviendas sin disponibilidad de energía eléctrica

Entidad/ Municipio	1990	2000
Guerrero	22.63%	11.04%
Acapulco De Juárez	8.11%	1.08%
Ayutla De Los Libres	43.43%	29.67%
Copala	17.71%	9.20%
Coyuca De Benítez	16.43%	6.93%
Cuauhtepec	22.25%	6.77%
Chilapa De Álvarez	32.12%	16.67%
Chilpancingo De Los Bravo	8.62%	2.62%
Florencio Villarreal	21.78%	5.25%
Juan R. Escudero	8.51%	3.91%
Mochitlán	18.18%	13.65%
Quechultenango	50.99%	16.25%
San Marcos	17.88%	5.79%
Tecoanapa	22.38%	10.72%
Tixtla De Guerrero	9.32%	5.09%

Fuente: XI y XII Censos Generales de Población y Vivienda, 1990 y 2000.

Gráfica SU 2. Porcentaje de ocupantes en viviendas sin disponibilidad de energía eléctrica, 2000



## **Vivienda**

### **Características de la vivienda y disponibilidad de servicios básicos**

En este apartado se analizan algunas de las características de la vivienda y la disponibilidad de servicios básicos en la vivienda.

Cabe mencionar que los cálculos se hicieron con los promedios municipales, lo que tiende a generalizar la información. Los centros urbanos son centros de acumulación, mientras que el medio rural presenta grandes carencias, de manera que las cabeceras municipales y las ciudades más importantes (como Acapulco en este caso) concentran las mejores características de la vivienda así como la disponibilidad de servicios en detrimento de la mayor parte del resto de las localidades.

Las variables sobre las características de la vivienda (material del techo y paredes y disponibilidad de cuarto de baño) informan sobre la historia de la vivienda. Se considera que el material que compone el techo de la vivienda es una inversión fuerte que se hace generalmente cuando la posesión del predio es segura y no hay un peligro latente de ser reubicado; el material del techo, como el de las paredes, se relaciona con la capacidad económica de las familias; en general, el techo y las paredes serán de material firme cuando se puedan pagar, mientras que serán de materiales precarios en la medida que la situación económica no permite otro material. Se consideran que las paredes son firmes cuando están hechas de adobe, tabique, block, cantera, concreto, ladrillo, piedra o cemento. Y se considera como techo firme el que es de teja, losa de concreto, tabique y ladrillo. Estas variables indican el grado de consolidación y adecuación material de la vivienda. La existencia de un cuarto de baño suele informar sobre el tamaño de la vivienda y de su adecuación sanitaria.

En cuanto a la disponibilidad de servicios básicos (agua entubada en la vivienda, drenaje y electricidad), su dotación supone un cierto grado de reconocimiento a las diferentes zonas por parte de las autoridades. Además, este indicador permite identificar las carencias estructurales y el componente de factores que deben ser promovidos y desarrollados por medio de la intervención distributiva del Estado en políticas sociales. La disponibilidad de agua entubada en la vivienda, así como la de drenaje son la infraestructura sanitaria esencial, la primera porque todo ser humano requiere de agua potable o para uso doméstico para satisfacer necesidades básicas, y el drenaje para garantizar un control higiénico de desechos. Por otra parte, la disponibilidad de luz eléctrica permite tener otra serie de satisfactores como refrigerador, televisión, y demás aparatos electrodomésticos.

Es importante considerarlo porque son necesidades básicas que la población se ve forzada a solucionar de una forma o de otra. Por ejemplo, el caso de la Zona Metropolitana de Acapulco, que aunque se localiza en el municipio, después de Chilpancingo, con mayor disponibilidad de servicios, existe una cantidad importante de colonias urbanas y localidades que no cuentan con estos servicios, la población arroja los desechos sanitarios a los cauces naturales, por la falta de drenaje y estos llegan tarde o temprano a los cuerpos de agua. Lo mismo sucede con la disponibilidad del agua entubada en la vivienda, en Acapulco, existen zonas en el Anfiteatro con manantiales, de los cuales muchas familias obtienen agua de manera irregular.

En los cuadros y mapas de características de la vivienda y disponibilidad de servicios básicos se puede observar los valores que obtuvo cada municipio de la región de estudio para cada una de las variables; en la tabla de valores medios del anexo estadístico se puede observar la evolución de las variables durante el periodo de tiempo considerado (1970, 1990 y 2000).

Es común que en las zonas tropicales las viviendas no cuenten con cimentación y que la estructura de la casa sea sumamente ligera, de elementos de origen vegetal.

En general los suelos son de tierra (porciento); los muros poco firmes: vara, chiname, adobe o bajareque; el techo de palapa, guano o teja de barro. De estas características se desprende que en las viviendas en estas condiciones, independientemente de otras carencias, presenten los siguientes problemas (Guzmán, 1991:24).

- ✓ Preparación de alimentos en zonas de dormir
- ✓ Elementos para cocinar o fogón a nivel del piso
- ✓ Pisos de tierra
- ✓ Muros y techos de materiales que se intemperizan y erosionan fácilmente, estructuralmente deleznable
- ✓ Techos de materiales vegetales que albergan alimañas
- ✓ Carencia de ventanas o elementos de ventilación adecuados
- ✓ Organización espacial que propicia el hacinamiento
- ✓ Control de animales domésticos casi inexistentes
- ✓ Alta vulnerabilidad a fenómenos físicos: fenómenos hidrometeorológicos, inundaciones y sismos.

En términos generales, de 1970 a 2000 se ve una mejoría en todas las variables. Respecto a las relacionadas con las características de las viviendas, cada vez es mayor el porcentaje de viviendas con paredes y techo de materiales firmes y menos con materiales precarios, sobre todo en las paredes, lo que da como resultado viviendas de mayor calidad. No es el caso de la variable que se refiere al cuarto de baño, ya que son pocas las viviendas que cuentan con esta adecuación sanitaria. sin embargo, las condiciones no son muy favorables, por ejemplo, en el año 2000, 40% de las viviendas no cuentan con un techo de material firme; y más del 50% no tienen un cuarto exclusivo para baño.

Los 15 municipios que integran la región de estudio, en los tres periodos presentan características en la media y superiores a la media, excepto el municipio de Acatepec. Las mejores características las encontramos en el eje Chilpancingo-Acapulco, mientras que las condiciones de menor calidad se encuentran en la porción oeste de la zona, en la margen izquierda del río Papagayo. No es casualidad, puesto que esta zona, presenta las condiciones más precarias en todos los indicadores que se han realizado para el tema de sistema urbano-regional.

En lo que se refiere a la disponibilidad de servicios básicos, también es claro que hay un aumento considerable en la dotación de los servicios.



La zona de estudio presenta una disponibilidad muy variada con respecto a la estatal: hay de los valores más bajos, que representan poca disponibilidad, hasta los valores más altos, que representan la mayor disponibilidad de servicios. Sin embargo, aunque para 1970 sólo cinco municipios tienen una disponibilidad más alta que la media y dos muy por debajo de la media, para 1990 y ascienden a seis y sólo uno permanece muy por debajo de la media, de manera que en términos generales sí se puede hablar de un incremento.

El análisis de la distribución espacio-temporal de la disponibilidad de servicios básicos indica que la mayor disponibilidad de servicios se encuentra en el eje Chilpancingo-Acapulco. Esta distribución aparece en 1970, en 1990 disminuye ligeramente esta concentración a favor de la costa y para 2000 vuelve a ser muy evidente. Este comportamiento es muy similar al que presenta el indicador nivel de urbanización.

La concentración Chilpancingo-Acapulco afirma que estos municipios son los que tienen más privilegios por contener a la capital y al centro turístico más importante, pero estas ventajas han inhibido la dotación de servicios en los municipios aledaños.

(Ver mapas de características de la vivienda y mapas de disponibilidad de servicios básicos, 1970, 1990 y 2000, SU XIX al XXI del Anexo Cartográfico)

### **Oferta y Demanda de Vivienda**

En el cuadro de oferta y demanda de vivienda se puede observar la cantidad de viviendas que hacen falta de acuerdo con el promedio estatal por municipio.

En 1970 en la región de estudio es superior al resto de la del estado en casi todos los municipios; para 1990 algunos municipios se sitúan por debajo de la media y para 2000 son pocos los que ocupan una posición superior a la media. Esto indica una baja en la densidad, una disminución en la natalidad y también un aumento en la emigración; en el caso de Acapulco, se puede interpretar como una disminución en los niveles de inmigración que se registraron durante las décadas de los sesenta y setenta. No obstante, se mantiene constante la demanda de vivienda, especialmente en Acapulco, que continúa siendo una ciudad receptora de inmigrantes.

De la región de estudio el municipio con más habitantes por vivienda es Tixtla. En general los municipios que se localizan en la margen izquierda del Papagayo son los que tienen una densidad de habitantes por vivienda más alta. Esto coincide con las condiciones generales de esta porción del territorio, en la que se encuentran las condiciones menos favorecidas.

Con base en estos cálculos se observa que para 1970 hay un déficit de vivienda muy marcado en los cuatro municipios de la microregión (Acapulco, Juan R. Escudero, Tecoaapa y San Marcos), así como en Chilpancingo. En 1990 el déficit disminuye, la demanda de vivienda es menor en el municipio de Acapulco principalmente así como en el de Coyuca de Benítez. San Marcos, Juan R. Escudero y Mochitlán logran alcanzar un equilibrio entre la oferta y la demanda. El resto de los municipios de la región siguen con un déficit.

En el 2000 disminuye en gran medida la demanda, Acapulco y Chilpancingo se encuentran muy por debajo de la media estatal. En San Marcos también disminuye la demanda; Juan R. Escudero se conserva equilibrado y sólo en Tecoaapa se presenta un

déficit de viviendas. (Ver mapas de oferta y demanda de vivienda en la región 1970-2000, SU XXIV, XXV yXXVI del Anexo Cartográfico).

### **Acapulco**

De acuerdo con el Plan Director de la Zona Metropolitana de Acapulco de Juárez de 1998 (pp. 41, 60, 63, 88), el problema de la vivienda no exclusivo de la Zona Metropolitana de Acapulco (ZMA), al igual que en el resto del país tiene su origen en los bajos ingresos que recibe la mayor parte de la población. En la ZMA, además existe el problema de la falta de reservas territoriales, ya que la ciudad se ubica entre el mar y una barrera montañosa de fuertes pendientes. La especulación del suelo urbano ha generado un alto costo del suelo, sobre todo en las zonas costeras de las Bahías de Acapulco y de la zona que se encuentra hacia el oeste. Estos tres factores, entre otros, han propiciado que los habitantes satisfagan sus necesidades de vivienda con lo que tengan a su alcance en lugares inadecuados para la construcción de viviendas.

En el anfiteatro el patrón de notificación predominante es menor a 200 m<sup>2</sup> por vivienda, excepto en las zonas residenciales, se estima que la densidad es de 6.5 habitantes por vivienda y 1.26 familias por vivienda, lo que muestra que hay un déficit de viviendas.

El anfiteatro no puede densificarse más, sólo en las partes bajas, donde el patrón de lotificación es grande y las viviendas están subocupadas, por ser casas veraniegas de población que no reside en la ciudad. Para incrementar la densidad se tendrían que adquirir áreas ocupadas y renotificar, cosa que sería muy lenta y compleja.

Fuera del anfiteatro la densidad es de 5.35 habitantes por familia y de 1.03 familias por vivienda, exceptuando a Ciudad Renacimiento. En las zonas planas sería más fácil la redensificación y existen algunos predios vendibles que podrían alojar hasta 637,426 habitantes.

En este plan no se considera la peligrosidad de algunas zonas. Por otro lado, las zonas de reservas territoriales para vivienda de bajos recursos son escasas, y más si se considera que muchos de los habitantes deben ser reubicados porque viven en zonas de alto riesgo. Se estiman 4,067 viviendas precarias en toda la periferia del Anfiteatro, Coloso, Balcones de Costa Azul y ciudad Renacimiento. Se proponen también, para las necesidades de vivienda, programas de autoconstrucción y alentar la ocupación de la vivienda construida y desocupada mediante acciones tendientes a lograr el arraigo e identidad de sus habitantes.

### **Reservas territoriales para desarrollo urbano**

En el tema de reservas territoriales el caso de Acapulco se presenta por separado debido a que la información referente a este municipio es mucho más abundante, detallada y actualizada que la del resto de los municipios, los cuales, en la mayoría de los casos cuentan con muy poca información, muy general y obsoleta.

## Acapulco

### *Antecedentes*

La planeación de la ciudad de Acapulco inicia hasta 1982 con el *Plan Director Urbano para la Ciudad de Acapulco*, cuando la contaminación de la Bahía y el crecimiento desordenado se hacen problemas evidentes. Sin embargo, el ordenamiento ha sido muy limitado. El huracán Paulina evidenció el escaso conocimiento del entorno que tienen las autoridades y la población, así como la falta de planeación urbana: los enormes riesgos a los que se expone la población y las carencias de servicios, infraestructura y equipamiento, por la ausencia de criterios y normas básicas para ordenar los procesos de urbanización (PDUZMA, 1998, p. 4). Como consecuencia se propuso la actualización del Plan Director Urbano de la Zona Metropolitana de Acapulco, que data de 1994, que incorpora criterios de sustentabilidad ambiental, de prevención y atención de riesgos naturales.

En los planes de desarrollo urbano de 1988 -*Programa Director de la Ciudad de Acapulco*- y de 1998 -*Plan Director de la Zona Metropolitana de Acapulco*-, se reconocen los siguientes problemas relacionados con el crecimiento urbano de la ciudad:

- **Tenencia de la tierra (terrestre y la ganada al mar):** Existen irregularidades de todo tipo: falta de documentación que acredite la propiedad de la tierra en el centro de la ciudad, ocupación de terrenos federales baldíos, fraccionamiento de los ejidos, la inexactitud de los levantamientos topográficos que confunden los límites de las propiedades, la invasión y utilización de la ZOFEMAT.

Uno de los problemas para la incorporación de las tierras ejidales al desarrollo urbano es la cantidad de errores en los levantamientos, lo que ocasiona la superposición de límites de las propiedades. Estos errores no son privativos de las tierras ejidales, también existen en las tierras de propiedad privada originados en la expropiación, permuta o adquisición por parte del Estado para su regularización, ya que su situación irregular ha impedido su aprovechamiento en el desarrollo urbano y turístico. Este es el caso de Punta Diamante y Copacabana en el oriente de la ciudad, destinadas a hoteles con categoría de gran turismo y campos de golf (PDUZMA, 1988: 34, 142).

- **Asentamientos irregulares:** Existe una gran cantidad de colonias irregulares en zonas de reserva ecológica, en zonas peligrosas y en áreas de derechos de vías; algunos están en proceso de regularización.

- **Contaminación de la Bahía y las lagunas de Coyuca, Negra y Tres Palos:** El rápido crecimiento urbano y turístico de Acapulco ha propiciado un deterioro en el medio ambiente, a pesar de que en él se sustenta la actividad turística, que es la más importante de la zona.

El muelle de PEMEX y las embarcaciones turísticas vierten en la bahía, grasas, aceites y petróleo, que no son fácilmente degradables y permanecen en el agua largo tiempo. Las lagunas reciben descargas del drenaje sanitario procedentes sobre todo de colonias de reciente creación (la mayoría irregulares). Existen áreas en lo alto del anfiteatro sin alcantarillado, con descargas clandestinas en los cauces naturales y barrancas (principalmente Aguas Blancas, Camarón y Magallanes), los desechos son arrastrados hasta la bahía, junto con la basura que la gente arroja directamente en los

cauces. La infraestructura es insuficiente, además el huracán Paulina destruyó algunas redes de drenaje, de manera que la red de drenaje sanitario sólo cubre el servicio en un 55% (1998, p.45).

A esto se le agrega el problema de los tiraderos de basura clandestinos: en la zona metropolitana de Acapulco se generan, en promedio 1,016 ton/día de basura, de las cuales 866.40 son de la población residente y las demás del turismo (con variaciones según la temporada). Los servicios recolectores sólo cubren un 65% de la demanda y se concentran en la zona turística y residencial, las colonias populares (las que rodean el anfiteatro, y partes de Ciudad Renacimiento y Emiliano Zapata no cuentan con servicio de recolección). No existen lugares especializados en los desechos biológicos que generan los hospitales y laboratorios. Se han localizado 16 tiraderos clandestinos en la zona de Llano Largo y el Coloso, en la ciudad Luis Donaldo Colosio, en Pie de la Cuesta y en Bajos del Ejido, todos ellos a cielo abierto (PDUZMA, 1998: 49 y 67), además de los cauces naturales que la gente utiliza para depositar todo tipo de desechos.

- **Problemas de salud por la contaminación del agua:** afecta la calidad del agua de la bahía y la que consume la población y el turismo. Las lagunas y la bahía tienen contaminación de agua por las descargas de aguas residuales, lo que ocasiona enfermedades dermatológicas y gastrointestinales, además se produce un impacto negativo en el turismo (PDUZMA, 1988:67).
- **Necesidad de nuevos espacios para el turismo y para vivienda de escasos recursos:** La ciudad se encuentra entre dos barreras naturales que limitan su extensión: el mar y la cadena montañosa conocida como el Anfiteatro. Además en casi toda su extensión existe la posibilidad del impacto de fenómenos naturales considerados como peligrosos. Estos dos factores complican las posibilidades de crecimiento.

#### *La expansión de la ciudad*

El desarrollo de Acapulco comienza a finales de la década de los veinte, se construyen los primeros hoteles sobre la Península de las Playas. A partir de este momento, la población empieza a crecer rápidamente, por inmigración. Se empezó la expropiación de terrenos para fomentar la actividad turística a costa de los ejidatarios, la justificación fue que de la actividad turística se derivarían beneficios para la ciudad y el conjunto de la población (Ramírez, 1989:141), de esta manera, la actividad agrícola fue perdiendo importancia frente a las ganancias que se podrían derivar de su utilización como suelo urbano-turístico.

La ciudad creció hacia el oeste, a partir del centro tradicional, hacia Caleta, La Quebrada, Hornos y Hornitos (ver mapa de crecimiento de la ciudad de Acapulco y tabla de crecimiento y extensión de la ciudad de Acapulco por periodos), debido a que el aeropuerto de Coyuca (que era el que se usaba) se localiza al oeste del puerto (Sánchez, 1982:104).

En los años sesenta, con la construcción de la nueva carretera México-Cuernavaca y el aeropuerto internacional el turismo aumenta considerablemente. También influyó en este crecimiento, la sustitución de La Habana por Acapulco como destino turístico por los

estadounidenses luego del triunfo de la Revolución Cubana. Pero también aumenta la población que busca en Acapulco una opción para mejorar su calidad de vida. Las colonias irregulares empiezan a florecer en el anfiteatro, primero en las zonas de menor pendiente, y después también en las de pendientes pronunciadas.

El suelo, cada vez más saturado, y el continuo crecimiento fomentan la incorporación de nuevas tierras y playas, empieza entonces una expansión hacia el este, relacionada con la construcción del aeropuerto hacia Costa Chica. Se construyen hoteles y fraccionamientos en las playas Condesa, Icacos, Revolcadero y Copacabana (Sánchez, 1983: 104-105).

A partir de la década de los setenta se registra un estancamiento en el crecimiento, se hace evidente el problema de la contaminación y se empiezan a aplicar medidas de carácter correctivo. No obstante, la inmigración continúa y con ello la formación de colonias irregulares en las zonas altas del anfiteatro.

Estas colonias, además de que influían negativamente en la imagen de Acapulco, constituían (y constituyen) una de las formas de contaminación, puesto que no contaban con servicio de drenaje sanitario y las descargas se hacían sobre los cauces desembocando en la Bahía. En este momento surgen los primeros intentos de llevar a cabo una planeación.

Para mejorar la situación se pensaron dos acciones: la clausura de las descargas de aguas negras hacia la Bahía y la reubicación de la población asentada en las zonas altas del anfiteatro, en donde no se podía poner infraestructura, para lo cual se creó la colonia Emiliano Zapata a 12 Km. del puerto (Ramírez *et al.*, 1980:12). Sin embargo, el anfiteatro siguió creciendo y la Bahía siguió contaminándose. Para 1981 se trasladó más gente del anfiteatro al noreste de la ciudad, atrás del anfiteatro, en lo que se conoce como Ciudad Renacimiento.

Antes de 1990, Acapulco ya había absorbido las pequeñas localidades que le rodean, especialmente hacia el norte y noroeste, fuera del anfiteatro. Primero la integración fue funcional, ya que la población de estas localidades poco a poco se integró a las actividades económicas de Acapulco, y luego se integraron a la estructura urbana (1988, p.8).

A principios de los noventa se forman colonias irregulares hacia Pie de la Cuesta. En esta zona, la actividad turística se mantiene estancada, lo que se desarrolla es una serie de asentamientos precarios con características rurales.

También en estos años (1993) se incorporan al desarrollo turístico Punta Bruja, Punta Diamante y la playa Revolcadero, para el megaproyecto Punta Diamante (Carrascal *et al.*, 1998:118). (Ver mapa Crecimiento de la Cd. de Acapulco 1950-1993, Anexo Cartográfico).

El área urbana se expandió hacia las zonas más altas del anfiteatro, restándole terreno al Parque Nacional El Veladero, de hecho, en el Plan Director de 1998 se reconoce que viven más 26 mil personas dentro de los límites del parque. También creció la zona de Ciudad Renacimiento, a lo largo de la autopista hacia México. La zona de Emiliano Zapata-Ciudad Renacimiento ya está bien consolidada y funciona como un subcentro

urbano para la población trabajadora, para el descongestionamiento del anfiteatro, sin embargo es necesario estimular más la generación de fuentes de empleo para que realmente esta parte de la ciudad funcione como un desconcentrador. (Ver mapa de expansión de la ciudad de 1990 a 2000, Anexo Cartográfico).

Se puede observar que a pesar de que en extensión el crecimiento que se registra en las AGEBS (alrededor de 3 km<sup>2</sup>), no es muy alto, sí lo es en cambio, el aumento en la densidad de 1990 a 2000, a pesar de que es hasta después de 1990 que se desarrolla el megaproyecto de Punta Diamante lo que favorecería una disminución en la densidad, ya que incorpora cantidades importantes de territorio con una baja ocupación por estar destinado a turismo de gran lujo.

Cabe mencionar que estas zonas están sujetas a la ocurrencia de fenómenos naturales peligrosos, en el primer caso vuelcos y desplomes de rocas y flujos de lodo, y en el segundo caso inundaciones (que se ven favorecidas por la falta de un sistema de drenaje eficaz).

El desarrollo de la ciudad, casi totalmente, ha estado en función de la actividad turística. En la configuración de la ciudad se puede observar la segregación de las zonas: la costera marítima destinada a la actividad turística; el centro cívico, comercial y habitacional para la clase trabajadora y la pequeña clase media alta y alta nativa; las partes altas de los cerros para la población de escasos recursos económicos; la zona de Pie de la Cuesta para población de escasos recursos económicos y turismo de segunda categoría; la zona de Punta Diamante destinada al gran turismo.

### ***El futuro crecimiento***

En cuanto a los planes de crecimiento de la ciudad, tanto el plan de 1988 como en el de 1998, es claro que se está estimulando el crecimiento de la ciudad hacia la zona este. Incluso, desde antes, se planteaba ya la posibilidad del crecimiento hacia el este, pero un crecimiento más organizado y selectivo. Este crecimiento puede poner en un riesgo aún mayor los ecosistemas apoyados en el sistema fluviomarino de la laguna de Tres Palos, si no se toman las medidas correctivas y preventivas necesarias.

El plan de 1988 propone como zonas con aptitud turística las zonas cercanas al litoral, las zonas de mar abierto y aquellas con buena vista a la bahía. Debido a que el litoral de la bahía está ya saturado, se propone la utilización de Puerto Marqués, Punta Diamante-Copacabana, en esta zona se encuentra el sistema fluvial de la Laguna Negra-Laguna de Tres Palos, en donde se planean desarrollos turísticos ecológicos, lo mismo que en la Laguna de Coyuca hacia Pie de la Cuesta.

Para fines de los ochenta se empieza a observar una presión sobre las tierras ejidales que forman la periferia, ya que sólo sobre estas tierras se puede llevar a cabo el crecimiento de Acapulco, por su aptitud. Entre los ejidos más importantes para el desarrollo urbano de Acapulco destacan: La Venta, Barrio Nuevo, Carabalí, Ampliación del Ejido de las Cruces, Llano Largo, La Sabana y Cayacos (hacia el norte); Tres Palos, San Pedro de las Playas y la Zanja (hacia el oriente); y Pie de la Cuesta, Bajos del Ejido y El Embarcadero (hacia el poniente).

Se plantea como alternativas de crecimiento saturar los baldíos que existen en el Anfiteatro y en el tramo de Mozima-colonia Jardín (hacia Pie de la Cuesta); la renovación urbana en zonas deterioradas o en proceso de abandono; el reciclamiento del suelo en las zonas colindantes con las principales avenidas de la ciudad; consolidación y densificación de algunas colonias ubicadas en Renacimiento; nuevos desarrollos urbanos en La Venta y el Quemado, en Renacimiento; nuevos desarrollos urbanos en el Boulevard de las Naciones y en la zona de la Zanja; y nuevo desarrollo turístico en la zona de la Bahía de Puerto Marqués y parte de Barra Vieja.

Para lograr un desarrollo sustentable en el entorno rural se propone incrementar el desarrollo agrícola; proteger las zonas de valor ecológico; desarrollar proyectos ecoturísticos en la colindancia de las lagunas de Coyuca y Tres Palos y en el interior de las mismas promover la acuacultura y actividades recreativas de apoyo al turismo; y proponer un desarrollo urbano controlado en las localidades rurales de entre 75 y 100 hab/ha.

Los cuerpos de agua al interior de la ciudad comienzan a ser importantes para el desarrollo de las actividades turísticas. Existen tres cuerpos de agua en la zona: Laguna de Coyuca, Laguna de Tres Palos y Laguna Negra, estas dos últimas las más importantes por encontrarse en el oriente de la ciudad, en la parte con más tendencia a desarrollo urbano y turístico.

#### **Reservas territoriales en el resto de la región**

Según los planes urbanos, la mayoría de las cabeceras municipales cuentan con área destinadas al futuro crecimiento y áreas de reserva ecológica. En todas las ciudades analizadas hay asentamientos irregulares formados por la población inmigrante, sin embargo, debido a que los datos no están actualizados no se puede precisar la cantidad de población, la extensión que ocupan y los lugares exactos que ocupan.

#### **Coyuca de Benítez, Coyuca de Benítez**

Se planea detectar las zonas con mayor factibilidad para el desarrollo urbano. Hacia el oeste de la ciudad, el río Coyuca es una barrera natural y propicia peligro de inundación a las áreas bajas de la ciudad (noroeste y suroeste). El sur y el suroeste están destinados a la agricultura. Por lo que el crecimiento de la ciudad debe darse hacia los lados norte, noroeste y una mínima parte al sur de la ciudad, así como saturar los baldíos del área urbana, lo que representa un área de 150.54 ha.

Existe un área destinada a reserva ecológica alrededor de la mancha urbana de 51,411.32 ha.

#### **Chilpancingo**

La zona centro es la más apta para el uso urbano, sin embargo, está saturada. Existen al interior del área urbana, en especial en las colonias periféricas, espacios que pueden redensificarse (199.40 ha), que cuentan ya con algunos programas para la dotación de servicios, además existe una reserva intraurbana de 367.70 ha. Si estos espacios se ocupan para el crecimiento de la ciudad, se puede revertir el modelo disperso. Entonces el objetivo es saturar las colonias o zonas baldías intraurbanas.

### **Cruz Grande, Florencio Villarreal**

Existen terrenos aptos para urbanizarse en el área urbana y fuera de ella, al noroeste, suroeste, norte y noreste de la ciudad, pero estas zonas tienen problemas de tenencia; lo que ha dado como resultado que no se utilicen estas reservas para el crecimiento urbano sino zonas de la periferia, en donde los predios son más baratos, pero no cuentan con servicios.

Se deberán adquirir algunas zonas del interior de la ciudad destinadas a la agricultura para que continúe el crecimiento urbano. Se planea redensificar el área urbana; dentro de ella hay 38.7 ha de lotes y predios baldíos que serán utilizados para el crecimiento urbano. En las afueras de la ciudad el crecimiento será básicamente hacia el suroeste, noroeste y sureste.

Uno de los principales problemas es que la tierra es de propiedad comunal. Se considera conservar algunas zonas con valor ecológico: la laguna Chautengo, el río Nexpa, el río Seco, el río Jalpa, los arroyos el Beke y Amatitos, el lago Tule, el lago Mesón y algunas zonas agrícolas y boscosas. La superficie de conservación es de 75,651.17 ha aproximadamente.

### **Mochitlán**

Mochitlán cuenta con dos grandes límites para su expansión urbana: el río Huacapa al norte y el Salado al sur-sureste. Al poniente y al noroeste se encuentran zonas agrícolas. La ciudad tendría que crecer hacia los lados noroeste, suroeste y este o densificar los lotes y predios baldíos que se encuentran en el área urbana. En total suman 22.84 ha. Existe un área de conservación ecológica de 4,359.58 ha.

### **San Marcos, San Marcos**

La ciudad se ha expandido excesivamente hacia todas las direcciones incrementando las distancias, se han originado asentamientos irregulares con una gran dispersión y una densidad muy baja. Por lo que se planea densificar las nuevas colonias, sin embargo no hay un criterio para definido para señalar los terrenos aptos y no aptos para el crecimiento urbano.

Existen 135.14 ha disponibles para el crecimiento urbano. Existen 45,634 ha destinadas a áreas de preservación ecológica.

### **Conclusiones**

Se observan tres ejes sobre los cuales se asientan las localidades de rango 3 a 10. El principal está integrado por Chilpancingo y Acapulco con otras localidades de menor rango, a lo largo de la principal carretera de la zona. Un segundo eje en la parte norte de la zona de estudio integrado por Chilpancingo, Chilapa y Tixtla. El tercer eje, el costero, con las localidades de menos rango, exceptuando a Acapulco que sirve de conexión entre la Costa Chica y la Costa Grande. Dos localidades no forman parte de ningún eje: Ayutla y Quechultenango, en la parte este de la región de estudio.

Existen grandes extensiones de territorio con centros de población pequeños en los que no hay localidades con rango mayor a 10, se trata de zonas en las que los servicios



educativos y de salud son muy escasos, por ejemplo los municipios de Tecoaapa y Acatepec, en los que ni siquiera las cabeceras municipales cumplen las condiciones para ser de rango 10 o más.

Es importante considerar estas localidades porque son fundamentales en la organización del territorio. La construcción de la presa podría implicar un reacomodo a mediano y largo plazo en la jerarquía de algunas de las localidades.

Ninguna ciudad especializada en actividades secundarias se localiza en la margen izquierda de la futura presa; es muy probable que después de la construcción de la hidroeléctrica, ninguna ciudad de esta margen se especialice en actividades secundarias, toda vez que será un territorio cuyo desarrollo estará inhibido por las ciudades de la margen contraria; sólo dos ciudades especializadas en actividades terciarias se encuentran en esta porción del territorio. Así mismo, las ciudades de rango 6 y 7 se encuentran localizadas en los que será la margen derecha de la presa.

A partir del análisis realizado sobre el sistema urbano regional se considera que es muy probable que la construcción de La Parota podría contribuir aún más en la concentración lineal Acapulco-Chilpancingo en detrimento de las zonas aledañas, en particular de las localidades ubicadas en la porción sur oriental de la zona de estudio (margen izquierda del río Papagayo), en donde precisamente se encuentran los municipios menos urbanizados, con mayor población dispersa y con menor desarrollo regional: Juan R. Escudero, Mochitlán, Quechultenango, Tecoaapa, Ayutla, Florencio Villarreal, Cuauhtec Copala y Acatepec.

Esto sin duda, si no se llevan a cabo medidas compensatorias, traerá como consecuencia una segregación socio-espacial más intensa, que se manifestará en el nivel de desarrollo de las localidades afectadas.

Adicionalmente, en la distribución de localidades en las Áreas de Afectación Directa e Indirecta del embalse se tendrá uno de los mayores impactos del embalse. Aun cuando el Área de Afectación Directa tiene un menor volumen de población que las otras dos Áreas de Afectación Indirecta, muestra una mejor distribución de población, por rango-tamaño: tiene un mayor porcentaje de población en las localidades más grandes (lo que indica un mejor grado de consolidación urbana), y una menor proporción de población en el rango más bajo (lo que indica una menor dispersión, mientras que el mayor porcentaje de su población está en el rango intermedio, lo que indica un proceso de consolidación mayor que en las otras dos áreas).

Cuadro SU 5. Distribución de población por rango tamaño en las Áreas de Afectación Directa e Indirecta, 2000.

Distribución rango-tamaño	Áreas de Afectación Directa		Áreas de Afectación Indirecta			
	absolutos	%	Buffer 2 Kms		Cortina Abajo	
			absolutos	%	absolutos	%
<100	987	31	8,959	82	11,368	77
<500	1,951	61	1,806	17	3,218	22
<2000	276	9	171	2	160	1
Total	3,214	100	10,936	100	14,746	100

Fuente: Elaboración propia con base en los cuadros DA 2, DA 3 y DA 4.

Por su parte, del análisis de la distribución espacio-temporal de las características de la vivienda y la disponibilidad de servicios básicos, se desprende que la construcción de la hidroeléctrica puede inhibir aún más el desarrollo de los municipios que quedarán en la margen izquierda de la presa, mientras que tendrán un mayor impulso los que se encuentran en la margen derecha, en particular, las localidades cercanas a la autopista del Sol y a la misma presa. Además, la construcción de la presa y el desarrollo de los proyectos turísticos pueden estimular, como en décadas pasadas, la inmigración a Acapulco proveniente de los municipios aledaños en donde las oportunidades de trabajo sean menores. Esto incrementará en la Zona Metropolitana de Acapulco (ZMA) una mayor demanda de vivienda y de servicios.

Es necesario que los municipios mejoren sus políticas de planeación urbana, ya que muchas de las dificultades y carencias que existen en cuanto a servicios, es la vivienda. Falta de reservas territoriales y asentamientos irregulares se debe a la falta de planeación que ha predominado en todos los municipios y que sólo en los últimos años se está considerando como algo prioritario.

### **Sistema vial Esquema de articulación del estado de Guerrero**

Para el caso concreto del estado de Guerrero el proyecto ferroviario México-Acapulco que nunca se construyó, dejó a la entidad al margen de la red ferroviaria, y marcó su tradicional inaccesibilidad por vía terrestre, a pesar de su gran potencial natural, social y económico.

Por carretera, desde los años veinte se comunicó a la capital del país con Pachuca, por su importancia minera; con Puebla, por su conexión hacia el principal puerto comercial de México (Veracruz) y con Acapulco sin tener una explicación económica tan sólida como en los otros casos, seguramente que en su construcción influyó que no contaba con una conexión ferroviaria, y que representaba un territorio hacia el cual se podían extender diversos programas económicos (agropecuarios, mineros y turísticos).

Es evidente que a partir del eje México-Acapulco se va a articular prácticamente todo el estado de Guerrero. Sin embargo, aunque su construcción data desde los años veinte,

durante mucho tiempo este eje sólo impulsó el crecimiento de las localidades que se encontraban a lo largo del eje: Taxco, Iguala, Chilpancingo y Tierra Colorada.

Los caminos transversales son relativamente recientes y aunque se empiezan a construir a partir de las localidades ya mencionadas, todavía no son suficientes para comunicar eficientemente a toda la entidad, el relieve accidentado se ha convertido en un gran obstáculo para completar una red en forma de malla bien estructurada. En el norte, Iguala es el nodo desde el cual se busca la conexión transversal hacia el este, vía Atenango del Río, pero sobre todo, hacia el oeste, vía Ciudad Altamirano, lugar del que se desprende una importante alternativa hacia el sur, para conectarse con la importante zona turística de Ixtapa-Zihuatanejo.

La Sierra Madre del Sur inhibe las comunicaciones en la parte central del estado en sentido transversal, sin embargo, desde Chilpancingo se desprende otro eje transversal vía Tixtla-Chilapa-Tlapa, mientras que, hacia el oeste destaca la conexión con el Parque Nacional de Guerrero, y de ahí se desprende otra alternativa de comunicación hacia la costa, vía Atoyac de Álvarez. Finalmente la carretera costera que va desde Petacalco en el extremo oeste, hasta Cuajinicuilapa en el extremo este, pasando por Ixtapa-Zihuatanejo, Acapulco, San Marco y Juchitán, forma el único eje transversal completo de la entidad.

El desarrollo turístico de Acapulco se utilizó para justificar en los años noventa, la construcción de la Autopista del Sol, cuyo trazo no modifica la estructura vial ya analizada para el Estado de Guerrero, y no la modifica por una sencilla razón, la autopista por sus propias características técnicas, esta diseñada para facilitar los recorridos de mediano y largo alcance, es decir, para poner en contacto a la oferta y demanda de servicios turísticos entre la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y Acapulco, no se diseñó para mejorar específicamente la articulación de Guerrero en su ámbito intraregional.

Finalmente, es importante señalar que de acuerdo a la información demográfica del censo de población del año 2000 y los datos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes del año 2001, el país contaba con una longitud total de 333 811 Km. de caminos (incluyendo pavimentadas, revestidas, terracerías y brechas) de los cuales, al Estado de Guerrero le correspondía sólo el 3.6% (12 451 Km.). Al dividir la longitud de los caminos entre la superficie resulta que: la densidad vial nacional era de 174 m de camino por cada km<sup>2</sup> de superficie, mientras que, la del Estado de Guerrero, era de 195 m por Km<sup>2</sup>. Si la división se hace considerando a las vialidades entre el número de habitantes, resulta que la densidad a nivel nacional es de 3.5 m por cada 1000 habitantes, mientras que, el índice de Guerrero es de 4 m.

Aunque la densidad vial de Guerrero supera a la nacional, tanto por longitud como por número de habitantes, es importante señalar que las autoridades en materia de transporte, consideran que dichos datos todavía son insuficientes para satisfacer adecuadamente las necesidades de comunicación y desplazamiento de personas y mercancías, tanto a nivel nacional como estatal.

La infraestructura aeroportuaria está integrada por dos aeropuertos internacionales, localizados en los principales centros turísticos: Acapulco y Zihuatanejo. Adicionalmente, operan en el estado 7 aeródromos ubicados en: Acapulco, Cd. Altamirano, Arcelia, Chilpancingo, Iguala, Taxco y Cuajinicuilapa. En la entidad también se tienen registrados

tres puertos marítimos: Acapulco, General Vicente Guerrero e Ixtapa - Zihuatanejo. Sin embargo, el aeropuerto y el puerto de Acapulco son los más importantes por el volumen de carga y el número de pasajeros que registran sus instalaciones.

### **Características técnicas y operativas de la infraestructura vial**

El análisis de la red vial en el ámbito regional, se sustenta en la medida en que es importante considerar las relaciones socioeconómicas que mantienen los municipios, que se localizan en el entorno inmediato del proyecto La parota y que pueden ser afectados por su construcción. Los municipios que se analizan en el ámbito regional son quince: Acapulco de Juárez, Ayutla de Los Libres, Copala, Coyuca de Benítez, Cuauhtpec, Chilapa de Álvarez, Chilpancingo de los Bravo, Florencio Villarreal, Juan R. Escudero, Mochitlán, Quechultenango, San Marcos, Tecoaapa, Tuxtla de Guerrero y Acatepec.

Para el análisis de los caminos en el ámbito regional se consideró la información del INEGI en formato digital a escala 1: 250 000, que nos indica lo siguiente: en la región se tiene una longitud total de 2 348.5 Km. de caminos, mismos que representan el 20% de la longitud estatal. De ese total, sólo 814 Km. (34.7%) corresponde a carreteras pavimentadas, 43.7% a terracerías y 21.6% a brechas (Ver Mapa SV I Anexo Cartográfico y cuadro SV I del Anexo Estadístico). Lo que significa que el transporte de personas y mercancías se realiza básicamente por carreteras de bajas especificaciones. Además, la densidad de vialidades por Km. cuadrado de superficie en la región es de 178 m de caminos por Km. cuadrado de superficie, cuando la media estatal es de 195. (Ver mapa SV II del Anexo Cartográfico y SV III del Anexo Estadístico).

Es importante señalar que la información digital del INEGI permitió identificar 465 Km. de veredas, que representarían casi el 20% de la red carretera, esta cifra indica la importancia que tienen las veredas para el acceso a las zonas de producción primaria en la región. Sin embargo, el 83% de las veredas se concentran en sólo seis municipios: Quechultenango (21.1%), Acatepec (17.2%), Chilapa (12.4%), Mochitlán (11.7%) y Chilpancingo y Ayutla, cada uno con el 10.4%. El otro 17% se distribuye entre los 9 municipios restantes. También se identificaron 74 Km. de calles que se concentraron básicamente en tres municipios de la región: Acapulco 52%, Chilpancingo 16.6% y Tixtla 10.5%, lo que en conjunto representa el 79.2%; el resto (20.2%) se distribuyó entre los otros 12 municipios de la región.

Al aplicar la metodología relativa al análisis de la cobertura territorial y demográfica de la red carretera (pavimentada) sin considerar la fricción del relieve, resulta que: el 38% del área considerada en el contexto regional (5000.4 km<sup>2</sup>) se localiza entre los 0 y 1 Km. de distancia a la red pavimentada, en esa superficie se ubica el 71.6% de las localidades donde habita el 94.1% de la población. Es cierto que el 62% del área regional se localiza a más de 1km de distancia de la red carretera, pero en esa superficie sólo se localiza el 28.4% de las localidades, donde habita menos del 6% de los habitantes (Ver SV VII del Anexo cartográfico).

La población en el ámbito regional se ha ido concentrando a lo largo de la infraestructura vial y, mediante el análisis de la cobertura territorial y demográfica de la red carretera, parecería que la región y sus habitantes no tienen problemas de acceso a la red vial del ámbito regional. Sin embargo, al dividir, la longitud de todos los tipos de caminos entre la

superficie municipal, es decir al aplicar el Índice de Densidad Vial, se puede apreciar otra perspectiva, los datos del Mapa Contexto Regional (Ver SV VII del Anexo cartográfico y), nos indican que:

En el ámbito regional se tienen de hecho tres zonas de acuerdo con los rangos de densidad obtenidos, la zona de baja densidad la integran 5 municipios (de 0.068 a 0.136 Km. por km<sup>2</sup>) lo que representa el 28.1% de la región analizada donde habita el 11.8% de la población. Otros cinco municipios registran densidad media (de 0.136 a 0.188 Km. por km<sup>2</sup>) y su superficie representa el 38% donde habita el 23% de la población. Finalmente se tiene una zona con alta densidad vial, (de 0.188 a 0.280 Km. por km<sup>2</sup>) en el 33.9% del ámbito regional donde habita el 65.1% de la población. Datos que contrastan con los obtenidos a través del análisis de cobertura.

Además, considerando que el Índice de Densidad tiene un sesgo en función del diferente tamaño de los municipios considerados, es conveniente utilizar una malla (de 5 por 5 km<sup>2</sup>) para poder tener una análisis de mayor precisión en el estudio de la densidad vial y de su cobertura tanto territorial como demográfica: Al aplicar esta malla a escala regional se advierte que (Anexo cartográfico, Mapas Contexto Regional SV V y SV VI).

En primer lugar, el 32.2% del ámbito regional no cuenta con ningún tipo de caminos y, si a esta cifra le agregamos el territorio que tiene muy baja densidad de caminos (0.001 a 0.176 Km. por km<sup>2</sup>) resulta que el 55.3% de la región tiene verdaderos problemas de comunicación por vías terrestres; superficie donde se localiza el 36.4% de las localidades y donde habita el 56.4% de la población.

El área que tiene densidad media (0.176 a 0.545 Km. por km<sup>2</sup>) representa el 41.3% del ámbito regional, superficie donde se localiza el 54.3% de las localidades y el 40.7% de los habitantes. Por último, sólo el 3.4% de la superficie del ámbito regional tiene alta densidad vial, y ahí se localiza el 9.4% de las localidades que concentra al 2.9% de la población. Esta es la situación más aproximada a la realidad regional en términos viales.

Respecto a las interacciones socioeconómicas, los aforos que realiza la Secretaría de Comunicaciones y Transportes sobre las carreteras federales (que en la región de estudio apenas representan el 12% de la red considerada), permiten tener una idea general sobre todo de los principales corredores de transporte. Las principales interacciones socioeconómicas del ámbito regional se realizan sobre dos ejes troncales, el principal que va de Chilpancingo a Acapulco y un eje secundario o costero. El eje principal tiene dos rutas, la Autopista del Sol, que desde la ciudad de México registra un TDPA de 3 229 vehículos, de los cuales el 80% esta representado por automóviles y otro 14% por autobuses que responden básicamente a la oferta turística de Acapulco. Los camiones de carga en este eje apenas representan el 6% del tráfico restante. (Ver Anexo cartográfico, Mapa SV III).

En cambio, la carretera federal (libre) que va de Chilpancingo a Acapulco, por ser la que articula a la costa con el interior del estado, registra un TDPA de 10 056 vehículos, de los cuales, los automóviles sólo representan 69%, los autobuses 9% y los camiones de carga un significativo 22%. En el mapa 5 se advierte que este eje esta integrado por seis tramos, con un tránsito vehicular muy diferente: de Chilpancingo a Tierra Caliente se registra una intensidad media de 4 011 a 7 515 vehículos como promedio diario anual; mientras que de Tierra Caliente a Acapulco se intensifica notablemente la circulación,

sobre todo en las cercanías del puerto (pasando la localidad conocida como Km. 30) donde se alcanza la mayor frecuencia de vehículos (de 12 786 a 27 150).

También es importante señalar que, aunque la autopista pasa relativamente cerca de la zona del embalse considerada para el proyecto La parota, este tipo de vialidad (autopista) por sus mismas características técnicas (de acceso controlado y de peaje) no esta destinada a la comunicación intra-regional, sino interregional, por lo tanto no tiene efectos directos sobre la zona de estudio, en términos de las interacciones socioeconómicas a escala regional. Y, la carretera libre que si podría ser de importancia para dichas relaciones, pasa relativamente lejos de las comunidades que se localizan en las cercanías del embalse, en consecuencia, puede afirmarse que estas vialidades interfieren relativamente poco con la zona estudiada en el ámbito regional. Incluso el eje costero como puede advertirse en el Mapa 5, a pesar de que tiene un TDPA relativamente intenso (de 4011 a 7 115 vehículos en promedio diario anual) desde Coyuca de Benítez hasta la intersección que se dirige a San Marcos (y un tramo de mayor intensidad hacia la zona turística conocida como Acapulco Diamante) se encuentra relativamente alejada de la zona de embalse.

A manera de conclusión puede afirmarse que la estructura de la red vial del estado de Guerrero, satisface relativamente la comunicación interregional, mientras que resulta deficiente para las comunicaciones al interior de cada región. En el caso concreto del ámbito microregional puede advertirse que el territorio se articula a partir de un eje longitudinal (Tierra Colorada-Acapulco y otro costero que comunica básicamente a los desarrollos turísticos a partir de Acapulco) la densidad vial es todavía deficiente, por lo que existen zonas que tienen graves problemas de accesibilidad y los nodos a partir de los cuales se articula el ámbito microregional son: Tierra Colorada por el norte, Acapulco en el sur y en su parte este San Marcos formando un triángulo que tiene en su interior al área que formaría el embalse de la presa.

### **Estructura sociodemográfica**

#### **Población regional**

La población regional registrada para el año 2000 (INEGI, 2001) es de 1 405 243 habitantes y representa el 45.6% del total estatal con una densidad de población de 107.8 habitantes/km<sup>2</sup> es decir 2.3 veces mayor que la registrada a nivel estatal (48.3 habitantes/km<sup>2</sup>). La tasas de crecimiento de la población registradas en los últimos decenios (1970 a 2000) son superiores a las registradas para el estado de Guerrero ya que han variado de 4.1% en 1970 a 2.3% en 2000.

**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos**

Cuadro ES 1. Densidad, tasas de crecimiento y población total en la región, 1970-2000.

Regiones estatales		Escala de análisis		Densidad de población (hab/km <sup>2</sup> )		Tasa de crecimiento 1970-1990-2000		POBLACIÓN TOTAL							
		No municipal	Clave municipal	Nombre del municipio	1970	1990	2000	1970-1990	1990-2000	1970	%	1990	%	2000	%
Acapulco	1	12001	Acapulco	126.8	315.1	383.8	4.7	2.0	238 713	42.4	593 212	52.8	722 499	51.4	
Costa Chica	2	12012	Ayutla	32.7	54.4	75.3	2.6	3.3	24 050	4.3	40 002	3.6	55 350	3.9	
Costa Chica	3	12018	Copala	25.1	33.1	37.9	1.4	1.4	8 647	1.5	11 409	1.0	13 060	0.9	
Costa Grande	4	12021	Coyuca de Benítez	24.2	37.9	43.1	2.3	1.3	38 747	6.9	60 761	5.4	69 059	4.9	
Costa Chica	5	12025	Cuautepec	25.3	29.1	36.6	0.7	2.3	10 468	1.9	12 053	1.1	15 156	1.1	
Centro	6	12028	Chilapa de Álvarez	99.4	153.8	184.7	2.2	1.9	55 352	9.8	85 621	7.6	102 853	7.3	
Centro	7	12029	Chilpancingo	25.3	58.2	82.5	4.3	3.5	59 087	10.5	136 164	12.1	192 947	13.7	
Costa Chica	8	12030	Florencio Villarreal	28.4	43.5	51.1	2.2	1.6	10 575	1.9	16 210	1.4	19 061	1.4	
Centro	9	12039	Juan R. Escudero	19.4	29.4	33.7	2.1	1.4	12 637	2.2	19 167	1.7	21 994	1.6	
Centro	10	12044	Mochitlán	14.1	16.7	17.5	0.9	0.5	8 137	1.4	9 642	0.9	10 133	0.7	
Centro	11	12051	Quechultenango	20.9	31.1	35.0	2.0	1.2	19 407	3.4	28 870	2.6	32 541	2.3	
Costa Chica	12	12053	San Marcos	34.4	47.3	50.8	1.6	0.7	33 078	5.9	45 433	4.0	48 782	3.5	
Costa Chica	13	12056	Tecoanapa	31.5	45.6	55.5	1.9	2.0	24 454	4.3	35 417	3.2	43 128	3.1	
Centro	14	12061	Tixtla de Guerrero	68.6	99.8	115.9	1.9	1.5	19 883	3.5	28 943	2.6	33 620	2.4	
La Montaña	15	12076	Acatepec	0.0	0.0	41.8	Sd	0.0	Sd	Sd	Sd	Sd	25 060	1.8	
<b>Microregión</b>															
Acapulco	I			126.8	315.1	383.8	4.7	2.0	238 713	42.4	593 212	52.8	722 499	51.4	
La Montaña	II			0.0	0.0	41.8	Sd	Sd	Sd	Sd	Sd	Sd	25 060	1.8	
Costa Chica	III			30.9	44.5	54.0	1.8	1.9	111 272	19.8	160 524	14.3	194 537	13.8	
Costa Grande	IV			24.2	37.9	43.1	2.3	1.3	38 747	6.9	60 761	5.4	69 059	4.9	
Centro	V			32.6	57.7	73.7	2.9	2.5	174 503	31.0	308 407	27.5	394 088	28.0	

Nota: No se incluyen los datos del Censo de Población de 1980, por no ser confiable la fuente.

Fuentes: Secretaría de Industria y Comercio, Dirección General de Estadística. (1972). IX Censo General de Población, 1970. Estados Unidos Mexicanos. Resumen General. México. INEGI (1992). XI Censo General de Población y Vivienda, 1990. Resumen General. México. INEGI (2001). XII Censo General de Población y Vivienda, 2000. Estado de Guerrero. Aguascalientes. INEGI. <http://www.inegi.gob.mx>

### **Distribución regional de la población**

Dentro de las regiones consideradas en el Plan de Desarrollo del Estado<sup>6</sup> la zona del proyecto comparte espacios territoriales con cinco de las regiones que conforman el estado de Guerrero. (Ver Mapa DA 1 anexo cartográfico).

En la región Acapulco se localiza el municipio del mismo nombre con una extensión de 1 882.6 km<sup>2</sup>, que representa el 14.4% con respecto a la región de estudio y sólo el 3% con respecto a la superficie estatal; y una densidad media que ha ido en aumento ya que se registraron 126.8 habitantes/km<sup>2</sup> en 1970 y 383.8 habitantes/km<sup>2</sup> en 2000. La tasa de crecimiento en la última década es de 2.0%, superior a la registrada a nivel estatal (1.6%), pero inferior con respecto a la región de estudio (2.3%).

En la región de La Montaña se localiza sólo el municipio de Acatepec, que se crea en la última década, con una superficie de 599.2 km<sup>2</sup> que representa el 4.6% de la región de estudio y únicamente el 0.9% de la superficie estatal. Para el año 2000 reporta 25 060 habitantes los cuales representan el 1.8% de la región de estudio y una densidad media de 41.8 habitantes/km<sup>2</sup>.

El 40% de los municipios, se localizan en la región Costa Chica con una superficie de 3 604 km<sup>2</sup> que representa el 20.3% de la superficie de la región de estudio y el 5.7% con respecto a la estatal. La población para 1970 fue de 111 272 personas que representaron el 19.8% de la población de la región de estudio y para 2000 se registraron de 194 537 personas que significaron el 13.8%. La densidad ha variado de 30.9 habitantes/km<sup>2</sup> en 1970 a 54 habitantes/ km<sup>2</sup> en 2000, cifras siempre superiores al promedio de la región de estudio; asimismo las tasas de crecimiento medio anual han disminuido de 2.3% en el periodo 1970-1980 y de 1.9% en el correspondiente a 1990-2000.

En la Región Costa Grande el municipio Coyuca de Benítez representa el 12.3% de la región de estudio y el 2.5% del estado, su población en 2000 es de 69 059 personas que representan el 4.9% de la región. Su densidad ha variado de 24.2 en 1970 a 43.1 habitantes/km<sup>2</sup> en 2000; registra una tasa de crecimiento de 2.1% para el periodo de 1970-1980 y de 1.3% en el de 1990-2000.

Los municipios de la Región Centro, registran una superficie de 5 345.0 km<sup>2</sup> que representa el 30.9% de la región de estudio y el 41.0% con respecto a la estatal. Su población como en las otras regiones ha ido en aumento, en 1970 registró 174 503 habitantes que representaron el 31% de la región de estudio y de 394 088 personas en 2000 con sólo el 28%. La densidad media también ha ido en aumento con 32.6 habitantes/km<sup>2</sup> en 1970 ha 73.7 habitantes/km<sup>2</sup> en 2000. En contraste con la tasa de crecimiento ha ido en disminución de 3.5% en 1970, a 2.5% en 2000. En conjunto la región de estudio ha registrado aumentos de población en números absolutos al pasar de 563 235 habitantes en 1970 a 1 405 243 en 2000 lo que ha significado para la región un incremento de población en este periodo del 150%. Sin embargo, los ritmos de crecimiento han disminuido al registrar una tasa de crecimiento de 4.1% entre 1970-1980 y 2.3% para el periodo 1990-2000.

---

<sup>6</sup> Plan Estatal de Desarrollo 1999-2005. Estado de Guerrero. [<http://www.guerrero.gob.mx/>]



Las regiones Costa Chica y Centro son las que en conjunto registran el 80% de los municipios y su comportamiento demográfico por lo tanto influye de manera significativa en la región de estudio.

### **Estructura de la población por edad y sexo**

En los últimos treinta años, en México, han surgido una serie de cambios esenciales que han traído como consecuencia el paso de una sociedad eminentemente rural a una predominancia de población que reside en las ciudades. Asociado a esto, podemos observar que nuestro país atraviesa una acelerada transición demográfica cuyo resultado se refleja en la desaceleración del ritmo de crecimiento de la población.

Como resultado, ha habido un reajuste en los grupos de edades en los cuales la población va a estar clasificada. Estos cambios han tenido lugar gracias a una serie de factores como son: la disminución de la mortalidad, la reducción de la fecundidad, el aumento de la esperanza de vida y a la creciente migración, entre otros. La región de estudio no escapa a esta dinámica, ya que se advierten cambios sustanciales en la estructura etárea de la población.

### **Estructura de la población por grandes grupos de edad**

En este apartado se considera el grupo de niños y adolescentes, que está constituido por la población de 0-14 años. Este grupo en su mayoría no es reproductivo y cada vez más participativo en las actividades productivas.

El grupo de adultos, de 15 a 64 años, puede considerarse como el más dinámico, reproductivo y productivo. El grupo de 65 años y más, es decir el de ancianos, ha comenzado a llamar la atención de la política demográfica que enfrentará el envejecimiento de la población.

En el estado de Guerrero existe una población de 3 038 005 personas en el año 2000, (cifra inferior a la población registrada por no contar aquí los no especificados). En cuanto a la estructura de la población, existen 1 470 613 hombres y 1 567 392 mujeres, que en índice porcentual representan el 48.4 % y el 51.6 %, respectivamente. Del conjunto de habitantes, el 39.4 % son personas que tienen menos de 15 años de edad es decir representa el grupo de jóvenes; el 55.4 % es población de 15 a 64 años que corresponde al grupo de adultos y 5.2 % son los mayores de 65 años.

La población estatal presenta un crecimiento que pasa de 1 597 360 habitantes en 1970 a 3 079 649 en 2000. Sin embargo, en su estructura etárea en grandes grupos de edad se advierten cambios en el período 1970-2000. En el grupo de 0 a 14 años se presenta una disminución de 48 % a 39.4 %; un creciente aumento del grupo de 15 a 64 años, cuyas variaciones son de 48.4 % a 55.4 %, y de un ascenso significativo de los adultos mayores de 3.6 % a 5.2 %. Estos cambios en la estructura de la población se deben en gran medida, a la influencia de los movimientos migratorios que se dan hacia la región, hacia el interior del estado, o bien interestatales o internacionales. (Cuadro ES 2).

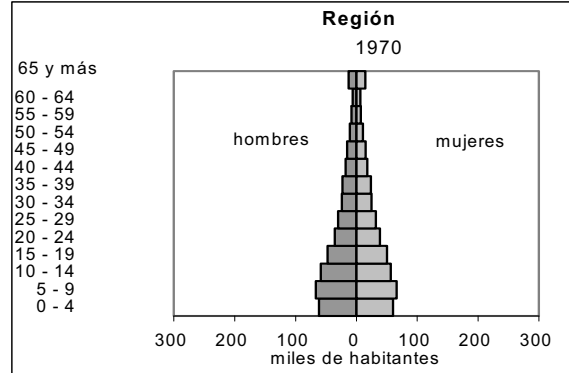
Cuadro ES 2. Estructura de la población, 1970-2000.

Municipios	Grupos de edad								
	0-14 años			15-64 años			65 años y más		
	1970	1990	2000	1970	1990	2000	1970	1990	2000
Acapulco de Juárez	46.0	37.9	33.2	51.7	59.1	62.5	2.3	3.0	4.3
Ayutla de Los Libres	48.6	48.4	47.2	48.1	48.4	49.2	3.3	3.2	3.6
Copala	53.6	48.4	42.8	43.4	47.5	50.8	3.0	4.1	6.4
Coyuca de Benítez	48.3	43.0	38.9	47.9	52.8	55.4	3.9	4.3	5.7
Cuatepec	53.5	50.0	44.1	43.8	46.1	50.5	2.7	3.8	5.4
Chilapa de Álvarez	43.9	44.8	43.6	51.5	50.7	51.2	4.6	4.5	5.2
Chilpancingo de los Bravo	46.9	40.3	35.8	49.5	56.5	60.5	3.5	3.2	3.7
Florencio Villarreal	51.2	48.0	44.5	45.8	48.3	50.0	3.0	3.6	5.5
Juan R. Escudero	48.9	43.7	40.4	47.3	51.9	54.1	3.7	4.4	5.5
Mochitlán	45.8	43.0	39.9	48.8	51.2	52.9	5.4	5.9	7.2
Quechultenango	47.6	47.5	45.9	48.4	47.7	48.7	3.9	4.7	5.4
San Marcos	51.3	46.5	42.5	45.3	49.4	51.8	3.4	4.1	5.7
Tecoanapa	49.9	47.4	44.5	46.4	49.0	50.8	3.7	3.6	4.7
Tixtla de Guerrero	43.0	40.3	37.6	51.6	54.4	56.2	5.4	5.2	6.2
Acatepec	0.0	0.0	51.2	0.0	0.0	46.4	0.0	0.0	2.4
Región	47.0	40.8	37.1	49.8	55.7	58.4	3.2	3.4	4.5

Fuente: Censos de Población, 1970, 1990 y 2000.

La región también presenta variaciones significativas, en 1970, la proporción de la población joven fue de 47 % (264 796 personas), los adultos, registraron el 49.8 % (280 360) y el de adultos mayores sólo fue de 3.2 % (18 079). En el año 2000 la tendencia de disminución se manifiesta en proporciones de 37.1 % (512 248) para los jóvenes; en un aumento significativo para el grupo de adultos ya que registró 58.4 % (806 007) y el grupo de adultos mayores también presentó un ascenso importante con un valor de 4.5 % (61 915). En 1970 a nivel municipal el grupo de jóvenes con las proporciones más altas se registró en Coatepec con 53.5 (5 599) y Copala 53.6 (4 636); y los valores porcentuales más bajos se situaron en Tixtla de Guerrero con 43.0 (8 547), Chilapa de Álvarez con 43.9 (24 307) y Mochitlán con 45.8 (3 728). Valores todos superiores al promedio de ese año para la región.

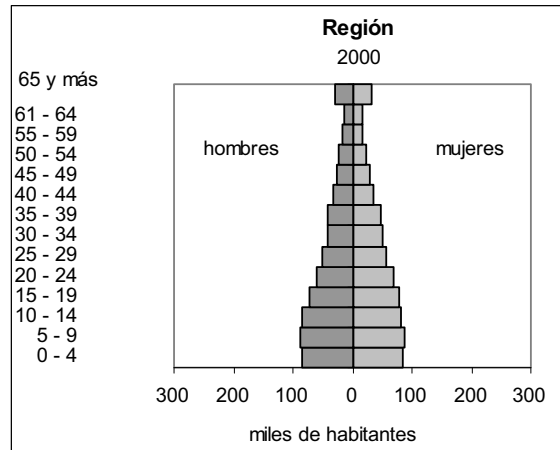
Gráfica ES 1. Estructura de la población, 1970



Para el año 2000, los cambios más significativos en el grupo de jóvenes con proporciones superiores al promedio de la región se dieron en el 80 % de los municipios. Los valores más altos los registraron Acatepec 51.2 % (12 772 personas), Ayutla de Los Libres, 47.2(25 959) % y Quechultenango 45.7 % (14 783); el grupo de adultos fue superior al promedio regional en Acapulco de Juárez que registró 62.5 % (439 119) y Chilpancingo de los Bravo con 60.5 (116 021) % y finalmente el grupo de adultos mayores el 73 % de los municipios presentaron cifras superiores al promedio regional, destacándose, Mochitlán con 7.2 % (720), Copala 6.4 % (825) y Tixtla de Guerrero con 6.2 % (2 056).

En el período considerado de 1970 a 2000, se advierte una reducción de la población en las bases de las pirámides ya sea en el ámbito estatal, regional y microregional, así como un aumento de los grupos de mayores de 65 años; los cambios más significativos son influenciados en las dos últimas por el comportamiento del municipio de Acapulco. Además de señalar que esta reducción en la base de la pirámide se debe principalmente a la reducción de las tasas de natalidad, a la disminución de las enfermedades infantiles y al control de la natalidad por programas de planificación familiar, como se advierte en las pirámides de edad para los períodos (Gráfica ES 2).

Gráfica ES 2. Estructura de la población, 2000



### Migración

El fenómeno migratorio exhibe el proceso de distribución y redistribución de la población y los patrones espaciales que se relacionan con este fenómeno y su evolución. Para el caso de México, cabe destacar la experiencia realizada en el Instituto de Geografía de la UNAM a través del *Nuevo Atlas de Migración Interna en México* (1990) que ha revelado con el enfoque multiescalar y la visualización en los mapas, las magnitudes de las corrientes migratorias y la evolución de sus volúmenes (1900-1990).

Para considerar la dinámica del fenómeno específico de los flujos migratorios, se han seleccionado los datos de los años 1970 y 2000, considerando este periodo como de estudio. La migración se analiza a partir de cuatro rasgos que constituyen la metodología de análisis propia de la geografía de la migración. Por una parte, se han seleccionado a las entidades del país que contribuyeron a la inmigración hacia la región de estudio, considerando sólo aquellas con más del 2% de inmigrantes. Un segundo aspecto, se basa en la tasa de inmigración que reporta la proporción de migrantes por cada mil habitantes para cada periodo. El tercero, a través de la valoración de la dinámica migratoria a través de la información de las tasas de crecimiento en el periodo 1970-2000 para las localidades del área de inundación y, finalmente, los datos recabados a partir de la Encuesta a los hogares ubicados en la zona de embalse del proyecto hidroeléctrico La Parota, Guerrero. (Resultados por comunidad, 10 de julio de 2003).

En cuanto a Guerrero, es una entidad que se caracteriza por una migración neta de expulsión, deducción inferida de las tasas de crecimiento del periodo analizado.

Éstas tienden a decrecer de 2.5 % en el lapso 1970-1990 a 1.6 % en 1990-2000. Éste último valor menor a la tasa de crecimiento nacional, que es de 1.8 %. Las zonas rurales han sido principales emisoras de población indígena hacia destinos de alta demanda de mano de obra especializada en labores agrícolas, donde el trabajador rural se convierte en jornalero de ciclos agrícolas con variada inestabilidad laboral.

Los flujos migratorios se dirigen hacia algunos destinos del noroeste del país, es decir desde Nayarit hasta Sinaloa y Sonora. En estas grandes regiones, han sido requeridos para el trabajo del cultivo del mango, en el primer caso, y de la siembra y cosecha de hortalizas, en el segundo, producción destinada al mercado externo.

La mayor parte de los inmigrantes son jóvenes o adolescentes entre 15 y 24 años, principalmente del sexo femenino, con algún año de educación primaria y que constituyen una mano de obra barata de poca flexibilidad por su especialización en una sola actividad. Un ejemplo de las zonas receptoras y, en general de estos procesos, es el Valle de Culiacán, en Sinaloa. Esta área de 70 mil hectáreas, ocupa entre 200 y 300 mil jornaleros provenientes principalmente de la montaña de Guerrero y otras partes de Oaxaca, durante cuatro a seis meses al año, en condiciones transitorias de empleo.

Sin embargo, como se aprecia en el Cuadro ES 2, la mayor proporción de la población inmigrante proviene de las entidades colindantes y no colindantes que en orden de importancia son el Distrito Federal, el Estado de México, Oaxaca y en menor cuantía de Puebla, Jalisco y Veracruz. Es decir que las entidades colindantes territorialmente son las que proporcionan los mayores flujos migratorios a la entidad.

Por otra parte, hay que señalar que de 1970 a 2000, estas corrientes han tenido variaciones tanto en números absolutos y porcentuales. En 1970, el volumen de inmigrantes fue de 24 917 personas y para 2000 este fue de 70 655 personas que representó un incremento de 183.6 %. Durante todo el periodo, las entidades que han aportado el mayor flujo migratorio son el Distrito Federal y el estado de Oaxaca, en este orden. En segundo lugar, los estados de México y Michoacán. El flujo migratorio del la capital mexicana se mantiene como primer lugar con un incremento del 337.2 %, mientras que Oaxaca 205.6 % de incremento, ambos superiores al de la región (183.6 %). Cabe destacar que a pesar de que el Estado de México y Michoacán que han aportado volúmenes importantes de población sus incrementos son diferenciales; el primero, es de sólo 39.3 % mientras que Michoacán registra 102.5 %. Siguen en importancia, con esta tendencia, las entidades de Puebla y Veracruz. Esta última, registra un incremento del 285.5, superior al de Oaxaca en el mismo lapso.

**Cuadro ES 2. Entidades federativas con mayor flujo de inmigrantes hacia la región, 1970-2000. (porcentajes)**

Escala de análisis	1970			2000		
	Distrito Federal, Edo. de México, Oaxaca Michoacán,	Jalisco, Morelos, Puebla, Veracruz	Otras	Distrito Federal, Edo. de México, Oaxaca Michoacán	Jalisco, Morelos, Puebla, Veracruz	Otras
Región	59.5	19.6	20.9	62.8	19.6	17.6

Fuente: Censos de población 1970-2000

Respecto a la tasa de inmigración del periodo 1970 a 2000, en la región se observa un ascenso al pasar de 56 a 61 ‰, con los municipios de Acapulco, Chilpancingo y Tixtla con las tasas más altas para 1970, mientras que para el 2000 aumentó el número de

municipios con tasas superiores al 20 ‰, entre los que figuran, nuevamente el municipio de Acapulco, con 93 ‰, Chilpancingo con 61.4 ‰, Juan R. Escudero, 25.1 ‰ Tixtla 23.3 ‰ y se agregan dos municipios: el de Copala y el de Coyuca de Benítez con 23.4 ‰ y 24.1 ‰ respectivamente. (Ver Cuadro ES 3 y mapas ES1 y ES2).

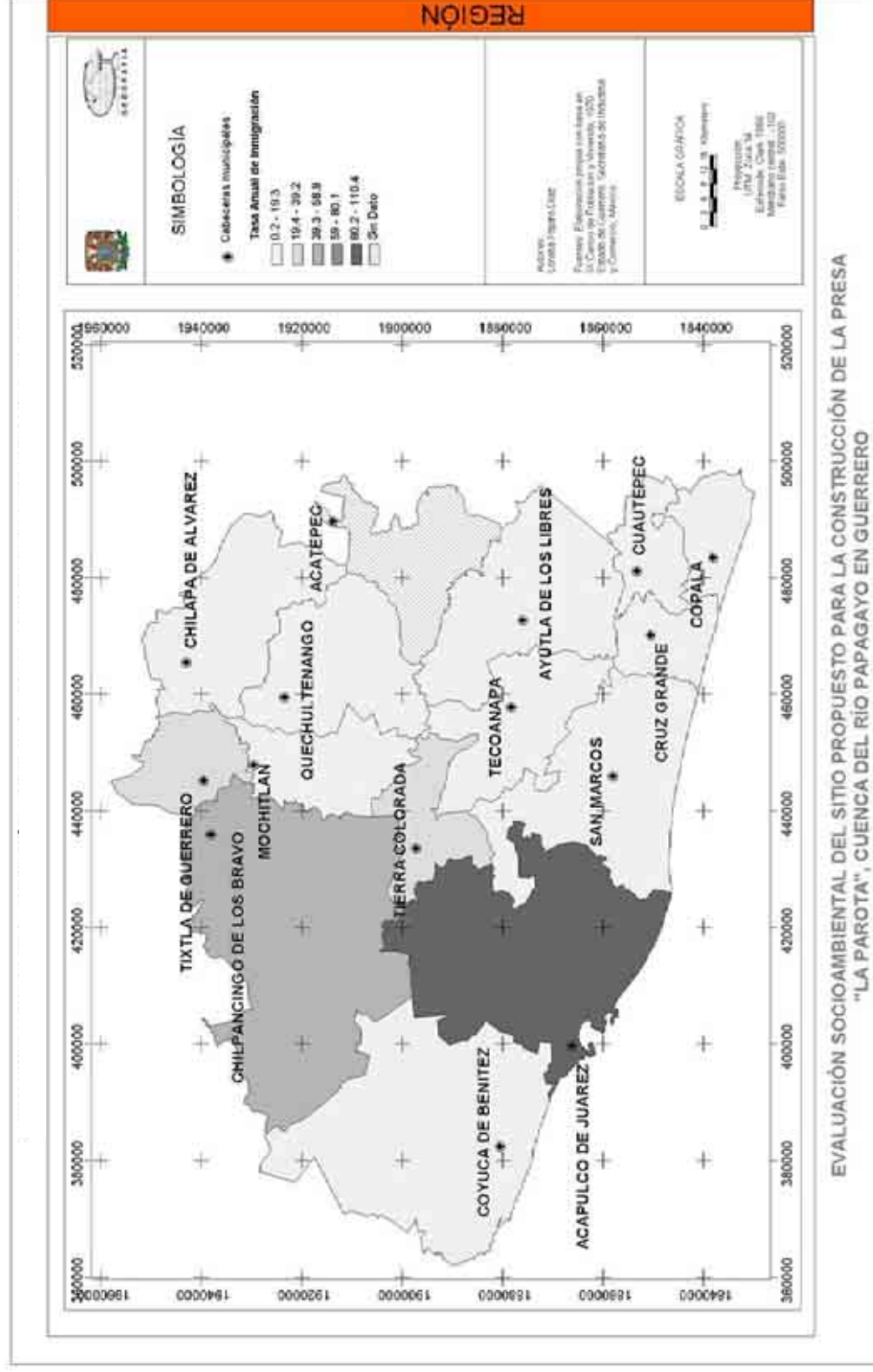
Cuadro ES 3. Tasa Anual de Inmigración, 1970 y 2000

Escala de análisis	Periodos	
	1970	2000
Región	55.9	61.0

Fuente: Censos de población. Estado de Guerrero, 1970-2000

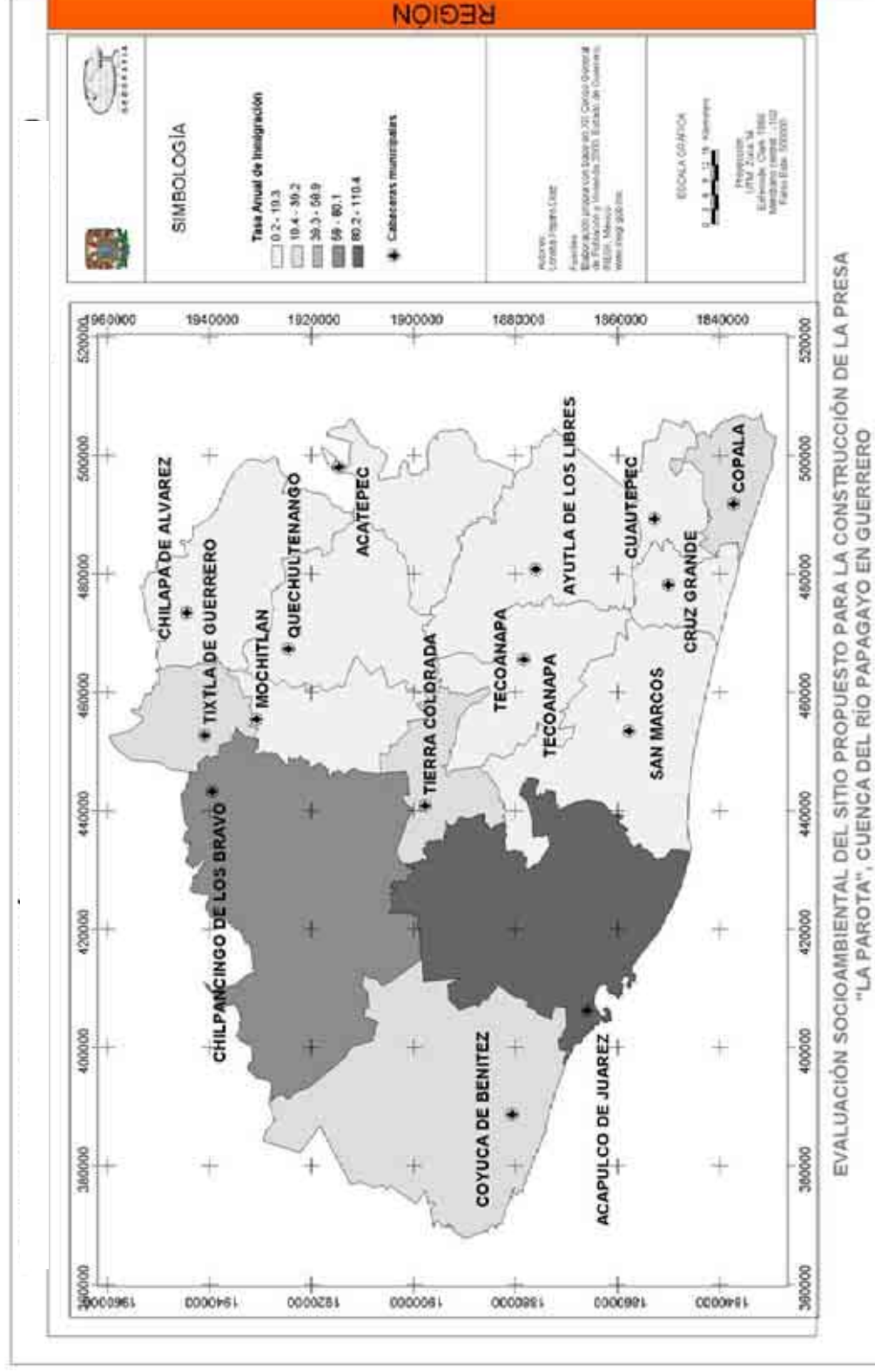
**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos**

Mapa ES 1. Tasa anual de inmigración regional, 1970



**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos**

Mapa ES 2 Tasa anual de inmigración regional 2000





### **Grupos étnicos**

La Geografía considera las dimensiones sociales y espaciales de las lenguas. Bajo esta consideración, el territorio es el elemento esencial donde se trazan las fronteras y la distribución de las lenguas. Estas se manifiestan en una diversidad espacial, espacio que le es propio y es modificado a través del tiempo de acuerdo con el desarrollo social, económico y técnico. El enfoque geográfico de las lenguas, además, revela las áreas de concentración o bien de discontinuidad y dispersión; migración y regresión, parcelaciones e islotes. A su vez, se pueden identificar las lenguas de implantación ancestral, las que son residuales ó están en vías de desaparición. Atención especial se dirige a la propia identificación lingüística tanto cuantitativa como cualitativa (Gómez Escobar, et al. 1990).

En México y a escala nacional, la población hablante de lenguas indígenas (PHLI) es minoritaria con respecto a la población total del país. Los registros disponibles indican menos de 10 % en los últimos cincuenta años. Sin embargo, para 1990, en algunas de las entidades y municipios del centro, este, sur y sureste del territorio nacional representa porcentajes significativos en relación con la población, como sucede en las entidades de Yucatán (44.4 %), Oaxaca (39.1 %), Quintana Roo (32.2 %), Chiapas (26.4 %), Hidalgo (19.5 %), Campeche (19.0 %), Puebla (14.1 %) y Guerrero (13.1 %). En contraste, en las entidades de Baja California, Coahuila y Guanajuato, donde la lengua que se habla está en vía de desaparición o bien ha sido reducida, el número de hablantes apenas llega al 1.0 %. Para el año 2000, la situación presenta algunos cambios. Las proporciones en cada entidad han disminuido y el lugar de las entidades en cuanto a la proporción de hablantes denota algunas variaciones en el orden anterior. Yucatán (37.3 %), Oaxaca 37.1 %, mientras que Chiapas pasa al tercer lugar (24.6 %), Quintana Roo (23.0 %), Hidalgo (17.2 %); Campeche (15.5 %); Guerrero (13.9 %) y Puebla (13 %).

Para el caso del estado de Guerrero y sus municipios, el análisis de la distribución espacial de las lenguas indígenas y sus hablantes se basa en la información de INEGI, 2000. En el siguiente nivel de análisis geográfico, el local, es básico contar con la información procedente de la aplicación de una encuesta de campo. Esta vez, se ha empleado la coordinada por Fernando Pliego del Instituto de Investigaciones Sociales de la UNAM en las localidades del área del embalse (Pliego, 2003) .

Los datos obtenidos se han visualizado por medio del cartograma, una metodología cartográfica que permite analizar la distribución de la población hablante de lenguas indígenas, en el cual se hace referencia a la proporción de ésta población en relación con la de cinco años y más, con la ventaja que brinda el cambio de escalas en el análisis. Por otra parte, es significativo señalar la diversidad lingüística que caracteriza la región de estudio (15 municipios) y señalar la predominancia de algunas de las lenguas que son numéricamente significativas y que en algunos casos marcan la presencia de lenguas de origen ancestral y en otras se hace referencia aquí a aquellas que por la dinámica migratoria se encuentran compartiendo espacios territoriales.

Esta diversidad lingüística se agrupa en los distintos troncos a los que pertenecen estas lenguas, para los requerimientos de este apartado del informe, con base en la clasificación de Lastra, 1988. También se hace distingue la condición de habla española, a través de la diferenciación del bilingüismo o monolingüismo, es decir que además de hablar alguna lengua indígena lo hacen también en español o sólo en lengua indígena

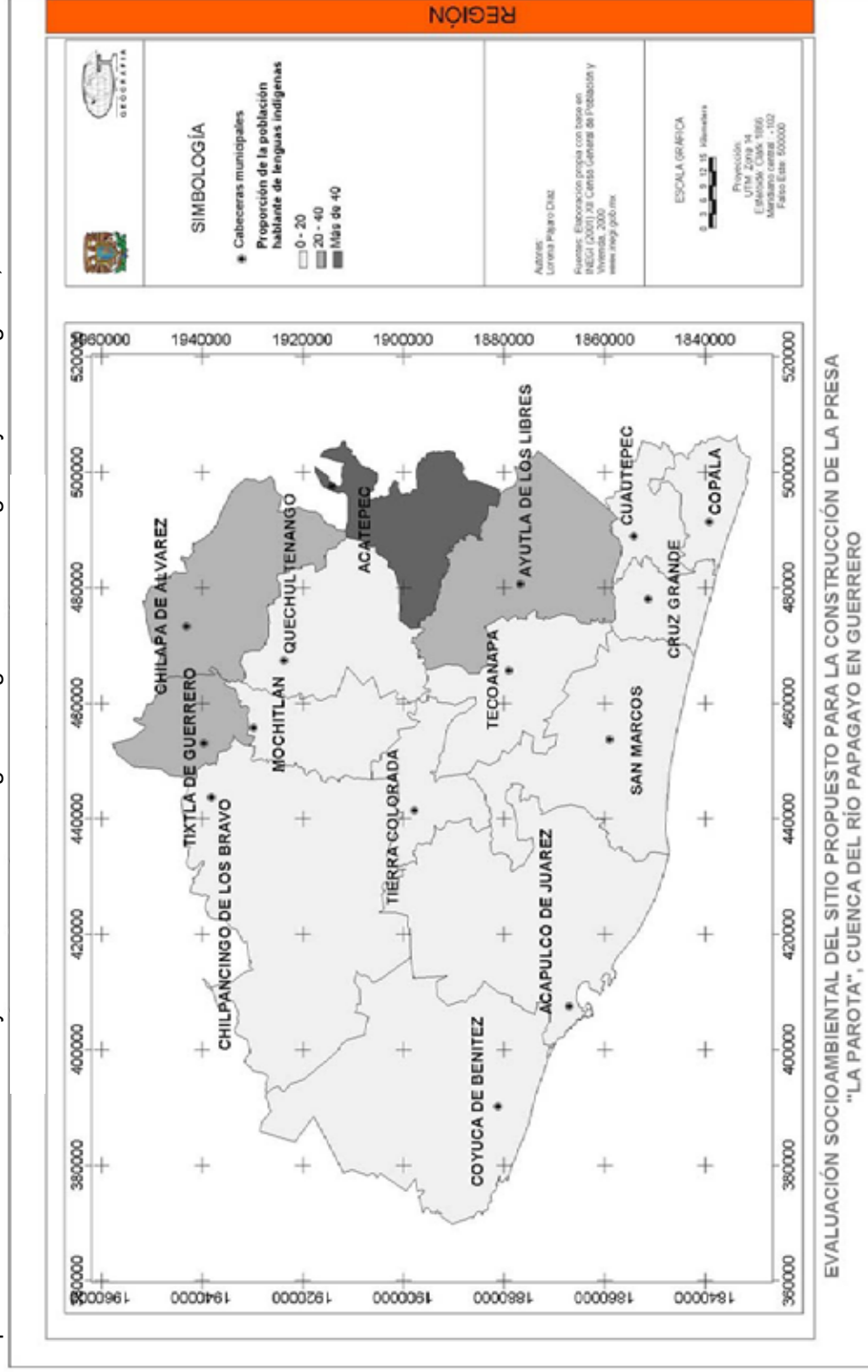
### **Distribución de la población hablante lenguas indígenas**

En el estado de Guerrero, en el año 2000 se localiza el 6.1 % de la población hablante de lenguas indígenas del país. Esto revela una población de 367 110 hablantes, de los cuales el 48.3 % son hombres, cuya población asciende a 177 337 personas. Del total de hablantes, el 63.7 % son bilingües, con el 34 % son hombres y el 29.7 % de mujeres. En la entidad la diversidad lingüística está representada por 44 lenguas que pertenecen a distintos troncos lingüísticos. Las lenguas de origen ancestral en el estado son básicamente cuatro: el náhuatl, el mixteco, el tlapaneco y el amuzgo. En conjunto, estas lenguas actualmente registran los valores más significativos, pues representan el 99.4 %. La primera, pertenece al tronco yutoazteca, con 136 681 hablantes y las otras tres al tronco otomangue con 103 147, 90 443 y 34 601 hablantes, respectivamente.

La región de estudio, de quince municipios, concentra el 7.8 % de la población hablante de lenguas indígenas en relación con la población de 5 años y más. A partir del procesamiento de la información y sobre esta proporción en los municipios de la región de estudio, se ha conseguido destacar tres áreas. La primera se conforma con once de los municipios de la región de estudio, que registran proporciones menores al 5 %. En orden de importancia, de menor a mayor, son: Juan R. Escudero, San Marcos, Florencio Villarreal, Coyuca de Benítez, Mochitlán, Tecoaapa, Cuauhtepic, Acapulco, Copala, Chilpancingo de los Bravo y Quechultenango. La segunda área, se integra por los municipios de Tixtla de Guerrero, Ayutla de los libres y Chilapa de Álvarez con proporciones entre 20.5 y 40.1 % y, por último, el municipio de Acatepec donde la proporción es de 99 %. Estas dos últimas áreas se sitúan en la parte oriental de la región.

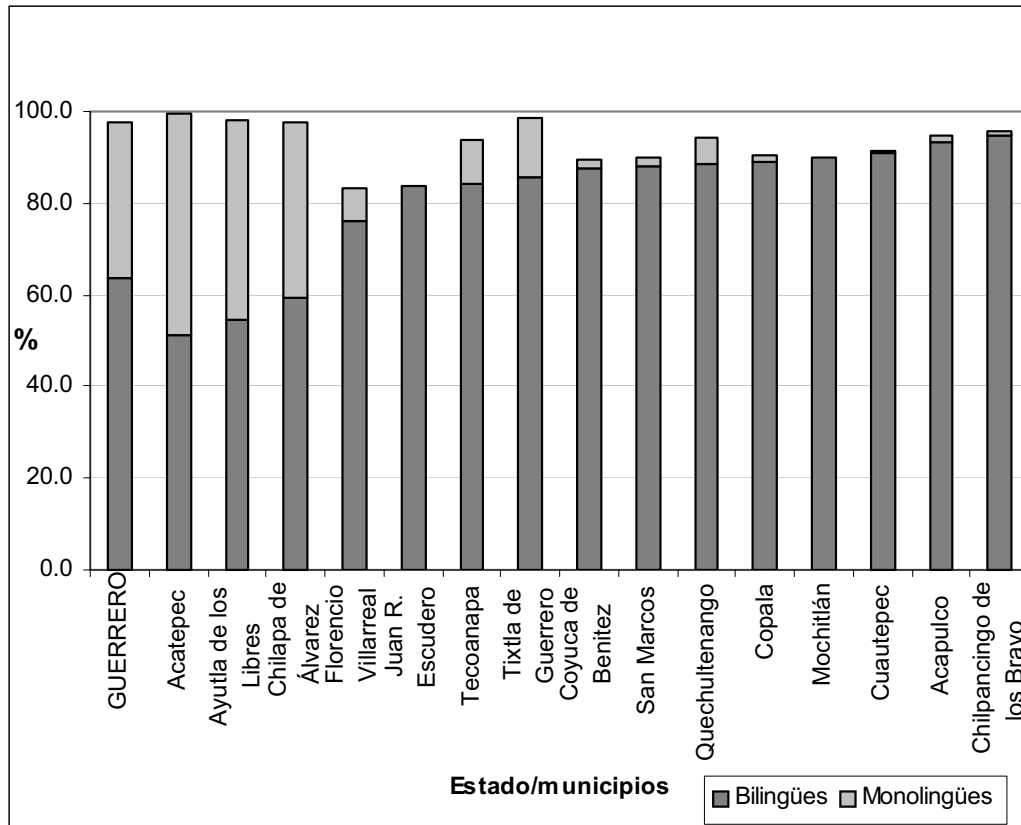
**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos**

Mapa LI 1. Población de 5 años y más hablante de lenguas indígenas a nivel regional y microregional, 2000



Con respecto a su condición de bilingüismo (Gráfica LI 1) es importante señalar que en los municipios de Acatepec, Ayutla de los Libres y Chilapa de Álvarez los valores de este parámetro fluctúan entre el 51.2 y el 59.4 %. En el resto de los municipios las cifras son superiores al 76 % siendo los municipios de Cuauhtepec, Acapulco y Chilpancingo de los Bravo donde más del 90 % de la población es bilingüe.

Gráfica LI 1. Población Bilingüe y Monolingüe, Proyecto La Parota, Guerrero 2000.



En los municipios del área de inundación, la proporción es de apenas 1.5 %. Los municipios de Juan R. Escudero y San Marcos registran 0.6 %, Tecoanapa 1.3 % y Acapulco 1.6 % es decir ligeramente superior al promedio del área.

La diversidad lingüística se puede sintetizar en el predominio de las lenguas más importantes en la entidad, pero que territorialmente se distribuyen en los diversos municipios de la región y cuyos valores son los que marcan la supremacía. Los hablantes de náhuatl con 45 813 hablantes, que se localizan principalmente en el centro norte de la

región; los de tlapaneco con 28 036 habitantes y cuya área ancestral es en el oriente; los de mixteco con 16 938 y los de amuzgo con 1 244 personas en el sureste de la región.

Los hablantes de tlapaneco se localizan principalmente en los municipios de Acatepec, 99 %, Coyuca de Benítez 43.7 % y Quechultenango 48.5 %. Los hablantes de mixteco se localizan en los municipios de Ayutla 73.4 %, Cuautepec 70 % y Florencio Villarreal 38 %, San Marcos 47.5 % y Tecoaanapa 72.8 %. Los hablantes de náhuatl tiene una mayor presencia en los municipios de Acapulco el 37.1 %, Chilapa de Álvarez 99 %, Chilpancingo de los Bravo 35.3 %, Juan R. Escudero 40 %, Mochitlán 48.1 % y Tixtla de Guerrero 98.8 %. Y, finalmente, los hablantes de Amuzgo en el municipio de Copala con 39 %.

### **Infraestructura para la salud**

El sistema de seguridad social en México cubre las necesidades de salud a diferentes grupos de población a través de cuatro instituciones fundamentales. Como ya se sabe, el IMSS atiende a los trabajadores empleados por un patrón; el ISSSTE a quienes prestan sus servicios en dependencias gubernamentales e instituciones. Los que laboran en Petróleos Mexicanos (PEMEX), la Secretaría de la Defensa Nacional (SDN) y la Secretaría de Marina (SM) para quienes laboran en esas instituciones federales. Existe otra población que no es derechohabiente de la red de seguridad social, se le denomina población abierta y puede recibir atención a la salud a través de instituciones como la Secretaría de Salud (SESA), el IMSS-Solidaridad, Desarrollo Integral de la Familia (DIF) y otras dependencias estatales. En esta sección del mapa social, se han diseñado dos mapas (Mapa IS 1 y Mapa IS 2) y un cuadro que sintetizan la información a dos escalas de análisis: la regional proporcionada por la Secretaría de Salud y la de las localidades del área de inundación, a partir de la Encuesta a los Hogares, versión de julio 2003.

En el estado de Guerrero, se tiene una cobertura de servicios de salud con un total de 1019 establecimientos pertenecientes a la seguridad social y a la asistencia social. La más importante corresponde a los servicios de asistencia social que proporciona la Secretaría de Salubridad de la entidad, con 905 unidades médicas (Cuadro IS 1). De los cuales 874 son de consulta externa y 31 son de hospitalización general. Un centro de hospitalización especializada llamada Instituto Estatal de Cancerología “Dr. Arturo Beltrán Ortega” (IEC). Hay un Centro Estatal de Oftalmología, denominado “Emma Limón de Brown”, que brinda la consulta externa. Respecto a los servicios de la seguridad social de consulta externa son proporcionadas principalmente por el ISSSTE.

Dentro de la región de estudio existen tres municipios que concentran los servicios de asistencia social y que son principalmente de consulta externa, proporcionados por la Secretaría de Salubridad y en orden de importancia se localizan en los municipios de Acapulco, de Chilpancingo de los Bravo, Chilapa de Álvarez y de Coyuca de Benítez. (Cuadro IS 1, Mapa IS 1 y Mapa IS 2).

La hospitalización general se centraliza en la región en los municipios de Acapulco y Chilpancingo de los Bravos, aunque existen algunos centros de menor rango en las cabeceras municipales de los municipios al este del área de inundación.

**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos**

Cuadro IS 1. Unidades Médicas en Servicio de las Instituciones Públicas del Sector Salud por Nivel de Operación según Régimen e Institución, 2000

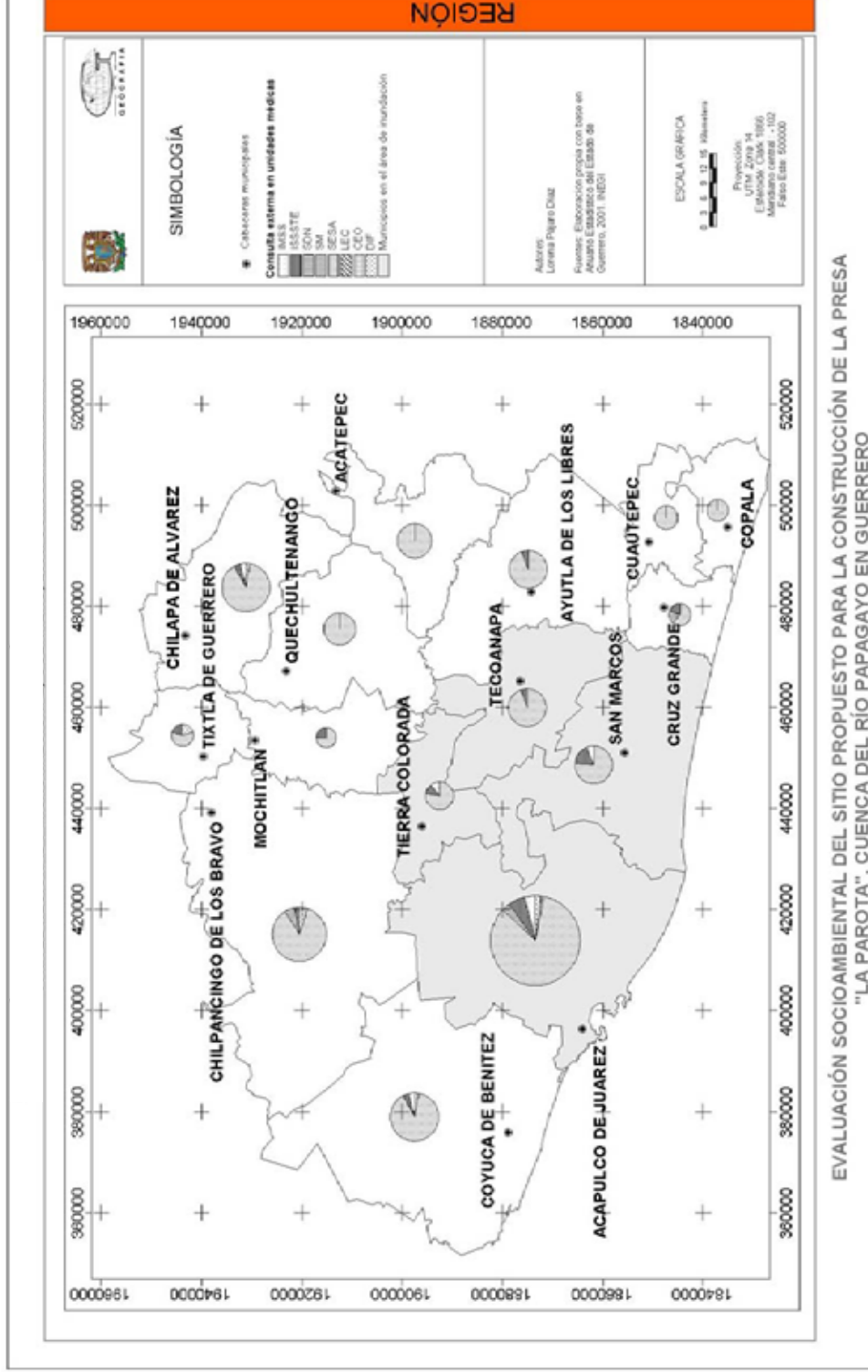
Escala de análisis	Total	Seguridad social				Asistencia social			
		IMSS	ISSSTE	SDN	SM	SESA ( C )	IEC	CEO	DIF
Región	311	10	20	8	1	264	1	1	6
De consulta externa	295	8	18	6	0	256	0	1	6
De hospitalización General	15	2	2	2	1	8	0	0	0
De hospitalización especializada	1	0	0	0	0	0	1	0	0

NOTA:(A) Incluye unidades médicas subrogadas. (B) Comprende un Centro de Rehabilitación y Educación Especial, dos Centros Regionales de rehabilitación integral una unidad médica de consulta externa y once unidades básicas de rehabilitación atendidas por auxiliares fisioterapeutas. ( C ) Para el caso de esta institución incluye unidades médicas móviles o itinerantes que otorgan servicios de consulta externa general y de especialidad.

FUENTE: (2001). Anuario Estadístico del Estado de Guerrero, 2001. INEGI, Gobierno del Estado de Guerrero, Salud, cuadro 5.7, p. 169-179.

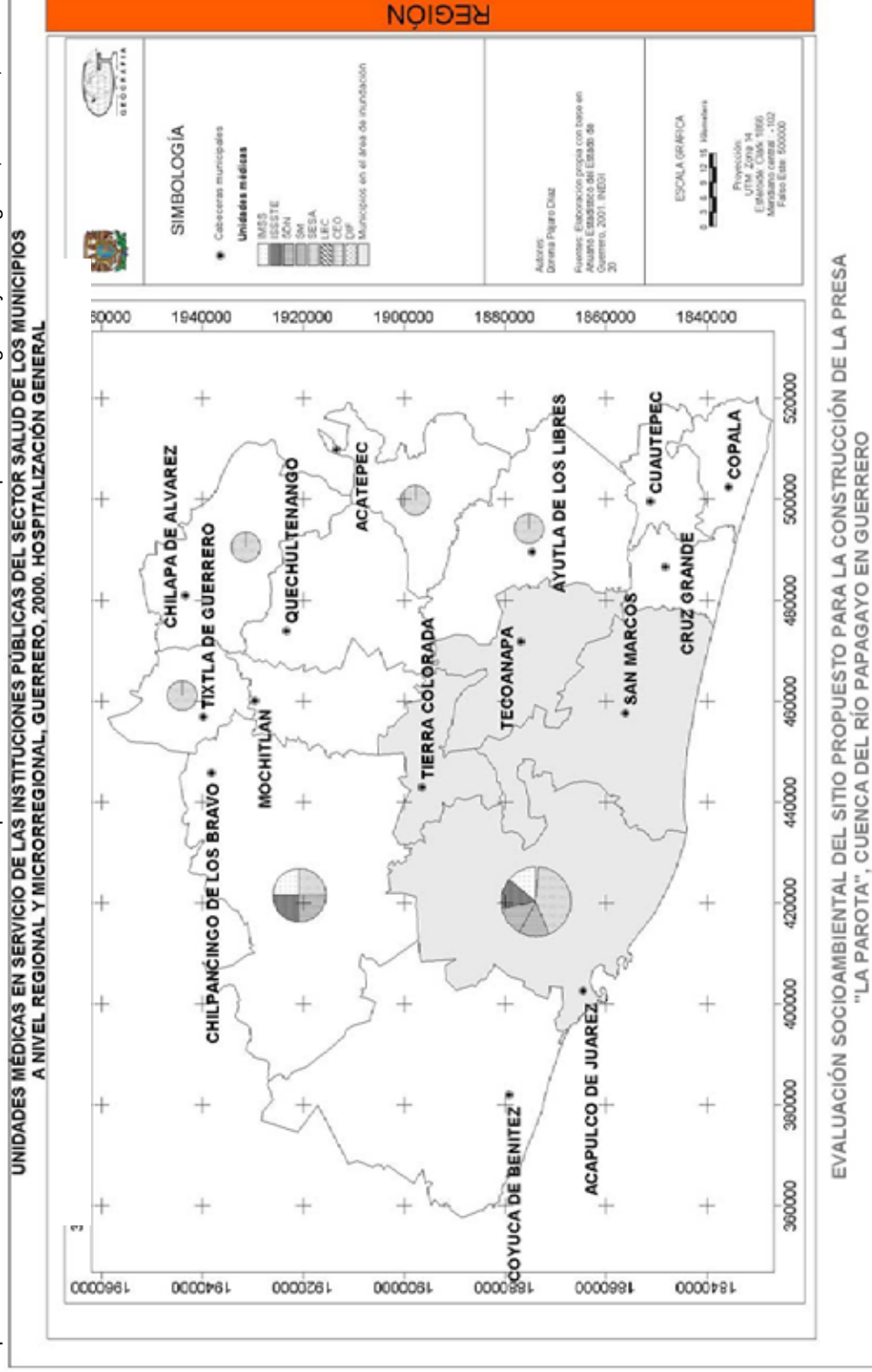
**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos**

Mapa IS 1. Unidades médicas en servicio de las instituciones públicas del Sector Salud de los municipios de la región, 2000. Consulta externa.



## Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos

Mapa IS 2. Unidades médicas en servicio de las instituciones públicas del sector salud de los municipios a nivel regional y microregional, Guerrero, 2000. UNIDADES MÉDICAS EN SERVICIO DE LAS INSTITUCIONES PÚBLICAS DEL SECTOR SALUD DE LOS MUNICIPIOS A NIVEL REGIONAL Y MICRORREGIONAL, GUERRERO, 2000. HOSPITALIZACIÓN GENERAL





### Recursos humanos para la salud

En el ámbito estatal, en cuanto a los recursos humanos disponibles del sector salud a través de las instituciones públicas, en los dos regímenes: seguridad social y asistencia social, se cuenta con un personal para el año 2000 de 13, 398 personas. La mayor parte de ellas, 54 %, son de la asistencia social a través de la Secretaría de Salud y, en el caso de la seguridad social, corresponde en un 46 % al personal del Seguro Social. De igual manera, el 64 % del personal médico pertenece a la Secretaría de Salud. Por tipo de personal, en su gran mayoría son médicos generales y con menos importancia numérica los médicos pasantes y médicos especialistas. El personal paramédico son enfermeras generales y auxiliares.

En la escala regional continua el predominio de los servicios de la Secretaría de Salud (Cuadro IS 2, Mapa IS 3). La mayor concentración se encuentra en los municipios de Acapulco de Juárez en un 49 % y Chilpancingo de Los Bravo con el 17 %.

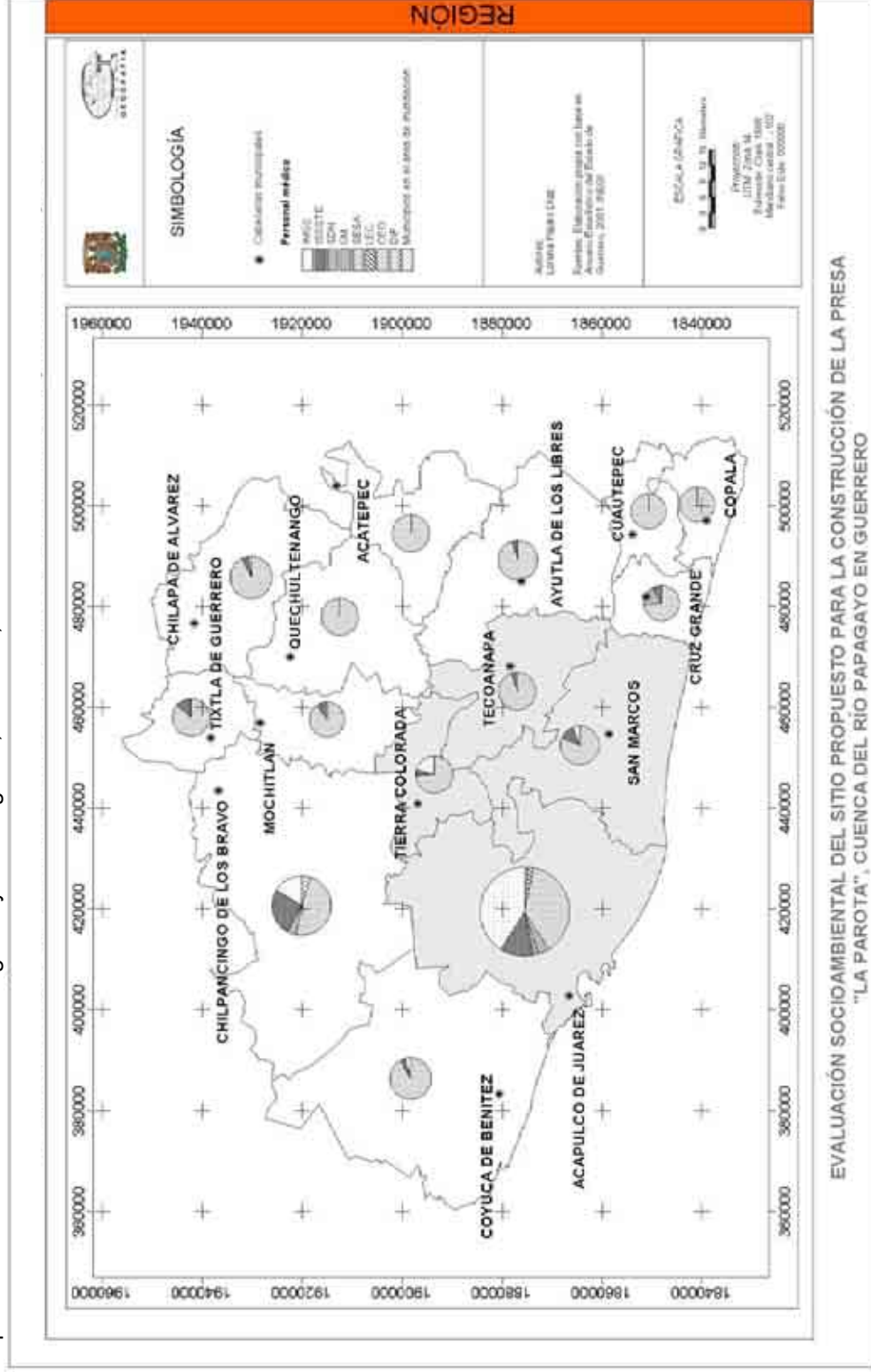
Cuadro IS 2. Personal Médico de las Instituciones Públicas del Sector Salud según Régimen e Institución, 2000

Escala de Análisis	TOTAL	SEGURIDAD SOCIAL				ASISTENCIA SOCIAL			DIF
		IMSS	ISSSTE	SDN	SM	SESA	IEC	CEO	
Región	1749	521	231	40	42	863	18	13	21

Fuente: INEGI. 2001. Anuario estadístico del Estado de Guerrero. México.

**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos**

Mapa IS 3. Personal médico a nivel regional y microregional, Guerrero, 2000.

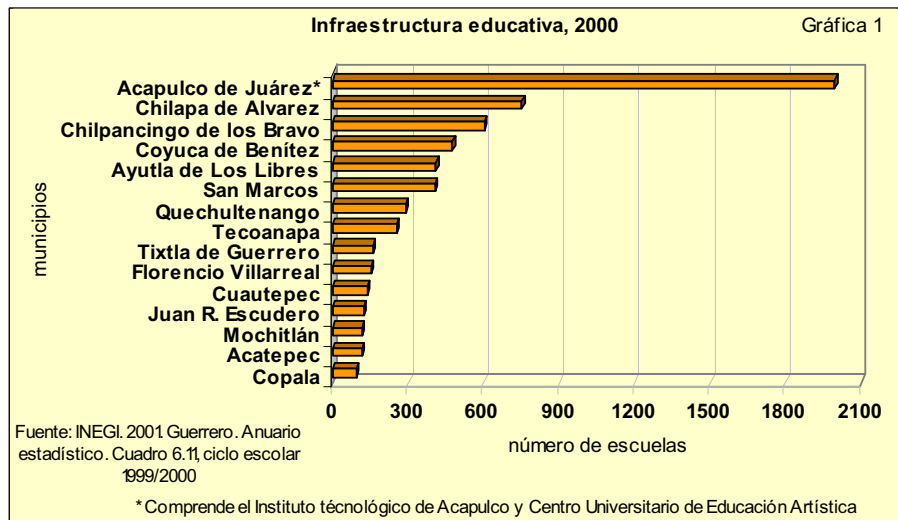


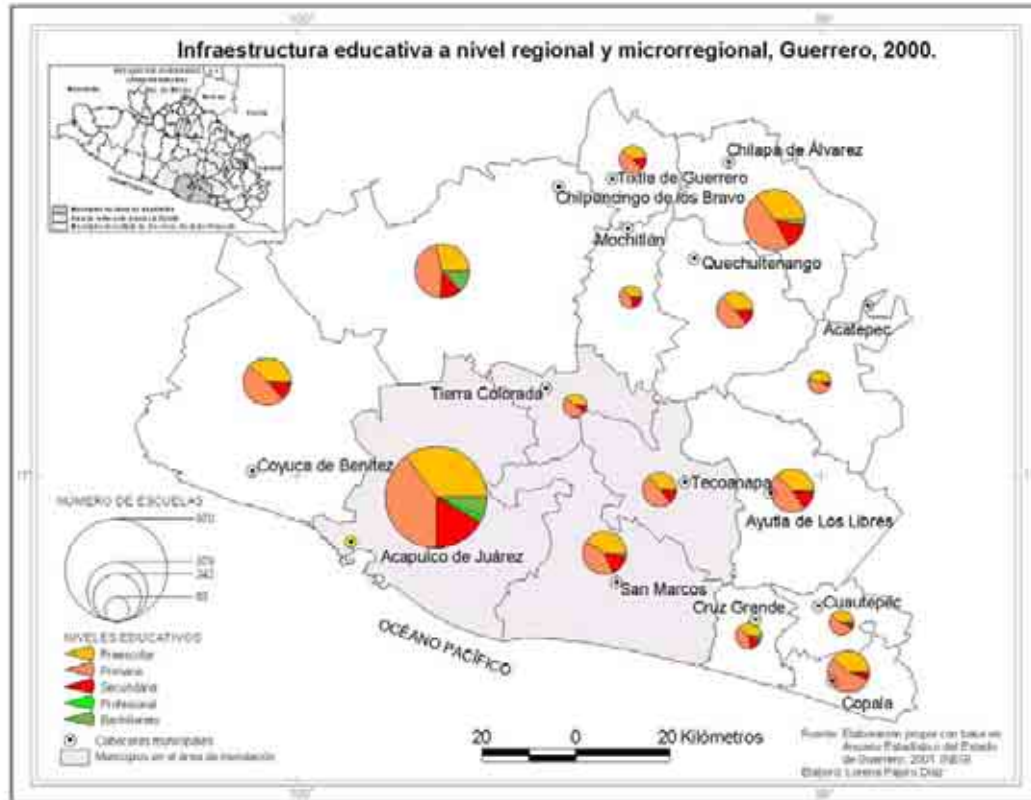
### Educación

El análisis regional respecto de la infraestructura educativa se refiere al número de escuelas, en distintos niveles, desde el preescolar hasta el postgrado, clasificados en federales, estatales, autónomos y particulares.

En este ámbito se registra un total de 3 141 escuelas, divididos en cuatro grupos:

- a) un primer grupo que representa 63.7% (2002 escuelas) formado por cuatro municipios: Acapulco (1070 escuelas), Coyuca de Benitez en Costa Grande (242) y Chilpancingo (311) y Chilapa de Álvarez en la subregión Centro (379).
- b) un segundo grupo en donde la infraestructura educativa se encuentra entre 4.1% y 6.6%, (686 escuelas) se integra por los municipios de Costa Chica (Ayutla de los Libres, 206), San Marcos (205) y Tecoanapa (130), así como Quechultenango (145) de la subregión Centro, hacia la margen izquierda del río La Parota.
- c) en tercer grupo cuya infraestructura fluctúa ente 2% y 2.6% (290 escuelas) del total regional y se conforma con municipios de Costa Chica: Cuatepec (68) y Florencio Villarreal (77) y en la subregión Costa Chica Tixtla de Guerrero.
- d) Otro grupo con menos del 2% (163 escuelas) de la infraestructura, en distintas subregiones del Estado, Mochitlán (58) en la Centro, Acatepec (58) en la Montaña y Copala (47) en Costa Chica. (Ver gráfica y mapa)



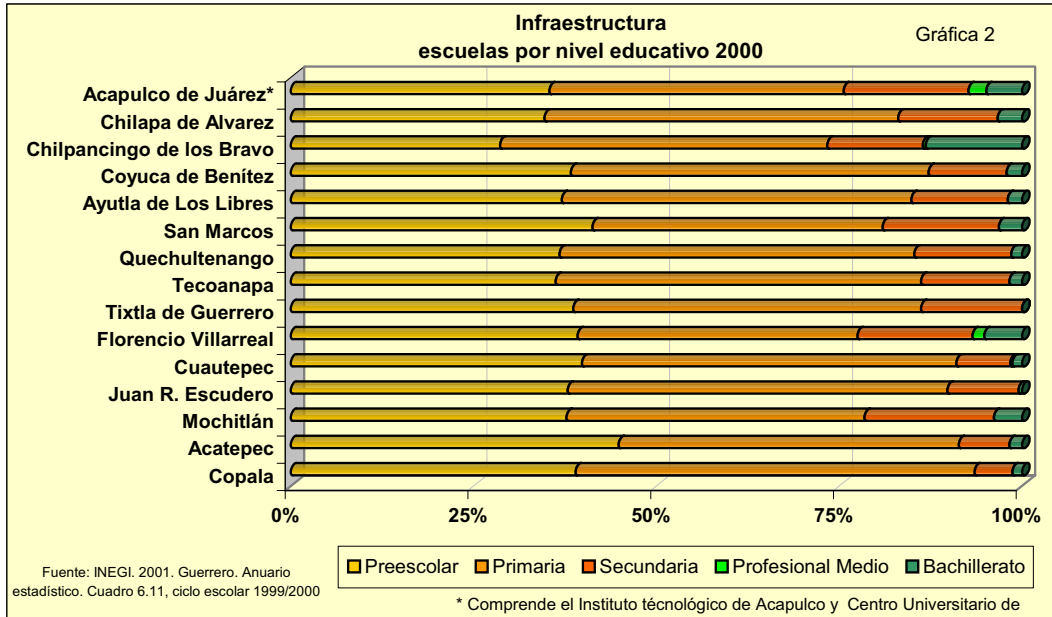


### Infraestructura educativa por nivel

La mayor parte de esa infraestructura educativa (93.5%, 2 938 escuelas), pertenece a la educación básica, principalmente del nivel primaria con 46.1% (1 097 escuelas), seguido del preescolar que registra 34.9% (1 448 escuelas). El nivel secundaria figura con 12.5% (393 escuelas) y el correspondiente al nivel medio superior con 6.5 % (203 escuelas).

### Nivel básico

El primer grupo de municipios concentra 62% de la infraestructura para la educación básica, de los cuales, Acapulco tiene la hegemonía con 925 planteles. En el segundo grupo (23% de la infraestructura básica) destacan San Marcos (201) y Ayutla de los Libres (205 planteles). El tercer grupo registra 10% (280 planteles); y figuran Florencio Villarreal y Tixtla de Guerrero con los valores más altos con 76 planteles. El grupo cuatro con 5% (160 planteles), en donde los municipios de Mochitlán y Acatepec son los que registran los valores más significativos. (Gráfica 2 y Mapa 1).



### Infraestructura nivel medio básico

Los planteles que tienen la proporción más alta son los que corresponden al nivel bachillerato con un total de 191 planteles que representan 6.1%. Destaca en el grupo 1, el municipio de Acapulco con 74 % de éstos (141 planteles) y Chilpancingo con 16 planteles; También son estos dos municipios donde se localizan el mayor número de planteles denominados profesionales medios.

Los planteles de este nivel se encuentran presentes en todos los municipios de la región de estudio, con excepción de Quechultenango.

### Índice de marginación

Existen diferencias entre pobreza y marginación. La pobreza se refiere a la incapacidad de los hogares para disponer de recurso monetarios para la adquisición de bienes y servicios indispensables para satisfacer las necesidades mínimas, reales o deseables de los miembros de un hogar.

La marginación se refiere a las carencias que sufre la población en materias socioculturales, es decir, salud, vivienda, bajos niveles de educación, de vida y culturales; ecológicas o territoriales por el poblamiento irregular, aislado y disperso y por ende la falta de servicios públicos como drenaje, agua y electricidad; y las económicas como la

carencia de empleo e ingresos suficientes. Por estas características, en el siguiente análisis se estudia el índice de marginación, el cual brinda una visión más completa del bienestar de la población y no sólo se enfoca en el nivel de ingresos como lo hace el índice de pobreza.

El estudio de la marginación persigue el fin de establecer una medida que combine la multidimensionalidad de este fenómeno para medir la intensidad de las privaciones que padece la población. Permite captar la dimensión espacial, la intensidad diferencial y la forma o magnitud de la marginación social. Para la construcción de índice de cuatro dimensiones estructurales de la marginación social se valoran sus intensidades en porcentaje de población no participante del disfrute y acceso a una vivienda digna, al sistema educativo, localización geográfica e ingresos monetarios para cubrir las necesidades básicas.

Se muestran los índices de marginación social para los municipios de la región de estudio y su evolución en el tiempo para el análisis de las características mencionadas de la población y conocer los cambios en su marginación.

#### **Grado de marginación en los municipios del área de estudio, 1995.**

En el cuadro I.M.1 se muestra el número de habitantes clasificados según su nivel de marginación por localidad y el total de ellos en cada municipio. En el cuadro I.M.2 la clasificación de la marginación social indica a un municipio con nivel Muy Bajo, un municipio con nivel Bajo, cuatro con nivel Medio, seis con nivel Alto y cuatro con nivel Muy Alto. La revisión a nivel localidad, de las 1,199 localidades solamente 9 de ellas (2 de Acapulco, 4 de Coyuca, 2 de Chilpancingo y 1 de Tixtla) con 63,447 habitantes tenían un grado de marginación Muy Bajo (cuadro I.M.2). Con un grado de marginación Bajo existían 21 localidades albergando a 92,598; con nivel de marginación Medio 54 localidades y 94,756; con niveles Alto y Muy Alto, 191 localidades y 105,315 habitantes; y 924 localidades y 238,466 habitantes.

En la gráfica I.M.1 se puede notar que la mayor proporción de la población se ubica en localidades con marginación Muy Alta, 39%; además, agregando a esta población con la de marginación Alta se obtiene que el 57% del total de los habitantes del área de estudio se encuentran en los más bajos niveles de marginación.

Cuadro I.M.1.

Clasificación de los habitantes por municipio, según grado de marginación de localidad, 1995  
(Porcentajes con respecto a cada grado de marginación del área de estudio)

Nombre del municipio	Grado de marginación Municipal				Número de habitantes con grado de marginación:				Total	%
	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto		
ACAPULCO DE JUÁREZ	2,989	4.71%	25,443	32.53%	33,498	33.84%	35,229	14.77%	97,159	16.34%
AYUTLA DE LOS LIBRES			8,791	11.24%	397	0.40%	41,190	17.27%	50,378	8.47%
COPALA					10,354	10.46%	2,370	0.99%	12,724	2.14%
COYUCA DE BENITEZ	2,030	3.20%	16,771	21.44%	18,680	18.87%	17,173	7.20%	67,188	11.3%
CUAUTEPEC					2,589	2.62%	11,213	4.70%	13,802	2.32%
CHILAPA DE ALVAREZ			89	0.11%	6,893	6.96%	6,260	2.63%	33,267	5.60%
CHILPANCINGO DE LOS BRAVO	57,956	91.35%	5,953	7.61%	3,486	3.52%	13,919	5.84%	104,019	17.49%
FLORENCIO VILLARREAL			8,400	10.74%	2,178	2.20%	6,702	2.81%	17,280	2.91%
JUAN R. ESCUDERO			2,018	2.58%	6,561	6.63%	4,014	1.68%	23,051	3.88%
MOCHITLÁN			1,494	1.91%	2,852	2.88%	1,405	0.59%	9,871	1.66%
QUECHULTENANGO			7,225	9.24%	3,158	3.19%	19,452	8.16%	29,835	5.02%
SAN MARCOS			16,532	17.45%	6,327	6.01%	23,734	9.95%	46,593	7.84%
TECOANAPA			1,697	2.17%	6,822	6.89%	28,089	11.77%	39,805	6.69%
TIXTLA DE GUERRERO	472	0.74%	343	0.44%	1,520	1.54%	11,699	4.91%	33,593	5.65%
ACATEPEC							16,017	6.72%	16,017	2.69%
<b>TOTAL</b>	<b>63,447</b>	<b>100.00%</b>	<b>94,756</b>	<b>100.00%</b>	<b>105,315</b>	<b>100.00%</b>	<b>238,466</b>	<b>100.00%</b>	<b>594,582</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Índices de Marginación Social, 1995, Consejo Nacional de Población.

Cuadro I.M.2

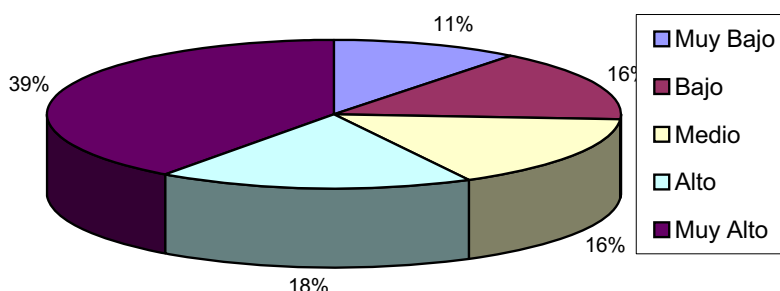
Clasificación de las localidades por municipio, según grado de marginación, 1995  
(Porcentajes con respecto a cada grado de marginación del total del área de estudio)

Nombre del municipio	Número de localidades con grado de marginación:											
	Muy bajo	%	Bajo	%	Medio	%	Alto	%	Muy Alto	%	Total	%
ACAPULCO DE JUÁREZ	2	22.22%			12	22.22%	66	34.55%	107	11.58%	187	15/60%
AYUTLA DE LOS LIBRES					1	1.85%	1	0.52%	96	10.39%	98	8.17%
COPALA							8	4.19%	19	2.06%	27	2.25%
COYUCA DE BENITEZ	4	44.44%	3	14.29%	16	29.63%	27	14.14%	82	8.87%	132	11.01%
CUAUTEPEC									32	3.46%	34	2.84%
CHILAPA DE ALVAREZ			1	4.76%	2	3.70%	13	6.81%	200	21.65%	216	18.02%
CHILPANCINGO DE LOS BRAVO	2	22.22%	12	57.14%	10	18.52%	13	6.81%	50	5.41%	87	7.26%
FLORENCIO VILLARREAL					2	3.70%	7	3.66%	33	3.57%	42	3.50%
JUAN R. ESCUDERO			1	4.76%	2	3.70%	16	8.38%	10	1.08%	29	2.42%
MOCHITLÁN			1	4.76%	3	5.56%	8	4.19%	18	1.95%	30	2.50%
QUECHULTENANGO					2	3.70%	11	5.76%	66	7.14%	79	6.59%
SAN MARCOS					2	3.70%	9	4.71%	96	10.39%	107	8.92%
TECOANAPA			1	4.76%	1	1.85%	8	4.19%	42	4.55%	52	2.25%
TIXTLA DE GUERRERO	1	11.11%	2	9.52%	1	1.85%	2	1.05%	21	2.27%	27	4.34%
ACATEPEC									52	5.63%	52	1.00%
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>100.00%</b>	<b>21</b>	<b>100.00%</b>	<b>54</b>	<b>100.00%</b>	<b>191</b>	<b>100.00%</b>	<b>924</b>	<b>100.00%</b>	<b>1,199</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Índices de Marginación Social, 1995, Consejo Nacional de Población.



Gráfica I.M.1  
Porcentaje de la población según nivel de marginación social  
en el área de estudio, 1995



Fuente: Cuadro I.M.1

#### Índice de marginación en los municipios del área de estudio, 2000.

De acuerdo con el estudio hecho por CONAPO<sup>7</sup>, el estado de Guerrero se hallaba en el segundo lugar, a nivel nacional, con respecto a sus niveles de marginación. El 35% de su población no cuenta con viviendas sin drenaje ni sanitario exclusivo.

Las variables que podrían considerarse influyentes para las demás consideradas para el cálculo de los índices de marginación, son la población residente en localidades con menos de 5,000 habitantes y la población con menos ingresos menores a 2 salarios mínimos. La primera variable impacta a sus pobladores en la imposibilidad de dotarlos con servicios públicos como drenaje y agua entubada, servicios educativos por la dificultad inherentes a la dispersión y aislamiento de la población en pequeños núcleos de viviendas. El bajo nivel de ingresos esta profundamente ligado con la severidad de la marginación, ambos relacionados con el grado de desarrollo de las regiones del país.

En este sentido, Acapulco de Juárez, Chilpancingo de los Bravo y Tixtla de Guerrero (cuadro I.M.4) presentaron los menores porcentajes de población residente de localidades de con menos de 5,000 habitantes, los demás municipios se mantuvieron en un rango del 50 al 100% inclusive. En el rubro de la población ocupada con menos de dos salarios mínimos únicamente Chilpancingo de los Bravo presentó al 48% su población económicamente activa situada en esta clasificación, inclusive Acapulco de Juárez estuvo dentro del rango 62 al 82% de su PEA con ingresos menores a 2 salarios mínimos. Vale la pena resaltar el caso del municipio de Acatepec, el 94% de su población ocupada recibe ingresos menores a 2 salarios mínimos. Éste es el municipio más marginado.

<sup>7</sup> Consejo Nacional de Población, Índices de marginación social 2000.

Cuadro I.M.3  
Indicadores de marginación social y sus componentes para Guerrero y los municipios del área de estudio

Entidad Federativa/ Municipio	Población Total	% de Población analfabeta de 15 años y más	% Población sin primaria completa de 15 años y más	% Ocupantes en viviendas sin servicio sanitario exclusivo	Ocupantes en % energía eléctrica sin viviendas sin energía eléctrica	Ocupantes en % viviendas sin agua entubada	% Viviendas con algún nivel de hacinamiento
Guerrero	3,079,649	21.57	41.92	35.29	11.04	29.54	59.67
Acapulco de Juárez	722,499	10.38	25.68	16.46	1.08	20.07	49.67
Ayutla de los Libres	55,350	35.96	55.68	67.04	29.67	26.22	80.37
Copala	13,060	27.98	49.74	53.59	5.98	9.2	66.39
Coyuca de Benítez	69,059	21.24	43.59	44.63	6.93	34.8	63.06
Cuautepec	15,156	27.94	50.23	52.68	6.77	46.81	76.69
Chilapa de Álvarez	102,853	43.62	62.98	55.9	16.67	42.33	71.31
Chilpancingo de los Bravo	192,947	10.5	24.9	10.55	2.62	12.61	51.3
Florencio Villarreal	19,061	24.45	46.79	54.98	5.25	36.81	71.25
Juan R. Escudero	21,994	21.87	45.8	41.55	3.91	22.34	65.53
Mochitlán	10,133	24.67	51.59	35.92	13.65	9.28	63.14
Quechultenango	32,541	38.06	63.06	55.14	16.25	28.85	74.43
San Marcos	48,872	27.16	50.85	63.91	5.79	56.09	68.28
Tecoanapa	43,128	24.09	46.04	63.91	10.72	18.24	77.64
Tixtla de Guerrero	33,620	22.81	39.42	26.26	5.09	17.7	56.03
Acatepec	25,060	42.76	64.64	62.85	85.67	56.83	77.40

Fuente: Índices de marginación social 2000, Consejo Nacional de Población

Cuadro I.M.3  
Indicadores de marginación social y sus componentes para Guerrero y los municipios del área de estudio  
(continuación)

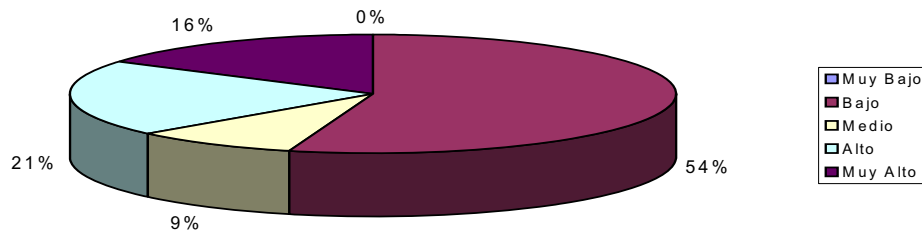
Entidad Federativa/ Municipio	% Ocupantes en viviendas con piso de tierra	% Población en localidades con menos de 5,000 habitantes	% Población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	Índice de marginación	Grado de marginación	Lugar que ocupa en el contexto estatal	Lugar que ocupa en el contexto nacional	Lugar que ocupa en el contexto área de estudio
Guerrero	39.97	53.44	66.16	2.11781	Muy Alto	no aplica	2	no aplica
Acapulco de Juárez	17.67	12.35	62.08	-0.93758	Bajo	73	1973	14
Ayutla de los Libres	59.25	82.99	84.44	1.49912	Muy Alto	22	194	2
Copala	41.61	49.92	79.4	0.45574	Alto	50	795	10
Coyuca de Benítez	42.96	75.04	73.87	0.39812	Alto	52	850	11
Cuauhtepic	53.6	100	87.86	1.12782	Muy Alto	30	341	5
Chilapa de Álvarez	60.84	78.11	79.5	1.42034	Muy Alto	25	222	4
Chilpancingo de los Bravo	25.54	20.09	47.94	-1.05064	Bajo	76	2044	15
Florencio Villarreal	38.62	50.72	72.53	0.50266	Alto	46	765	9
Juan R. Escudero	33.35	55.88	72.38	0.18913	Alto	58	1016	12
Mochitlán	50.93	100	75.9	0.56211	Alto	45	722	8
Quechultenango	68.7	100	84.77	1.47029	Muy Alto	23	203	3
San Marcos	42.11	76.06	81.96	0.93266	Alto	35	461	7
Tecoanapa	49.56	100	85.95	0.94493	Alto	33	453	6
Tixtla de Guerrero	45.82	21.07	64.76	-2.0529	Medio	68	1385	13
Acatepec	97.84	100.00	94.03	2.79208	Muy alto	2	7	1

Fuente: Índices de marginación social 2000, Consejo Nacional de Población.

En el cuadro I.M.4 puede notarse el escaso número de localidades con marginación Muy Baja o Baja, por el contrario de 1,200 localidades existentes en el año 2000, tenían un grado de marginación Alta o Muy Alta 1,140. Si se hace el análisis por el número de habitantes según su grado de marginación (cuadro I.M.5), solamente 386 personas tenían un grado de marginación Muy Baja y casi 440,000 del área de estudio poseían una marginación Alta o Muy Alta.

En la gráfica I.M.2, se observa la clasificación de los pobladores del área de estudio según su marginación. Debido a la gran cantidad de habitantes de los municipios de Acapulco de Juárez y Chilpancingo de los Bravo, la mayor proporción correspondió a Baja con 56%, no obstante, en conjunto el 35% de la población del área tenían una marginación Alta o Muy Alta.

**Gráfica I.M.2**  
**Porcentaje de la población según nivel de marginación social en el área de estudio, 2000**



Fuente: Cuadro I.M.5

**Cuadro I.M.4**  
**Clasificación de las localidades por municipio, según grado de marginación, 2000**  
**(Porcentajes con respecto a cada grado de marginación del total del área de estudio)**

Nombre del municipio	Grado de marginación municipal	Número de localidades con grado de marginación:										Total	%
		Muy bajo	% Muy bajo	Bajo	% Bajo	Medio	% Medio	Alto	% Alto	Muy Alto	% Muy Alto		
ACAPULCO DE JUÁREZ	Bajo	2	40.00%	1	11.11%	4	8.70%	121	28.07%	76	9.56%	204	15.86%
AYUTLA DE LOS LIBRES	Muy alto					1	2.17%	30	6.96%	78	9.81%	109	8.48%
COPALA	Alto							13	3.02%	13	1.64%	26	2.02%
COYUCA DE BENITEZ	Alto	1	20.00%	1	11.11%	10	21.74%	51	11.83%	60	7.55%	123	9.56%
CUAUTEPEC	Muy alto							15	3.48%	17	2.14%	32	2.49%
CHILAPA DE ALVAREZ	Muy alto	1	20.00%	7	77.78%	4	8.70%	23	5.34%	197	24.78%	224	17.42%
CHILPANCINGO DE LOS BRAVO	Bajo					19	41.30%	42	9.74%	41	5.16%	110	8.55%
FLORENCIO VILLARREAL	Alto					1	2.17%	16	3.71%	32	4.03%	49	3.81%
JUAN R. ESCUDERO	Alto					1	2.17%	21	4.87%	8	1.01%	30	2.33%
MOCHITLAN	Alto					1	2.17%	11	2.55%	19	2.39%	31	2.41%
QUECHULTENANGO	Muy alto							12	2.78%	60	7.55%	72	5.60%
SAN MARCOS	Alto					2	4.35%	33	7.66%	73	9.18%	108	8.40%
TECOANAPA	Alto					2	4.35%	34	7.89%	18	2.26%	54	4.20%
TIXTLA DE GUERRERO	Medio	1	20.00%			1	2.17%	8	1.86%	18	2.26%	28	2.18%
ACATEPEC	Muy Alto							1	0.23%	85	10.69%	86	6.69%
TOTAL		5	100.00%	9	100.00%	46	100.00%	431	100.00%	795	100.00%	1,286	100.00%

Fuente: CONAPO, Índices de Marginación Social, 2000

Cuadro I.M.5

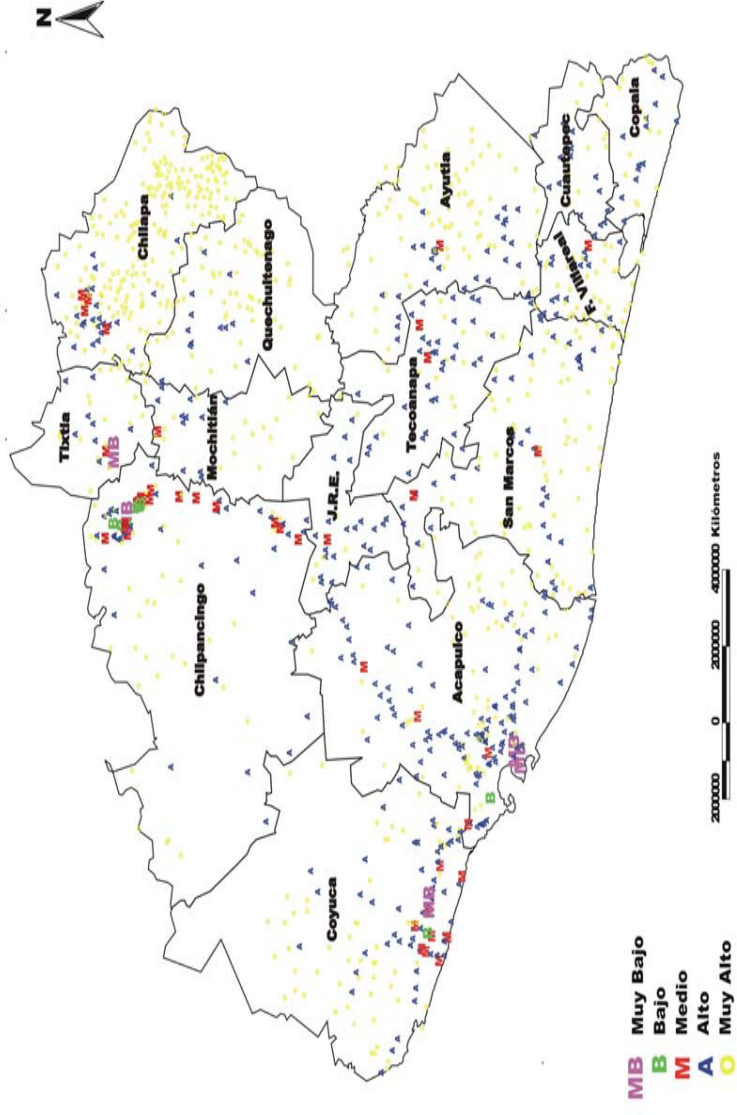
Clasificación de los habitantes por municipio, según grado de marginación de localidad, 2000  
(Porcentajes con respecto a cada grado de marginación del total del área de estudio)

Nombre del municipio	Grado de marginación municipal	Número de habitantes con marginación:											
		Muy bajo	%	Bajo	%	Medio	%	Alto	%	Muy Alto	%	Total	%
ACAPULCO DE JUÁREZ	Bajo	148	38.34%	620,656	81.15%	12,634	10.15%	67,605	23.19%	21,433	9.66%	722,476	51.49%
AYUTLA DE LOS LIBRES	Muy alto					9,414	7.56%	20,974	7.20%	24,783	11.17%	55,171	3.93%
COPALA	Alto						0.00%	12,074	4.14%	871	0.39%	12,945	0.92%
COYUCA DE BENITEZ	Alto	136	35.23%	1,172	0.15%	16,467	13.22%	41,246	14.15%	9,769	4.40%	68,790	4.90%
CUAUTEPEC	Muy alto						0.00%	12,951	4.44%	2,177	0.98%	15,128	1.08%
CHILAPA DE ALVAREZ	Muy alto					22,594	18.15%	12,810	4.39%	67,291	30.34%	102,695	7.32%
CHILPANCINGO	Bajo	10	2.59%	142,996	18.70%	24,106	19.36%	16,317	5.60%	8,585	3.87%	192,014	13.69%
FLORENCIO VILLARREAL	Alto					50	0.04%	14,080	4.83%	4,900	2.21%	19,030	1.36%
JUAN R. ESCUDERO	Alto					9,704	7.79%	10,420	3.57%	1,820	0.82%	21,944	1.56%
MOCHITLAN	Alto					4,173	3.35%	3,929	1.35%	1,998	0.90%	10,100	0.72%
QUECHULTENANGO	Muy alto						0.00%	14,360	4.93%	16,053	7.24%	30,413	2.17%
SAN MARCOS	Alto					59	0.05%	32,500	11.15%	18,117	8.17%	50,676	3.61%
TECOANAPA	Alto					5,216	4.19%	28,279	9.70%	9,600	4.33%	43,095	3.07%
TIXTLA DE GUERRERO	Medio	92	23.83%			20,099	16.14%	2,656	0.91%	10,704	4.83%	33,551	2.39%
ACATEPEC	Muy Alto							1,270	0.44%	23,790	10.72%	25,060	1.79%
TOTAL		386	100.00%	764,824	100.00%	124,516	100.00%	291,471	100.00%	221,819	100.00%	1,403,088	100.00%

Fuente: Índices de Marginación Social, 2000, Consejo Nacional de Población.

Mapa I.M.1

**Niveles de marginación en las localidades de los municipios del área de estudio del Proyecto Hidroeléctrico “La Parota”**



Fuente: Elaboración del Área Económica con base en el Índice de marginación a nivel localidad 2000, Consejo Nacional de Población.





**Cambios en los grados de marginación social 1995 y 2000**

La evolución del grado de marginación de los municipios del área estudio entre 1995 y 2000 (cuadro I.M.6) hace evidente la disminución en la calidad de vida manifestándose en el fenómeno de la marginación. En 1995 tres municipios tenían un grado de marginación Muy Alto y en 2000 cuatro municipios se clasificaban en este nivel. La mitad de los municipios pudieron mantener su grado de marginación y la otra mitad incrementó su nivel de marginación. Para el año 2000, solamente Acapulco de Juárez y Chilpancingo de los Bravo contaban con un grado de marginación Bajo, Tixtla de Guerrero con nivel de marginación Medio y los restantes municipios se clasificaron con situaciones de marginación Alto y Muy Alto.

**Cuadro I.M.6**

**Evolución del grado de marginación de los municipios en el área de estudio**

<i>Municipio</i>	<i>Grado de marginación 1995</i>	<i>Grado de marginación 2000</i>	<i>Situación</i>
Acapulco de Juárez	Muy Bajo	Bajo	Creció
Ayutla de los Libres	Muy Alto	Muy Alto	sin cambio
Copala	Alto	Alto	sin cambio
Coyuca de Benítez	Medio	Alto	Creció
Cuautepec	Muy Alto	Muy Alto	sin cambio
Chilapa de Álvarez	Alto	Muy Alto	Creció
Chilpancingo de los Bravo	Bajo	Bajo	sin cambio
Florencio Villarreal	Alto	Alto	sin cambio
Juan R. Escudero	Medio	Alto	Creció
Mochitlán	Medio	Alto	Creció
Quechultenango	Alto	Muy Alto	Creció
San Marcos	Alto	Alto	sin cambio
Tecoanapa	Alto	Alto	sin cambio
Tixtla de Guerrero	Medio	Medio	sin cambio
Acatepec	Muy Alto	Muy Alto	sin cambio

**Fuente: cuadros I.M.1.2 y I.M.2.1.**

### Índice de alimentación

De acuerdo con la Encuesta Nacional de Nutrición 1999 y con la Encuesta Nacional de Alimentación 1996, las comunidades rurales y urbanas pobres en México han padecido desequilibrios alimentarios durante siglos, pues por un lado, prevalecen la anemia y la desnutrición infantil, y por el otro, la obesidad y enfermedades crónicas por excesos alimenticios. Esta problemática se debe a diversas causas: la alimentación depende cuantitativa y cualitativamente de la capacidad adquisitiva, la desnutrición infantil se refleja en las zonas más pobres y marginadas del país, la ingestión media familiar se reduce de acuerdo al ingreso de la misma, se considera que un gasto mayor al 35% del gasto familiar total significa una dieta deficiente. Menos del 7% de los hogares mexicanos mantiene una buena alimentación, pues debido a la mala distribución del ingreso la gran mayoría de la población no tiene los recursos para mantener una dieta óptima.

Para lograr una buena nutrición<sup>8</sup> es necesario incluir en la canasta básica nacional de alimentos los tres grupos: a) frutas y verduras; b) cereales (tortilla de nixtamal) alimento básico, además del frijol, en la dieta mexicana por su consumo diario, ya que la población les atribuye un valor cultural, y por lo mismo, no aceptaría que faltaran en sus comidas), productos de panificación, pastas para sopa, arroz); y c) leguminosas (frijol, lenteja, garbanzo, haba, etc) y alimentos de origen animal (lácteos, huevo, carnes, vísceras). Es importante añadir también el aceite vegetal y el azúcar, así como fomentar la ingestión diaria entre la población de bajos recursos, del pescado y la sardina, los cuales a comparación de la carne, son más baratos, de fácil conservación y ofrecen los mismos nutrientes.

Tomando en cuenta estas consideraciones, para establecer un índice de alimentación sería necesario contar con la información de las costumbres alimenticias de los habitantes del área de estudio. Disponiendo de tal información se diseñaría una canasta alimenticia y quienes cubrieran la ingesta de los alimentos de dicha canasta se considerarían como nutridos, en caso contrario desnutridos y se tomaría la proporción de población nutrida entre el total de la población. Desafortunadamente las encuestas dedicadas a la investigación de la nutrición de los habitantes del país, solo obtiene datos a nivel nacional; sin embargo, esencialmente el nivel de ingreso es el factor determinante para la adquisición de los alimentos adecuados a las recomendaciones nutricionales. El índice que se propone se extrae de la Canasta Obrero Indispensable<sup>9</sup>, del grupo de alimentos se tomo su valor nominal, se incluyen a los recomendados al principio de este apartado y se compara contra el ingreso de los trabajadores del área de estudio, quienes supondremos como representativos de una familia de dos adultos y tres menores, entonces tentativamente este índice reflejaría la proporción de familias *desnutridas*.

En el Cuadro PM 1, se presentan los precios ponderados y el valor total de la Canasta Alimenticia (CA)

---

<sup>8</sup> Cuadernos de nutrición, vol. 25, núm. 1, enero-febrero 2002, *Comentarios sobre la aplicación del IVA a los alimentos*, Bourges, H.

<sup>9</sup> Lozano, L. et. al. *Salario y empleo en el contexto del primer informe de Fox*. Reporte de Investigación núm. 56. Centro Análisis Multidisciplinario, F. E., UNAM

**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos**

**Cuadro PM 1. Canasta Alimentaria (CA)**

Producto	Cantidad	Unidad	1995	1996	1997	2001	
			Precio ponderado				
			1° mayo	1° enero.	1° abril.	1° dic.	15 de junio
Aceite de cártamo	0.206	Lts.	1.94	2.59	2.66	2.87	2.46
Arroz paquete o bolsa	0.141	Gr.	0.74	0.83	0.89	1.05	0.69
Azúcar refinada	0.316	Kg.	1.21	1.55	1.71	2.00	2.53
Café	1	Bolsa	1.52	1.81	2.15	3.28	3.00
Calabacitas	0.149	Kg.	0.37	0.52	0.52	0.54	1.01
Cebolla	0.15	Kg.	0.39	0.35	0.44	0.56	0.57
Chile serrano	0.088	Kg.	0.48	0.57	0.52	0.81	0.79
Chile poblano	0.063	Kg.	0.32	0.52	0.34	0.63	0.38
Fríjol	0.237	Kg.	1.40	1.48	1.53	2.44	2.82
Huevo	0.261	Kg.	1.52	2.15	2.21	2.98	2.61
Jitomate	0.147	Kg.	0.49	0.68	0.68	0.88	1.28
Lechuga	0.202	Kg.	0.48	0.54	0.48	1.09	0.65
Limón	0.078	Kg.	0.21	0.46	0.30	0.27	0.29
Naranja	0.154	Kg.	0.20	0.26	0.28	0.40	0.62
Pan	7	1 pza.	2.07	3.62	4.55	6.51	4.90
Papa	0.175	Kg.	0.52	0.66	0.74	0.73	1.93
Papaya	0.2	Kg.	0.56	0.52	0.64	0.56	0.80
Plátano	0.215	Kg.	0.51	0.64	0.75	0.61	1.20
Pollo retazo	0.179	Kg.	1.52	1.78	2.17	2.98	3.22
Pollo maciza	0.103	Kg.	1.79	2.01	21.58	2.59	3.61
Res bisteck	0.86	Kg.	24.81	28.29	28.73	35.50	37.84
Res retazo	0.143	Kg.	2.48	2.82	2.85	5.13	3.56
Sopa de pasta	1	1	1.53	1.87	1.98	2.75	2.50
Tortillas	1.068	Kg.	1.02	1.17	1.50	2.09	3.42
Tomate	0.119	Kg.	0.31	0.30	0.82	0.56	1.63
Leche Conasupo	0.661	Lts.	0.90	1.22	1.59	2.06	7.93
Leche pasteurizada	0.279	Lts.	0.81	0.97	1.06	1.38	1.95
<b>Precio total de la canasta</b>			<b>50.10</b>	<b>60.19</b>	<b>83.66</b>	<b>83.26</b>	<b>94.18</b>

Fuente: Cálculos propios con datos del Centro de Análisis Multidisciplinario, Reporte de Investigación 54.

Se tomó el valor de la CA de 2001 para calcular el índice para 2000, y de acuerdo al los ingreso de los trabajadores mostrados en el Cuadro PM 2 se consideró a la proporción de trabajadores con ingresos suficientes para adquirir la CA.

**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos**

**Cuadro PM 2. PEA por rangos de ingreso para el área A y C, 2000**

Municipios	PEA Ocupada	No recibe ingresos	Menos de 1 salario mínimo	De 1 a 2 salarios mínimos	Más de 2 y menos de 3	De 3 a 5 salarios mínimos	Más de 5 salarios mínimos
Salario Nominal área A	37.9	0	< 37.9	37.90 a 75.80	<75.80 y <113.7	113.7 a 189.50	Más de 189.50
Salario Nominal área C	32.7	0	< 32.7	32.7 a 65.4	<65.40 y <98.1	98.10 a 163.50	Más de 163.50
Acapulco	253,502	12,791	42,864	110,562	41,178	26,882	19,225
de Juárez							
Ayutla	13,177	6,094	3,319	2,060	657	712	335
de los Libres	3,207	1,067	606	944	279	199	112
Copala	19,545	3,869	3,887	7,440	2,013	1,605	731
Coyuca de Benítez	3,730	1,461	1,011	913	138	157	50
Cuautepec	27,654	10,530	7,107	5,580	1,752	2,047	638
Chilapa de Álvarez							
Chilpancingo	66,995	5,723	9,104	18,875	12,205	13,216	7,872
de los Bravo	4,372	1,390	566	1,387	421	389	219
Florencio Villarreal	5,055	1,499	746	1,567	465	504	275
Juan R. Escudero	2,353	1,150	234	507	222	189	51
Mochitlán	6,310	2,931	1,030	1,593	376	276	105
Quechultenango	11,706	5,795	1,572	2,649	757	655	279
San Marcos	9,868	5,785	1,758	1,108	515	524	178
Tecoanapa	11,064	2,201	2,305	3,004	1,186	1,726	642
Tixtla de Guerrero							

Fuentes: XII Censo General de Población y Vivienda, Guerrero 1990.  
Comisión Nacional de Salarios Mínimos.

En el Cuadro PM 3 se indican las proporciones de trabajadores que con sus ingresos pueden adquirir la CA, tales proporciones se presentan como índices de alimentación, donde los valores cercanos a 1 señalan la capacidad completa para adquirir la CA y por consiguiente una alimentación adecuada, valores cercanos a 0 señalan alimentación deficiente. En 2000, el valor de la CA era de 2.48 salarios mínimos del área A y del área C, 2.88 salarios mínimos.

Cuadro PM 3. Índice de alimentación para las familias de los trabajadores ocupados de los municipios de la región, 2000

Municipios	PEA con ingresos suficientes para adquirir la CA.	Índice de alimentación
Acapulco de Juárez	87,286	0.34
Ayutla de los Libres	1,704	0.13
Coyuca de Benítez	4,348	0.22
Copala	590	0.18
Cuautepec	345	0.09
Chilapa de Álvarez	4,437	0.16
Chilpancingo de los Bravo	33,293	0.50
Florencio Villarreal	1,029	0.24
Juan R. Escudero	1,244	0.25
Mochitlán	463	0.20
Quechultenango	757	0.12
San Marcos	1,690	0.14
Tecoanapa	1,218	0.12
Tixtla de Guerrero	3,553	0.32

Fuente: Cálculos propios con datos del XII Censo General de Población y Vivienda, 2000.

## **Condiciones políticas**

### **Tipos de organizaciones sociales predominantes**

#### **A manera de Introducción**

Tal vez llamó la atención que en 1999, el destino turístico más importante del país, Acapulco haya votado por una opción de “centro-izquierda”, el PRD, sin embargo no era la primera vez que el éste ayuntamiento se encontraba en poder de partidos de oposición, ya en 1921 Juan R. Escudero alcanzó algo que, guardadas las distancias, parecía aún más difícil lograr, vencer en elecciones al grupo de poder de los denominados “gachupines”, quienes habían mantenido el control de Acapulco desde la época colonial, entre otros elementos gracias al aislamiento del puerto, en donde se consolidaba el poder de las tres principales casas comerciales que operaban en el Puerto B. Fernández y Cía., J. Uruñuela Cía. y Sucursales, Alzuyeta y Cía.

*“El triunvirato de casas españolas al dominar la economía regional controlaba, consecuentemente, el poder político. Eran los gachupines dueños de la tierra, de la producción agrícola, del comercio, de las fábricas, de las comunicaciones y del crédito” (Gill, 1973: 14).*

Aunado a las condiciones de aislamiento del puerto, la pobreza extrema de la mayoría de la población y la presencia de un líder local que había realizado intensas y extensas jornadas de trabajo y organización tanto en Acapulco como en la Costa Chica, que conocía perfectamente la estructura de poder de la localidad fueron elementos determinantes en el triunfo electoral de Juan R. Escudero sobre el poder local. “el 1° de enero de 1921 el Partido Obrero de Acapulco instalaba sus autoridades en el Palacio Municipal” (Gill, 1972: 26). Posteriormente el asesinato del presidente municipal a manos de las tropas leales a los grupos de poder locales de Acapulco parecen escribir un guión que habrá de repetirse en otros lugares de Guerrero y en otros tiempos.

#### **De la violencia en la entidad**

Armando Bartra realiza un recuento de la violencia política en el estado de Guerrero desde los tempranos tiempos de posrevolución hasta el ocaso del siglo XX.

*“...La condición habitual, cuando menos en las regiones serrana. La más temprana guerrilla posrevolucionaria la encabeza Alberto Téllez y Felipe Radilla, quienes se alzan en 1924 en Atoyac; en 1925, en Tecpan, se remonta Valente de la Cruz y un año después agarran monte los hermanos Amadeo y Baldomero Vidales encabezando a las huestes del Plan de Veladero, que desde 1926 hasta 1929 mantienen en ascuas a toda la Costa Grande...pero durante los sesenta sacuden la entidad recurrentes movimientos sociales, que al ser vapuleados desembocan en Guerrilla...El maestro Lucio Cabañas se remonta a la Sierra de Atoyac [1965], empeñado en poner en marcha un agrupamiento político-militar de base campesina, la cosa ya va en serio. El círculo se cierra en 1968 cuando una brigada armada libera de la cárcel al dirigente Genaro Vásquez y también la Asociación Cívica Nacional Revolucionaria le declara la Guerra al sistema” (Bartra, 2001:47).*

Ello evidencia las condiciones de violencia en el Estado, básicamente regionalizado en la Costa Grande. Esta violencia social no es ajena a la violencia ejercida por los diferentes mandos de gobierno. El asesinato de Juan R. Escudero y sus dos hermanos en el camino real de Acapulco a la Ciudad de México, fue un claro ejemplo de las redes de poder establecidas entre las casas españolas, la iglesia católica y el ejército, que en consenso, controlaban el municipio. Ante la conformación de un poder local independiente, la única respuesta que se encontró fue el asesinato. Bartra también realiza un recuento de la violencia ejercida desde el poder en los últimos cincuenta años: aquí algunas recientes:

- ✓ Los quince muertos de 1960 en Chilpancingo a manos de la tropa remiten a la caída del gobernador Caballero Aburto;
- ✓ Las siete víctimas mortales que causó el ejército en Iguala en 1962 fechan el inicio de la radicalización política de la ACG (Asociación Cívica de Guerrero);

- ✓ Los siete cadáveres del 18 de Mayo de 1965 en Atoyac a resultas de una agresión de los judiciales, acompañan a Lucio Cabañas;
- ✓ La matanza de copreros del 20 de agosto de 1967 en una desmesurada carnicería que remite a si misma y a la definitiva descomposición del gremio, esta “fiesta de las balas” guerrerense ocurrió en el local de la Unión Regional de productores de Copra cuando pistoleros costeños asesinaron a más de treinta, aunque algunos hablan hasta de ochenta muertos,
- ✓ La Batalla de Cruz Grande a resueltas del asalto policiaco al Palacio municipal ocupado por simpatizantes del PRD deja cinco cadáveres [1989]
- ✓ El cuadro de Aguas Blancas, cometido por la policía motorizada y la judicial el 28 de junio de 1995 con saldo de 17 campesinos muertos
- ✓ La ejecución de once personas, entre civiles y presuntos guerrilleros, en los Charcos el 7 de junio de 1998 es la masacre inaugural del Ejército Revolucionarios del Pueblo Insurgente (ERPI). (Bartra, 2001:48).

Este es el contexto regional y estatal, de gran violencia en que la política guerrerense se desenvuelve. Tal vez por ello, los procesos electorales que debieran ser una forma menos violenta de confrontación política, han sido también procesos en donde la violencia tuvo carta de naturalización por varias décadas. En ese sentido, los procesos electorales reflejan esta cultura política de violencia, no sólo ejercida sino también propiciada por el poder formalmente constituido.

Los movimientos armados de los años sesenta en la costa grande de Guerrero no sólo mostraron que los canales de comunicación entre la sociedad civil y el gobierno se mantuvieron cerrados, sino que también la intolerancia del régimen fue una constante política.

Paradójicamente quién aprendió la lección fue Rubén Figueroa Figueroa al mando del poder estatal de 1975 a 1981, quien viniendo de un cacicazgo familiar estableció las bases de la amnistía a los grupos armados que se desarrollaban en el estado y logró establecer una cierta “tranquilidad” política en el estado.

El siguiente gobierno estatal encabezado por Alejandro Cervantes Delgado (1981-1987) logró mantener un poder hegemónico de consenso, que supo combinar un discurso populista y revolucionario, con las primeras propuestas neoliberales de incorporar al gobierno, cuadros de alta calificación académica que le permitieron llevar al estado del modelo de sustitución de importaciones al discurso de la modernidad y la productividad, al libre mercado.

### **Organizaciones sociales**

No obstante esta transición del modelo económico, en la práctica política persistían formas autoritarias de gobernar, fincada en la violencia (latente o potencial), ante las que los guerrerenses optaron por agruparse en una gran cantidad de organizaciones sociales.

La presencia de grandes organizaciones sociales corporativas en Guerrero, la **Confederación Nacional Campesina (CNC) y la Confederación Campesina Independiente (CCI)** es abrumadora, ambas relacionadas al Partido Revolucionario

Institucional. La presencia mayoritaria del sector campesino en la entidad da una posición estratégica estas organizaciones campesinas, mismas que se estructura a partir de los comisariados ejidales por núcleo agrario, por municipio y a partir de esta célula a la CNC Estatal.

Con la implementación del modelo neoliberal a la escala nacional se había hecho realidad en 1982, con la presidencia de Miguel de la Madrid, primero y con Carlos Salinas de Gortari después, llegó al gobierno del estado Francisco Ruiz Massieu educado en los círculos políticos de la capital del país, y aunque nacido en el Puerto de Acapulco, su relación familiar con el presidente de la República Salinas de Gortari fue determinante. Atrás quedaron las políticas populistas y discursivamente revolucionarias de Rubén Figueroa Figueroa y Alejandro Cervantes Delgado.

El nuevo estado Neoliberal llegaba con gran fuerza y Ruiz Massieu cumplía con una de las características del espacio político estatal, representar con mayor fuerza los intereses del grupo de poder nacional, que los del estado de Guerrero, por ello consolido grupos políticos locales y regionales fuertes en la entidad pero muy débiles en la escala nacional. Ello reforzó la injerencia de grupos nacionales empresariales, turístico o comerciales.

*“Las élites locales quedaron marginados no sólo de las grandes decisiones del proyecto nacional sino incluso de las decisiones centrales de la economía y de la política guerrerense” (Estrada, 1994, 71).*

En ese contexto la llegada de un gobierno de gran afinidad al centro político del país presenta una profundización de esta forma de gobierno en la que el espacio del estado de Guerrero, se observa desde una óptica ajena, es decir se objetiviza como un paisaje en el que se deben realizar una serie de adecuaciones, transformaciones, planeaciones del territorio en el que la ciudadanía es solo en elemento secundario, y no el constructor de estos espacios. En consecuencia el gobierno de Ruiz Massieu realizó magnas obras que implicaban grandes expropiaciones de terrenos y en algunos casos desplazamientos de habitantes hacia otras zonas o regiones. Entre los proyectos realizados con éxito, se encuentran: La construcción de la autopista de México- Acapulco (en su tramo Cuernavaca-Acapulco), La Marina de Ixtapa, El desarrollo de Punta Diamante, La construcción de la carretera del Filo Mayor

*“Los grandes proyectos del sexenio apuntan a reactivar los procesos de acumulación y garantizar atractivas tasas de ganancia. El protagonista no puede ser otro que el gran capital. La Construcción de la carretera del Filo Mayor busca facilitar la explotación de los recursos silvícolas del estado que realizan compañías madereras nacionales y en el que también se alientan expectativas de atraer inversión extranjera” (Estrada, 1994:143).*

En estas obras se materializaba el discurso modernizador y eficiente del nuevo modelo económico, así como las transformaciones políticas, sociales y económicas del nuevo régimen. Fue también la época de la venta de las grandes paraestatales, de las transformaciones al artículo 27 constitucional, de las negociaciones del tratado de libre comercio con los Estados Unidos y Canadá, pero también de las organizaciones sociales regionales y locales.



*“la drástica reducción del gasto social y el desmantelamiento del aparato estatal de planeación que Ruiz Massieu llevó adelante, más que un impacto económico conllevaron un elevado costo político y social” (Estrada, 1994: 152).*

Por ello no es un hecho azaroso que conformaron una gran cantidad de organizaciones sociales de distinto signo, que se organizaban no sólo por problemáticas de clase sino también en su condición urbana o rural, ambiental, indígena, de derechos humanos por mencionar sólo algunas. Para el caso que nos ocupa algunas de las más relevantes son, las ambientales, las de defensa de sus espacios, y la indígena.

### **Los procesos electorales**

Los procesos electorales son una manifestación de condiciones políticas concretas en un momento determinado, pero cuando se repite constantemente el patrón de votación en un espacio determinado se puede hablar de cultura política.

Para el caso de Guerrero como el de la mayoría de los estados del país, las elecciones se convierten en verdaderos procesos políticos a partir de 1988, durante ese año las candidaturas del Ing. Manuel J. Clouthier por el Partido Acción Nacional (PAN), Ing. Cuauhtémoc Cárdenas Solórzano por un Frente Democrático Nacional (FDN), y el Lic. Carlos Salinas de Gortari por el Partido Revolucionario Institucional (PRI) presentaron la primera revuelta electoral del país, la creciente votación que obtuvieron los candidatos del FDN y el PAN, lograron colocar al candidato del partido oficial en una situación que nunca había presentado un contendiente del revolucionario institucional. Durante esta elección, varias entidades de la República Mexicana votaron mayoritariamente por el candidato del Frente, entre ellos el estado de Guerrero.

Por ello a pesar de iniciarse verdaderos procesos electorales, el PRI seguía constituyéndose como el partido hegemónico en la escala estatal como quedo demostrado en el análisis estatal.

Para el mejor manejo de datos y facilitar la operación durante los comicios el Instituto Federal Electoral ha dividido al territorio nacional en regiones denominadas circunscripciones, el Estado de Guerrero pertenece a la número cinco. A su vez, cada circunscripción se divide en distritos, dependiendo la cantidad de electores estos pueden contener hasta varios municipios. Los distritos de Guerrero son diez.

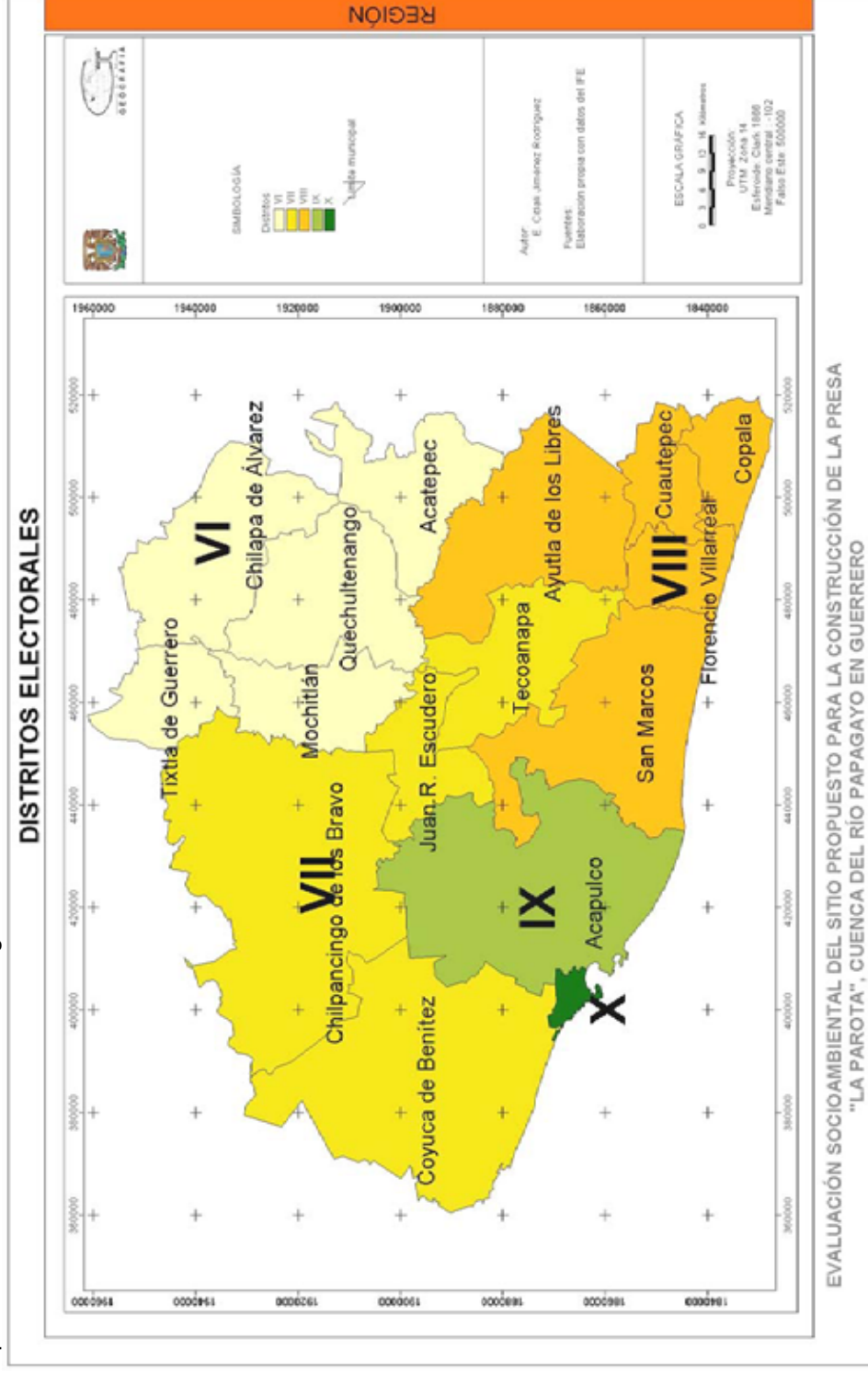
La unidad básica es la sección que resulta de la división de los distritos. La región de estudio se encuentra inmersa en los distritos VII, VIII y IX. (ver Mapa PE I)

Cabe aclarar que por la cantidad de electores el municipio de Acapulco contiene a dos distritos, el X correspondiente al área urbana y el IX que incluye el área rural.

Como se apreciará en el análisis electoral de los municipios, el municipio de Acapulco cuenta con el mayor número de votantes más que el municipio que alberga la capital del estado: Chilpancingo. Esto sin duda por ser un centro de atracción de población como resultado del desarrollo económico del puerto sobre el resto del estado.

**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos**

Mapa PE I. Distritos electorales de la región de estudio



### Análisis de los resultados de comicios electorales 1994-2003

Analizando los resultados en la región de estudio de los comicios electorales de 1994 podemos decir que el partido Revolucionario Institucional (PRI) obtuvo la victoria en toda la región de estudio, tanto para presidente como para diputados federales y senadores.

Para el caso de elecciones presidenciales, el PRI obtuvo el 44.99 % del total de votos de la región, como se puede apreciar en el Cuadro PE 1. (Ver Mapa PE II del anexo cartográfico).

Cuadro PE 1 . Elecciones presidenciales 1994  
Número de municipios ganados por partido y porcentaje obtenido del total de votos

	PRI	% PRI	PRD	%PRD	PAN	%PAN
Región	15	44.99	0	32.68	0	12.32
Microregión	4	42.94	0	32.80	0	14.75

Fuente: Grupo Financiero Banamex-Accival

Además de los tres partidos anteriormente señalados participaron en la contienda siete partidos más: PPS, PFCRN, PARM, UNO en coalición con el PDM, PT y el PVEM. Sólo en Tecoaapa la suma de estos iguala al PRD y deja muy atrás al PAN.

Por lo anterior podemos decir que para 1994 el Partido Revolucionario Institucional era el partido hegemónico y en gran parte de los municipios ganó sin ningún problema.

Por otro lado el mayor número de votantes se registró en el municipio de Acapulco, superando por mucho a Chilpancingo.

Con lo expuesto anteriormente podemos señalar que para estos comicios no existe un voto diferenciado, por eso no es casualidad que los municipios ganados en elecciones presidenciales coincidan con los de diputados federales y senadores como se puede observar en el Cuadro PE 2 y Cuadro PE 3. (Ver mapas PE III y PE IV del anexo cartográfico).

Así tenemos que para la elección de diputados federales, el PRI consigue los 15 municipios que conforman la región con el 44.11 % del total de votos.

La segunda fuerza la tiene el PRD con un 31.56 % de los votos totales, sin embargo no obtiene ningún municipio al igual que el PAN.

En los resultados de las elecciones para senadores el comportamiento es similar.

Cuadro PE 2 . Elecciones para senadores 1994  
Número de municipios ganados por partido y porcentaje obtenido del total de votos

	PRI	% PRI	PRD	%PRD	PAN	%PAN
Región	15	45	0	32	0	11
Microregión	4	27	0	21	0	9

Fuente: Grupo Financiero Banamex-Accival

**Cuadro PE 3. Elecciones para diputados federales 1994**  
 Número de municipios ganados por partido y porcentaje obtenido del total de votos

	PRI	% PRI	PRD	%PRD	PAN	%PAN
Región	15	44.11	0	31.56	0	11.93
Microregión	4	43.24	0	31.54	0	14.29

Fuente: Grupo Financiero Banamex-Accival

Por lo anterior podemos afirmar que de acuerdo a los resultados la región en 1994 tiene una preferencia electoral para el PRI.

Para las elecciones de diputados federales de 1997, se puede observar que el Partido Revolucionario Institucional cede terreno al partido de la Revolución Democrática que asegura en estos comicios 4 de los 15 municipios que conforman la región con un 43.52% votos totales (Cuadro PE 4 y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**VI del anexo cartográfico).

Sin duda es un gran avance de la oposición perredista puesto que dentro de los municipios incorporados esta el de mayor peso electoral: Acapulco, además de Chilpancingo, Tixtla y Ayutla de los Libres. Por la incorporación de Acapulco al perredismo, la distancia porcentual con el PRI es desbordada.

En cuanto al partido Acción Nacional no consigue ningún municipio y tampoco logra avanzar.

**Cuadro PE 4. Elecciones para diputados 1997**  
 Número de municipios ganados por partido y Porcentaje obtenido del total de votos

	PRI	% PRI	PRD	%PRD	PAN	%PAN
Región	11	39.85	4	43.52	0	6.14
Micro región	3	37.17	1	44.89	0	7.89

Fuente: Grupo Financiero Banamex-Accival

Para las elecciones del 2000 los datos demuestran que el electorado ha diferenciado su voto y que la campaña de la Alianza por el cambio surtió efecto sobre todo en los municipios más comunicados.

De tal manera, el PAN consigue la victoria en el distrito X correspondiente al área urbana del municipio de Acapulco. Se puede percibir el avance de Acción Nacional en el eje Acapulco – Chilpancingo. Mientras que el PAN avanza el PRD retrocede con respecto a los últimos comicios de 1997.

No obstante los resultados, logra conservar la parte rural del municipio de Acapulco. (ver Cuadro PE 5 y mapa PE VII del Anexo Cartográfico).

Cuadro PE 5. Elecciones presidenciales 2000  
Número de municipios ganados por partido y porcentaje obtenido del total de votos

	PRI	% PRI	PRD	%PRD	PAN	%PAN
Región	12	37.82	2.5	35.06	0.5	23.42
Micro región	3	33.39	0.5	36.08	0.5	27.08

Fuente: Grupo Financiero Banamex-Accival

Con respecto a la elección de diputados federales podemos comentar que el PRI continua a la cabeza conservando 12 municipios que representan el 41.35 % del total de votos en la región. El PRD obtiene 3 municipios y la parte rural de Acapulco.

A diferencia de los votos para presidente, el PAN no tuvo el mismo éxito de su campaña en la elección de diputados federales, puesto que no consigue ningún municipio, no obstante, el avance de la alianza por el cambio también se refleja en el eje anteriormente mencionado, como se puede observar en el Cuadro PE 6. (Ver Mapa PE VIII 2000, del Anexo Cartográfico).

Cuadro PE 6. Elecciones para diputados 2000  
Número de municipios ganados por partido y porcentaje obtenido del total de votos

	PRI	% PRI	PRD	%PRD	PAN	%PAN
Región	12	41.35	3.5	37.44	0	16.59
Micro región	2.5	36.84	1.5	39.32	0	19.54

Fuente: Grupo Financiero Banamex-Accival

Por otro lado los resultados de las elecciones para senadores muestran que el voto hacia el PRD fue mayor, puesto que obtuvo 4 municipios que constituyen el 43.7% de los votos totales de la región.

El PAN se consolida en la zona urbana de Acapulco conservando el patrón de crecimiento anteriormente señalado en el eje. Mientras que el Revolucionario Institucional es declarado triunfador en 11 municipios (Cuadro PE 7) (Mapa PE IX del Anexo Cartográfico).

Cuadro PE 7. Elecciones para senadores 2000  
Número de municipios ganados por partido y porcentaje obtenido del total de votos

	PRI	% PRI	PRD	%PRD	PAN	%PAN
Región	11	39.16	4	43.72	0	6.70
Micro región	3	36.97	1	45.04	0	7.98

Fuente: Grupo Financiero Banamex-Accival

Realizando una síntesis de los resultados obtenidos en los comicios del 2000 se puede realizar una regionalización (ver Mapa PE 1).

El PRI consigue la victoria tanto para presidente, diputados y senadores en 10 de los 15 municipios que conforman la región.

#### **Capítulo IV      Proyecto Hidroeléctrico “La Parota”      Aspectos Socioeconómicos**

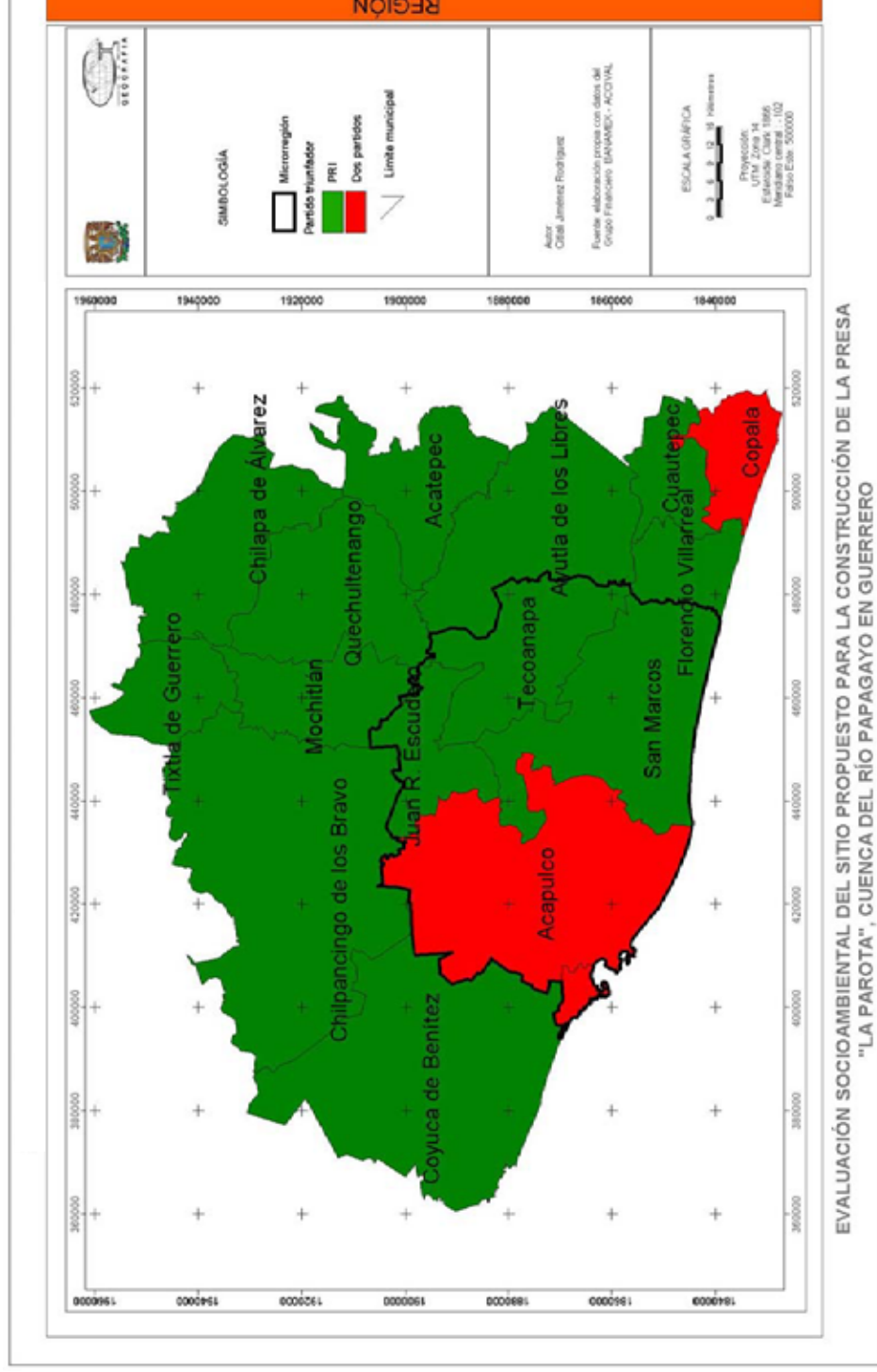
---

La región perredista la conforman dos municipios. El blanquiazul no obtiene ningún municipio para el sólo, puesto que es triunfador en Acapulco urbano para las elecciones de presidente pero no para senadores ni para diputados.

Los municipios que para estos comicios tuvieron un partido triunfador diferente para diputados y para senadores son 2. Lo que demuestra que el electorado tuvo un voto diferenciado. Estos municipios se ubican en la región Acapulco.

## Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos

Mapa PE 1. Regionalización por partido triunfador en las elecciones de 2000



### **Impactos sociales y agrarios derivados de la construcción de presas en México**

En México se han construido alrededor de 150 presas para distintos fines: (hidroeléctricas, distritos de riego, colonización, control de inundaciones y multiusos). De acuerdo a Robinson (1989) han motivado el desplazamiento de cerca de 300 mil personas.

Dentro de los estudios que han podido documentarse con cierto detalle destacan el de la Presa Miguel Alemán o Temascal desarrollado en 1957 en el río Papaloapan bajo el Programa de Desarrollo de Cuencas Hidrológicas; el caso de la Presa Cerro del Oro o Miguel de la Madrid también de la cuenca del Papaloapan, los casos de la Angostura en Chiapas en 1969 en el río Grijalva, el Caracol en Guerrero como parte del sistema Balsas en 1986 y, más recientemente, las presas de Aguamilpa en Nayarit y Zimapán en Querétaro e Hidalgo construidas entre 1993 y 1994.

La construcción de la presa Miguel Alemán en 1952 significó la afectación de 50,000 hectáreas y una relocalización que oscila entre 21,000 y 25,000 personas, principalmente indígenas mazatecos (Nahmad, 2000). Entre los efectos sociales más reconocidos de ésta se encuentran la pérdida de las mejores tierras de la región; ya que la superficie afectada era la única con pendiente suave o plana, el resto es zona serrana; el rompimiento de las relaciones sociales establecidas entre los mazatecos de la zona baja y alta, pues hubo familias relocalizadas hasta 250 kilómetros fuera de la región. El deterioro de los niveles de vida posteriores y el retorno de diversas familias a sus “lugares de origen” en la periferia de la presa. Los proyectos de pesquería impulsados como alternativa tuvieron un auge importante durante algunos años, aunque posteriormente esta actividad entró en crisis.

El proceso que llevó a la construcción de la presa Miguel de la Madrid, mejor conocida como Cerro de Oro, duró cerca de 17 años y se llevó a cabo sobre unas 20,000 hectáreas, afectó a 60 comunidades y desplazó entre 18,000 y 25,000 Chinantecos de Oaxaca. En términos sociales y ambientales esta presa tuvo un alto costo, ya que la relocalización de una parte de la población ocurrió a unos 200 kilómetros en la región veracruzana del Uxpanapa, zona donde se desmontaron unas 200 hectáreas de selva para impulsar la agricultura “desarrollada” (Nahmad, 2000 y Robinson, 2000).

En el estado de Chiapas, donde se construyó uno de los sistemas de presas hidroeléctricas más importantes del país sobre la cuenca del Grijalva, destaca el caso de la Angostura. De acuerdo a Molina (1991), esta obra afectó total o parcialmente a 16 comunidades, implicó el reacomodo de 17,000 personas y afectó una vasta zona de 60,000 hectáreas, que representaban el 2.5% de la superficie cultivada de la entidad. En esta zona se producía el 7% del maíz, el 12% de frijol, el 40% de arroz y un porcentaje no estimado de ganado vacuno.

El proceso de restitución y/o indemnización de tierras por la construcción de la presa La Angostura fue uno de los primeros casos donde emergieron serios conflictos socio-políticos. Hubo oposición de sectores importantes de población, se presentó inconsistencia e inconformidad en los sujetos y montos indemnización y ocurrieron enfrentamientos violentos entre las comunidades, encarcelamientos y la presencia del ejército.



**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos**

Dos de los casos recientes mejor documentados y estudiados han sido el de las presas Aguamilpa en Nayarit y Zimapán en Querétaro e Hidalgo que se llevaron a cabo a principios de la década de los noventa del siglo pasado. En el caso de Aguamilpa se afectaron 11,280 hectáreas, entre las cuales se contabilizó 698 hectáreas dedicadas a la agricultura y 5,536 destinadas al pastoreo. Fueron 28 comunidades las afectadas que sumaban cerca de 1000 personas, principalmente del grupo Huichol. El impacto en infraestructura incluía 224 viviendas, 4 escuelas y 3 templos tradicionales (Nahmad, 2000; CFE, 1987).

Por su parte en el caso de Zimapán, de las 2,291 hectáreas de afectación total, 306 hectáreas correspondían a superficies hortícolas y frutícolas. En este proyecto se afectaron 8 comunidades y se relocalizaron cerca de 2,500 personas (CFE, 1987).

El proyecto de la Presa la Parota en el Estado de Guerrero, de acuerdo a la información estimada (2003), significa una afectación de 24 comunidades y el desplazamiento de 3 048 personas. La afectación de tierras es de cerca de 14 000 hectáreas, de las cuales una parte tiene vocación agrícola, principalmente de autoconsumo, con cultivos de maíz, así como huertos de mango y limón.

Cuadro SA 1. . Evolución en la construcción de presas y algunos impactos sociales en México

Presa	Año/ periodo	Area Afectada (Has.)	Comunidades	Población afectada	Presencia de población indígena
MIGUEL ALEMÁN	1957	50,000		21,000 a 25,000	Mazatecos
CULIACÁN	1967			25,200	
ANGOSTURA	1969-1974	60,000	16	15,000 a 17,000	
BAJO CANDELARIA	1982			5,800	
COLORADO	1982			13,260	
PUJAL-COY, FASE I	1982			23,400	
PUJAL COY, FASE II	1982			10,800	
CARACOL	1987	4,933	17	7,000	
CERRO DE ORO	1972-1988	20,000	60	18,000 a 25,000	Chinantecos y Mazatecos
S. J. TETELCINGO (SUSPENDIDO)	1992		22 p/	30,000 p/	Nahuas
AGUAMILPA	1989-1993	13,000	28	960	Huicholes
ZIMAPAN	1994	2,291	8	2,500	Otomíes
HUITES	1992-1994	9,384		930 Familias	Mayos
LA PAROTA	2003-2010	14,213 p/	15 p/	3,048 p/	

p/ Al cancelarse o no concluirse se considera posiblemente afectados

Fuente: Elaboración propia con base en Robinson (2000), Nahmad (2000), Molina (1988, 1991), Hernández (1982), CFE (1987, 2003)

Se pueden identificar claramente dos fases de la política gubernamental y de las instituciones hacia el impacto social y los procesos de reasentamiento. En este prevalece un enfoque “desarrollista” que prioriza los aspectos técnicos de la obra sobre los efectos ambientales y sociales. En esta etapa el impacto y costo social es elevado por que corresponde a una etapa de grandes proyectos hidroeléctricos como la Presa Miguel Alemán, Cerro de Oro, La Angostura, y se desarrollan en zonas pobladas por comunidades indígenas, son además zonas de alta biodiversidad y tierras de buena calidad para la agricultura y la ganadería extensiva.

Toledo (1993) capta con precisión el conjunto de criterios que en esta etapa han caracterizado las acciones gubernamentales frente a los impactos sociales y productivos generados por la construcción de presas y las prácticas de relocalización de las poblaciones:

- La inexistencia de políticas dirigidas a atender la población afectada por estas obras
- A la población afectada no se le consideró como prioritaria, sino como una carga financiera para el proyecto
- Los diagnósticos socio-económicos se iniciaron mucho después en relación al estudio de factibilidad de la obra. En el mejor de los casos cuando se inició la obra civil
- No se consideraron las experiencias anteriores de relocalización, por el contrario cada presa es una nueva situación, a diferencia de la obra en donde se acumula la experiencia y se aprovecha para cada nuevo proyecto
- La relocalización es interpretada como una simple mudanza y no como un proceso social complejo en donde intervienen múltiples variables y no sólo el problema de la vivienda

Es claro que la prioridad en estos procesos se orienta hacia la reconstrucción de vivienda e infraestructura, la indemnización de bienes diferentes a la tierra (cosechas, huertas, etc.), así como la restitución o indemnización de las tierras. De baja o nula prioridad es la reactivación económica y la reconstitución de las redes socio-culturales.

En términos agrarios, en esta fase no se generan conflictos significativos, aunque su costo socio-productivo es elevado por que se considera únicamente la restitución de tierras expropiadas y no la capacidad o calidad de éstas para regenerar la base productiva perdida o para reactivar actividades económicas alternativas. Las dotaciones de terrenos en muchos casos suelen ocurrir en áreas sumamente alejadas del entorno local o regional afectado, tal como sucedió en caso de los mazatecos afectados por la construcción del Presa Cerro de Oro, quienes tuvieron una relocalización en el Uxpanapa, a 200 kilómetros de su lugar de origen.

El tipo de respuesta social durante esta etapa es casi nulo. En varios de los casos las reacciones sociales fueron varios años después, cuando las poblaciones afectadas no se adaptaron a su nuevo entorno, entraron en procesos mayores de deterioro en sus niveles de vida, migraron o no percibieron los pagos comprometidos de indemnización. Por ello resurgieron, en casos como el de la Presa Cerro del Oro y La Angostura, reclamos y renegociaciones extemporáneas que demandaban mejores compensaciones y/o el cumplimiento de indemnizaciones comprometidas años atrás.

La respuesta social pasiva y el papel marginal durante las negociaciones y relocalizaciones de las poblaciones afectadas por la construcción de presas ha sido un rasgo característico en diversos países latinoamericanos durante esta etapa. Ferradas (2000) atribuye este comportamiento a la presencia de regímenes autoritarios y prácticas institucionales de control vertical que asumen que los costos sociales y ambientales locales y regionales son mínimos como para justificar su desarrollo en nombre de la modernidad y la satisfacción de una “necesidad nacional”.

Adicionalmente, se puede considerar, en el caso de nuestro país, que las escasas movilizaciones de las poblaciones afectadas en este periodo no tuvieron efectos significativos por que se neutralizaron a través del propio aparato corporativo ejercido por organizaciones oficiales y líderes regionales como la Confederación Nacional Campesina (CNC) y la Unión General de Organizaciones Campesinas Populares (UGOCP).

A partir de la década de los ochenta, un nuevo escenario apareció en diversos países latinoamericanos, quienes retomaron paradigmas que reorientaron los proyectos de desarrollo y el papel de las agencias nacionales y de los organismos financieros internacionales. Temas como el de desarrollo sustentable, equidad, derechos humanos y participación local, entre otros, permearon los nuevos enfoques del desarrollo de proyectos de infraestructura. Paralelamente, con la apertura de mayores espacios de participación social, nuevos actores se incorporaron en el escenario político para dar respuesta a los efectos que genera la construcción de presas, entre ellos los partidos políticos, ONG's, movimientos indígenas, ecologistas e instituciones académicas (Ferradas, 2000).

Esto podría explicar, en parte, la emergencia de un nuevo tipo de respuesta social, más reactiva, participativa y organizada frente a la construcción de presas y otras obras de infraestructura. Esto se reflejó en México con el proyecto de construcción de la presa de San Juan Tetelcingo en Guerrero, que ha marcado un parteaguas, en términos de una respuesta social políticamente articulada y con acciones y movilizaciones que llevaron a la cancelación de tal proyecto en 1992.

La constitución de una organización que se llamó el Consejo de los Pueblos Nahuas del Alto Balsas (CPNAB) aglutinó los intereses de los 30 mil posibles afectados (Robinson, 2000), representó quizás el rasgo más significativo del éxito de las comunidades para cancelar el proyecto. A través de esta organización se logró mantener movilizaciones durante casi cuatro años en algunas ciudades importantes y la capital del país; además de las marchas, otras acciones de la organización incluían “plantones” fuera de oficinas gubernamentales, el “secuestro de maquinaria” y la huelga de hambre como último recurso. El componente de población indígena también fue un factor importante, ya que otorgó una mayor identidad y cohesión a la organización frente a las movilizaciones que en ese año repudiaban la conmemoración de los 500 años del impacto cultural por la presencia europea en América.

Sin duda, la cancelación del proyecto de San Juan Tetelcingo pudo haber dejado enseñanzas importantes en las instituciones de gobierno para reorientar el tratamiento a las comunidades afectadas y los procesos socio-políticos que acarrea la construcción de presas. Así, los nuevos proyectos hidroeléctricos de principios de los noventa no solamente partían de ese nuevo referente de respuesta social organizada, sino que a ello

se sumaron los nuevos parámetros y normas de política social utilizados por el Banco Mundial para la construcción de presas financiadas por éste.

Así, de tal forma son en los proyectos de Aguamilpa y Zimapán, generados bajo este enfoque y financiados a través del BM, cuando se inaugura una nueva fase caracterizada por la inserción de un conjunto de criterios que guían la nueva política gubernamental y lineamientos de la CFE frente al impacto social y el reasentamiento de poblaciones, a través de las llamadas directrices operativas del Banco Mundial.

Como se señaló anteriormente, los cambios institucionales y organizativos incorporados por CFE implicaban una política social de indemnización, reasentamiento y reactivación económica, en función de las directrices operativas del BM. Esto significaba llevar a cabo un proceso de “reasentamiento participativo” que implicaba negociaciones y concertación con los afectados a través de reuniones de inducción o asambleas comunitarias. La restitución o indemnización de tierras ocurriría en un contexto de reactivación productiva y búsqueda de actividades económicas alternativas. Todo ello, junto con la reconstrucción de infraestructura y de viviendas, formaría parte de un plan de reasentamiento y un programa productivo alterno. Además, tendría un sistema de monitoreo y evaluación coordinado por el Instituto Nacional Indigenista (INI).

A diez años de la construcción de las presas de Aguamilpa y Zimapán, los alcances y resultados de este nuevo proceso han sido muy poco conocidos, en términos del desarrollo socioeconómico y el nivel de vida que han tenido las comunidades al culminar las obras y el proceso de reasentamiento.

El nuevo contexto nacional y regional incidirá en la respuesta social y los probables conflictos agrarios y sociopolíticos en el caso de la posible construcción de la Presa La Parota en el Estado de Guerrero. Entre estos destacan:

- ✓ Antecedentes de resistencia, movilización o inconformidad frente a la construcción de proyectos de infraestructura en el Estado. Especialmente la cancelación de la presa de San Juan Tetelcingo en el Estado de Guerrero en 1992; la construcción de la Presa la Venta en 1964 y la Construcción de la Autopista del Sol a principios de la década de los noventa, estos dos últimos con efectos directos en la zona de estudio a causa de indemnizaciones pendientes.
- ✓ La importancia política, dentro de los movimientos sociales, que ha adquirido a nivel nacional la cancelación del aeropuerto internacional de la ciudad de México en Texcoco a partir de la movilización de la población de San Salvador Atenco y otras organizaciones que se solidarizaron con ésta.
- ✓ Una mayor presencia y creciente articulación de movimientos sociales y ONG's como grupos ecologistas, de Derechos Humanos, de productores del campo, opositores al Plan Puebla Panamá, etc. con presencia regional y/o nacional etc., que logran insertarse como actores políticos para mediar y/o asesorar las negociaciones entre las comunidades afectadas y los responsables de llevar a cabo los proyectos.
- ✓ La inserción y participación de diversos actores políticos al interior de las comunidades afectadas que buscan establecer acuerdos o que son utilizadas como mediadores entre la comunidad y otras facciones políticas o con las entidades gubernamentales.

- ✓ Una mayor confrontación entre los principales partidos políticos en el estado de Guerrero que ha llevado a una creciente disputa entre el PRI y PRD por ganar y/o mantener los espacios políticos locales y regionales. Esto se ha reflejado en conflictos poselectorales, así como mayor fragmentación y divisionismo en diversos municipios y localidades de la entidad. Este es un factor que permea los diferentes intereses de facciones al interior de las comunidades y su posición respecto al proyecto de la presa.
- ✓ Un relativo debilitamiento de las organizaciones campesinas y de productores del régimen anterior, encargadas de canalizar las demandas de los productores del campo y que ahora se ven imposibilitadas de ejercer su control corporativo.
- ✓ El posible resurgimiento de liderazgos locales gestados en la zona de estudio a causa de procesos expropiatorios recientes y pendientes como la construcción de la autopista México-Acapulco.

### **Aspectos sociales**

#### **Antecedentes Históricos del Poblamiento**

En la construcción del paisaje que se observa en la actualidad, y sin agregar los cambios de los últimos treinta años, se han definido cuatro etapas para el área de estudio:

- Etapa de condiciones holocénicas, en la que se toman en cuenta las trayectorias y anomalías concernientes con mínima intervención antrópica
- Intervención antrópica prehispánica, en especial durante los períodos preclásico y clásico
- Intervención antrópica colonial y decimonónica
- Intervención antrópica entre la década de 1930 y la década de 1960

#### **Condiciones holocénicas. Trayectorias y anomalías**

La historia ambiental del área de estudio se define según la influencia sobre tendencias y anomalías actuales en tres etapas: 1. Las condiciones holocénicas propias del área, que en los últimos 10,000 años se deben de haber encontrado entre los ámbitos más cálidos del planeta. En especial se revisan dos propuestas. La expuesta por Cabrera Guerrero (1990:25-26) y los acordados por Lozano García y coautores (1993:332), la primera tocante al área costera de Guerrero y la segunda a la cuenca lacustre Chalco-Xochimilco; ambas autoras presentan datos inferidos por medio de rastros polínicos.

Asimismo, se presentan observaciones climáticas correspondientes a los últimos cuatrocientos años, provenientes de documentos históricos para la Ciudad de México y referentes al comportamiento de sequías, cuyo patrón de frecuencia, intensidad y duración se considera a nivel interregional.

Cabrera García sustenta una paulatina elevación del nivel marino en la zona costera, ya por una inclinación tectónica o por medio de una trasgresión climática, entre los 7,000 y

los 3,600 antes del presente. Dicha propuesta surge de los argumentos expuestos por Curia (citado por la mencionada autora) con respecto a la planicie costera de Nayarit. Cabe mencionar que se está de acuerdo con este último criterio, en tanto, que a grandes rasgos coincide con el óptimo climático observado durante el meridiano holocénico.

De acuerdo al análisis polínico conducido por Lauro González Quintero (citado por Cabrera García) en las lagunas de Coyuca y Tetitlán hacia 1980, el comportamiento climático del área de estudio ha presentado las siguientes etapas:

Etapa cálida-húmeda (3,000-2,000 a.p.). Al parecer se trató de un período caracterizado por un clima tropical lluvioso con los siguientes tipos climáticos de vegetación: bosque subtropical furcrodicular, bosque tropical perennifolio, bosque templado caducifolio, bosque templado esquerófilo aciculifolio, bosque alpino planniaciculifolio, pradera tropical dispersiarbórea. Asimismo, se asientan registros del género *zea* y rastros de *byrsonima*, que sugieren cierta frecuencia de incendios. Aunque Cabrera García sugiere que la intervención antrópica durante este período fue muy importante, como para considerarla determinante en el deterioro del ambiente habido a lo largo de la etapa que a continuación se define); ello es poco probable debido al modesto número de habitantes que caracterizó al formativo en Mesoamérica y a la distancia que existe entre el área de estudio y los grandes centros urbanos de la mencionada época cultural.

Etapa cálida-seca (2,000-1,500 a.p.) El clima cambia a subtropical con serias deficiencias pluviales, al grado que desaparecen los registros de *zea* y *byrsonima*. La tesis acerca de la probable desaparición de grupos humanos agricultores, no se sostiene ante la evidencia de restos arqueológicos en la zona, a lo largo de los primeros siglos de la era cristiana, como consecuencia de la expansión cultural y demográfica olmeca. Siendo esta etapa y el posclásico tardío las que presentan las evidencias de mayor ocupación antrópica del territorio antes de la invasión europea. Los tipos de vegetación expuestos para esta etapa son los siguientes: bosque subtropical caducifolio, bosque subtropical flabelifolio y bosque templado.

A continuación Cabrera García deja un hueco en el resumen expuesto y retoma el devenir climático del holoceno tardío, en una etapa que define como templada entre el 750 y el 450 antes del presente y en la que, asegura, tiene lugar una paulatina recuperación del anterior “deterioro ecológico”. De acuerdo con lo antes expuesto y sin definir las tendencias y anomalías ambientales en la larga duración, como “deterioros ecológicos”, es necesario ser más precavido en la consideración de las alternancias ambientales y la intervención antrópica sobre el medio. La citada autora menciona rastros polínicos de dos plantas alimenticias: *anona* y *lucuma* y de un único rastro de especie arbórea: el bosque alpino aciculifolio.

La etapa actual, durante decir los últimos 450 años, el clima imperante es, según Cabrera García, seco estepario, dividido en dos segmentos, el existente en el siglo XVI y el que se caracteriza por un paulatino traslado hacia un clima más húmedo y propone al siglo XVI, como el más extremo en cuanto a escasez de humedad. Estos argumentos son desechados, pues se sabe por trabajos realizados en climatología histórica, que el lapso de sequedad más intensa y perdurable a lo largo de los últimos quinientos años para el México central y meridional tuvo lugar entre las décadas de 1750 y 1800 (Garza,2002). Oscilación en la que concuerda la literatura internacional, al registrarse anomalías

climáticas en buena parte del globo, asociadas al comportamiento seco y frío de la Pequeña Edad de Hielo, aunado a una extraordinaria intensidad de la Oscilación Meridional o Niño, considerada por algunos autores como la más portentosa del milenio anterior. Para este período, la mencionada autora menciona los siguientes tipos de vegetación: bosque subtropical caducifolio, bosque templado, y bosque templado caducifolio.

El tipo de clima definido por Cabrera García como seco estepario, para el área de estudio a lo largo de los últimos quinientos años se considera incorrecto, en tanto que para que este se manifestara se tendría que descender a niveles de precipitación inferiores a los 600 o 500 milímetros de precipitación, caso que se considera poco probable para la vertiente pacífica del estado de Guerrero, ya que se es de la idea que por más acusada que sea la anomalía existente, esta no va a provocar que los índices de precipitación sean constantemente menores a la mitad de las medias existentes en la actualidad (entre 1,000 y 1,600 milímetros anuales). A la vez, se debe considerar la tendencia hacia una mayor precipitación, que a nivel hipotético se maneja como consecuencia del alejamiento temporal con respecto a la Pequeña Edad de Hielo.

A continuación se exponen los criterios sustentados por Lozano García y colaboradores, en los que definen para la cuenca de Chalco-Xochimilco un período cálido y seco (se propone coincidencia con el denominado óptimo climático del ecuador holocénico) entre los 9,000 y los 3,000 a.p. y una comportamiento más húmedo y frío a lo largo de los últimos, en el que el lago de Chalco incrementó su volumen, antes de su desecación por agentes antrópicos.

A manera de conclusión se esgrime la manifestación del óptimo climático holocénico en el área de estudio, así como los pequeños capítulos glaciares observados a lo largo de los últimos tres mil años y se estima las consecuencias de la Pequeña Edad de Hielo durante la transformación ambiental habida como consecuencia de la invasión europea, aunque se rechaza una revolución unglada de las proporciones de la registrada en diversas regiones del altiplano central durante el siglo XVI. También se debe considerar que las condiciones del relieve circundante al área de estudio hacen más húmeda a la vertiente poniente, ya que la generación de sistemas tormentosos es más común en los alrededores del sistema montañoso San Nicolás, condicionante que debe ser tomada en cuenta, incluso ante la presencia de anomalías que conduzcan a severas sequías. Ver mapa AH I del anexo cartográfico.

### ***El medio como referente cultural***

El reconocimiento y jerarquía de las formas del relieve fue un factor clave en la selección de los sitios idóneos para la fundación de poblados en el México prehispánico. Dentro de los tres tipos de paisaje definidos para el área de inundación y afectación inmediata (aluvial, lomerío y sierra) se encontraron tres parajes -dos en los lomeríos y el tercero al pie de la sierra-, que cumplen los requerimientos mesoamericanos para la selección del sitio.

Siguiendo a García Zambrano (2001), ciertas formas de relieve definidas como “rinconada”, “olla” y “amajac o entrepiera” son los más connotados. Estos elementos están presentes en Pochotlaxco y Zalzapotla (antecedente prehispánico de Dos Arroyos),

ubicados en los lomeríos que circundan al río Papagayo en su curso más bajo, pues se localizaron en parajes en los que la vega del río se amplía, sin que el horizonte abrupto deje de ser parte del entorno inmediato (en ambos casos, configurando una rinconada). En los dos lugares, desaguan también dos pequeños tributarios del cauce primordial, lo que da lugar a la formación de un “amajac” o “entrepiera”, que García Zambrano reconoce como fundamental en la selección de un sitio.

Los referentes culturales abstraídos del paisaje para cumplir con los requerimientos cosmogónicos para la selección de un sitio son, en el caso de Omitlán, prácticamente, un prototipo, ya que ahí se congregan tanto el precepto de “olla”, como el de “rinconada”, con el de “amajac”. Se puede decir que los alrededores de la actual Tierra Colorada, conforman una gran “olla” que cuenta a su vez con un sector muy resguardado hacia el sureste de Omitlán, lo que sería una excelente “rinconada” e, incluso, en su interior se presenta un amajac de proporciones considerables: la unión de los cauces de los ríos Omitlán y Papagayo-Grande de Jaleaca.

Dentro de las unidades morfológicas que Campodónico (1980) nos sugiere para el área de Acapulco, se propone que el pie de monte y las lagunas litorales, incluyendo sus manglares y tulares, fueron los ámbitos más perseguidos por quienes buscaron asentarse en la zona antes de la llegada de los españoles. La predilección por el pie de monte, lo ejemplifica la localización de la cabecera de Cacahuatpec, población de origen yopi, que se encuentra sobre la llanura costera, justo en la parte donde se produce el rompimiento hacia un relieve más abrupto. Aquí no se configura una rinconada destacable, pero cierto dominio visual de la planicie costera y la posibilidad de refugio en el monte situado al norte, seguramente influenciaron en la selección de este lugar para fundar el poblado prehispánico.

En cuanto a los playones de las lagunas costeras, es difícil que albergaran poblaciones importantes, aunque la existencia de Nahuala (antecedente prehispánico de Tres Palos) sería la excepción. Sin embargo, siempre consistieron en polos de atracción por causa de su riqueza biótica, traducida en amplias posibilidades de caza, pesca y recolección.

### **Intervención antrópica prehispánica**

#### **El formativo**

La presencia de grupos humanos con un nivel de desarrollo similar, al que pudiera tener cualquier grupo contemporáneo en la proto-Mesoamérica, se atestigua con las evidencias halladas en las proximidades de Acapulco:

*“Las más antiguas evidencias dejadas por grupos humanos que los arqueólogos hayan podido descubrir en la zona de Acapulco, son unos toscos utensilios de cerámica llamado pox. Se supone que fueron hechos hace unos cuatro y medio milenios, por lo que se les puede comparar con los más antiguos objetos de barro que hayan sido hallados en México”. (Stephan, 1980:15)*

El formativo y los primeros tiempos del clásico parecen ser el primer lapso de tiempo en el que la población se torna lo suficientemente numerosa, como para dar lugar a la creación de asentamientos importantes. Este referente temporal es común a varios de los



yacimientos arqueológicos explorados, tanto en la bahía de Acapulco, como en las cuencas bajas de los ríos La Sabana y Papagayo.

En Tambuco esta secuencia sustentada en restos de cerámica abarca desde el formativo hasta el clásico, la última etapa muestra una clara influencia teotihuacana. Lo anterior, es asimismo aplicable para los sitios La Zanja (cercano a Tres Palos) y Puerto Marqués, que cuentan con registros cercanos a los 6,000 años antes del presente, pero que no cuentan con rastros posteriores al clásico (posiblemente una mayor competencia por el territorio en el epiclásico y posclásico, condujeron a la imposibilidad de habitar sitios difícilmente defendibles). Asimismo, como se puede observar en la localización de los asentamientos mencionados, es mayor el número de asentamientos en las zonas costeras y lacustres, siendo que en la siguiente etapa se registró un patrón de asentamientos más próximo a la utilización de valles aluviales más extensos; es posible que la cantidad de individuos y técnicas agrícolas más arcaicas dictaminarán la ocupación de terrenos próximos a cauces menos importantes y más próximos al mar.

Por causa de la gran cantidad de yacimientos, no sólo en el área de estudio, sino en el estado de Guerrero en su conjunto y por el número de artefactos identificados para esta etapa; se considera a los últimos tiempos del formativo con plena influencia olmeca (desarrollo del reconocido estilo “mezcala”), el período en que tuvo lugar el más intenso poblamiento, antes de la revolución demográfica y sociopolítica del posclásico tardío. Según la recopilación realizada por Dehouve (2002:29-31), basándose en fuentes arqueológicas fue entre los años 800 a.C. y 400 d.C, cuando la influencia olmeca se hizo más evidente en esta parte sur de México. Misma en la que el cultivo del maíz, el algodón y el cacao, amén de la deforestación para fines energéticos y de edificación, pudieron dar lugar a las primeras alteraciones considerables para la zona, sin que se les considere capaces de influir en el comportamiento ambiental regional, únicamente, a un nivel meramente local.

### **El clásico**

El período clásico en el área se aprecia más extenso en su comportamiento urbano, pero con menos sitios y más concentrada la población rural. La población del clásico tampoco era especialmente abundante (aunque era mayor) y lo más probable es que al igual que en Teotihuacan, La Sabana concentrara el mayor número posible de habitantes en las proximidades del centro ceremonial principal; en este caso todo indica que el entorno aglutinante fue la cuenca baja del río La Sabana, que por primera vez fue expuesta al trabajo agrícola a gran escala.

El emplazamiento de La Sabana, al parecer comenzó al igual que los otros centros urbanos de la cuenca homónima a orillas del cauce principal, sin embargo, fue ganado las cumbres de Llano Largo, con una longitud de 3,500 metros (Martínez Carvajal, 1992:42), el área edificada (hoy, casi en su totalidad, bajo la mancha urbana de Acapulco) iba desde la rivera del río La Sabana hasta más allá del pie de monte de las mencionadas cumbres.

Según Cabrera García (1990:128-129) durante el epiclásico perduraron, únicamente, como centros urbanos importantes; La Venta y Coyuca, lo que implica la desaparición del poder concéntrico de la cuenca baja del río La Sabana; una estructura política menos relevante o el agotamiento de los suelos, aunado a alteraciones climáticas y ambientales,

podieron conducir a la partición de los centros político-religiosos primordiales entre las cuencas bajas de los ríos Coyuca y La Sabana.

### **El posclásico**

Para los fines de esta pesquisa, durante el posclásico dentro del área de estudio, es primordial la comprensión de los alcances territoriales y patrón de asentamientos del Estado conocido en náhuatl como el Yopitzinco. Entidad política de origen tlapaneco, es probable, que incluso antes del predominio mexica, ya contara con cierto grado de autonomía con respecto a sus hermanos de lengua del reino de Tlachinollan, localizados sobre las partes más elevadas y orientales de la Sierra Madre del Sur, dentro del actual estado de Guerrero. La configuración de un reino independiente yopitzinca, anterior al predominio mexica, también es propuesto por Jiménez y Villela (1998:35), quienes enumeran como Estados independientes en el centro y sur de Guerrero, además de la yopi, a las siguientes unidades políticas: Cihuatlán, Tepecuacuilco, Chilapan y Tlapa-Tlachinollan.

Según Dehouve (2002:25-26) los tlapanecos llegaron al México meridional antes del siglo XII y afirma que el reino de Tlachinollan, ya estaba conformado hacia 1300 y curiosamente con características culturales muy cercanas a las teotihuacanas. La relevancia política del Tlachinollan logró que su señor en turno, lograra mantener ciertas prerrogativas durante los primeros veinte años de dominio de la Triple Alianza (1461-1480), pero el pleno dominio militar, las campañas de colonización nahua y la identificación de nahuas más antiguos en la región de La Montaña con los señores de México-Tenochtitlan, debilitaron a tal grado la figura del señor de Tlapa, que eventualmente se convirtieron en meras provincias tributarias, sin un linaje de prestigio o intermedio entre los pueblos y el poder central mexica.

Aunque las opiniones respecto a la territorialidad mesoamericana son muy variadas, tanto que hay quienes defienden una casi nula competencia por el territorio en las áreas lejanas a los grandes centros de poder, como quienes quieren ver una aproximación al territorio tal y como se practicaba en el ámbito europeo. Tanto la obra de García Zambrano antes mencionada, como Dehouve (1995:28) relatan como, ante la fundación de un poblado importante, se hacía inmediatamente la delimitación de linderos. Su identificación con abstracciones culturales del paisaje, los aleja de las precisiones económicas de occidente, pero no los hace mucho menos laxos, en concreto, ante presiones militares o tributarias. Los límites del Yopitzinco, necesitaron ser definidos con mayor precisión, ante la situación político-militar creada a partir de la conquista del reino de Cihuatlán, en 1484, por parte de las huestes de Ahuizotl (Stephan, 1980:18). La larga historia de enfrentamientos entre mexicas y yopis tuvo su punto álgido cuando Tlacotepec y el Yopitzinco se aliaron hacia 1511 (Vidal Duarte, 1987:29), sin embargo, el primero no tardó en caer de nuevo manos de la Triple Alianza.

Lo anterior se trae a colación, porque uno de los ejercicios realizados a lo largo de este trabajo de investigación, fue una nueva aproximación a los límites de la nación yopi. Las cuatro cabeceras principales mencionadas para el Yopitzinco: Pochotitlán (Pochotlaxco), Cacahuatpec, Xocotlan (San Marcos) y Xochitepec, han sido localizadas por diversos autores, con excepción de la última. Según se desprende de la investigación bibliográfica

y documental realizada para este estudio, así como por medio del análisis cartográfico a escala 1:50,000, que se trata de la localidad del mismo nombre, Xochitepec sobre el amajac de los ríos Azul y Velero-Papagayo; en una posición estratégica, vigilando el acceso a la Costa Chica desde la zona central del actual estado de Guerrero.

Aceptar al Xochitepec actual, como una de las cabeceras primordiales del Yopitzinco, da lugar a una nueva definición de sus límites, mismos que tradicionalmente han sido concebidos con los ríos Papagayo y Omitlán como referentes limítrofes al norte y poniente, en vez de ello, se estima que estos cauces fueron articuladores del territorio al interior de la federación yopi. A su vez, la localización de Pochotlaxco sobre la margen derecha (siguiendo las aguas hacia abajo) del río Papagayo sustentan lo sugerido. Otro factor, que puede ayudar a corroborar esta hipótesis, es la configuración político-jurídica de la época colonial, al haberse adjudicado a Chilapa y Zumpango, estancias localizadas sobre la cuenca media del río Papagayo, pero a esto se volverá en el siguiente apartado. La voz disonante, entre los autores que dan a los mencionados ríos el carácter de frontera, es la de Vidal Duarte (1987: 20) quien asegura lo siguiente: “...Si el territorio yopi hubiera sido limitado al norte por el río Omitlán, difícilmente habrían podido los yopis atacar a Tlacotepec, como cuenta *Torquemada*.” Por otra parte, Vidal Duarte (1987:27) asegura que entre 1442 y 1445, Moctezuma Ilhuicamina, después de someter a los chontales y establecer fortificaciones en Cuetzatlán y Tepecuacuilco, se enfrentó a cruentos combates con los yopis, lo que obligó a la construcción de la fortaleza de Quechultenango. Si el límite hubiese sido el río Omitlán; ¿ por que no se construyó la fortaleza en las proximidades de Colotlipa o el propio Xochitepec, que queda al norte de dicho río, y así someter a mayor presión al terruño yopi. Posiblemente, si ni siquiera se consideró a Colotlipa, como sede de tal fortificación, es porque el límite entre las soberanías mexica y yopi, corría por algún punto de la cuenca media del río Azul.

La práctica agrícola definida por Whitmore y Turner (2001:173) para el área de estudio y para el conjunto de las cuencas entre la bahía de Petacalco y el golfo de Tehuantepec hacia principios del siglo XVI, es la denominada irrigación por inundación. Práctica que requiere, además del aprovechamiento de los playones fertilizados por las crecidas de los ríos, del desvío de las aguas y de la preservación de suelos por medio del sistema de terrazas; la totalidad del quehacer agrícola se realizaba, en el Pacífico sur mexicano, bajo este patrón.

La relación de Zacatula dice que es casi un hecho, que las huertas de cacao habidas era por medio de sistemas de riego y que los cultivos consistían, en lo primordial, de maíz, frijol, chiles, melones, pepinos y quelites, y que cuando el río “se salía de madre” se sembraban en sus riberas algodón, melones, pepinos y calabazas. Lo que hace suponer que maíz y cacao eran cultivados en las áreas agrícolas mejor logradas mientras que el algodón y cucurbitáceas eran cultivados en los playones fertilizados por las crecidas del río. Dadas las similitudes ecológicas, aunque la explicación se da para la desembocadura del río Balsas, no hay razón para dudar que lo mismo aconteciera sobre la cuenca baja del río Papagayo.

La ausencia de restos arqueológicos propios del posclásico-tardío se contraponen a las evidencias documentales de una población abundante y étnicamente compleja. Se ha que ello puede deberse a la falta de sistematización en el trabajo arqueológico. En ese sentido, la identificación de los patrones probables de asentamiento y la vinculación de las

formas políticas y sociales con el entorno, pueden ser útiles para entender mejor lo acontecido, no sólo en el Yopitzinco, sino en otros ámbitos independientes de México-Tenochtitlan. De acuerdo con Martínez Carvajal (1992:178), el patrón de asentamientos en la comarca estaba compuesto por las siguientes localidades: Tepetixtla, Tixtlancingo, Acamalutla y Coyuca (cuenca del río Coyuca), La Sabana, Texca, Acatempan y Nahuala (cuenca del río La Sabana), La Concepción, Pochotlaxco, Zalzapotla y Amatlán (cuenca del río Papagayo), Xaltianguis (cuenca del río Xaltianguis) y Anenecuilco y Citlaltomahua (cuenca del río Grande de Jaleaca-Papagayo). Ver mapa AH II del anexo cartográfico.

### **Intervención antrópica colonial y decimonónica**

El despoblamiento indígena del área de estudio, casi total en algunos casos y graves alteraciones ambientales son las secuelas más identificables de la primer etapa de colonización española. La resistencia yopi -vencida en una de las campañas militares más violentas emprendida por los conquistadores españoles y lo acendrado de los capítulos epidémicos en las zonas costeras-, explican, en buena medida, las graves transformaciones vividas a lo largo del siglo XVI. El paisaje resultante, perduró sin mayores alteraciones hasta las últimas décadas del siglo XIX, cuando las innovaciones tecnológicas, anteriores al fordismo, comenzaron a hacerse presentes en la región.

La **primera encomienda** en esta zona fue la de Cacahuatpec (1524) y un año después la de Acapulco, abarcó un territorio muy extenso que iba desde el área de la laguna de Tres Palos hasta Coyuca y Acamalutla. Bajo este esquema político de recolección de tributo, poco se alteraba el orden social prehispánico y la intromisión biológica, aunque grave, se limitaba a la actuación de patógenos microscópicos. La primer actuación española a gran escala, con consecuencias irreversibles sobre el medio, tuvo lugar sobre la cuenca baja del río La Sabana, con la instalación de la *estancia ganadera* de Villafuerte hacia 1532. Una generación más tarde, García de Albornoz emprendió una importante *empresa agropecuaria* en la misma zona, sin embargo, entre 1550 y 1650, la producción agrícola fundamental continuó enfocada hacia la producción de cacao y jícaras (Dehouve, 2002:75-76). Lo anterior se explica, por el escaso interés que despertaban las insanas tierras cálidas en los españoles y por las características morfológicas y edáficas del área de estudio, poco adecuadas para la roturación de suelos, propio del esquema europeo. El paisaje agrícola fue alterado ante la presencia de cocoteros y platanares a partir de mediados del siglo XVI (López Victoria, J.M. 1965:20).

La *reestructuración del territorio* como consecuencia de la conquista española y las consecuencias ambientales que esta tuvo, quedan expuestos desde un punto de vista etnohistórico en el siguiente testimonio:

*“...que los tlacoapeños provienen de Tlapa. Me contó que cuando los españoles llegaron a Tlapa, empezaron a comer todas las cosas que los tlapanecos habían producido... a causa de ello abandonaron Tlapa... Lo que ahora es Tlacoapa, en otro tiempo estaba completamente cubierto de bosques. Ellos vinieron aquí para ocultarse en los bosques y fue así como se formó Tlacoapa... no quisieron regresar a Tlapa, porque se habían acostumbrado a la vida en los bosques...” Oettinger (1980:51)*

Las fuentes que consignan el desmembramiento del territorio yopi son varias. Una de ellas es la de Paso y Troncoso (1905, tomo I:178):

*“Porque este pueblo (Chilapa) era frontera contra una provincia que se llama de los yopes (...) que estará de aquí veinte leguas... y entre otras las estancias pertenecientes a Chilapa se dice que se llama Chacalinitla está junto al río Omitlán...”.*

Si como se ha planteado aquí, el Xochitepec yopi, se encontraba sobre el amajac de los ríos Azul y Velero-Papagayo, es imposible que antes de la conquista, la coixca Chilapa reclamara, como parte de su territorio a Chacalinitla o Xocotlán, ambos asentamientos localizados al sur del río Velero-Papagayo.

De acuerdo con García Pimentel (1897:16) hacia 1569, el pueblo de Zalzapotla todavía habitado, hablaba las lenguas yopi y mexicana, mientras que los sobrevivientes de Xiquipila, conservaban únicamente su lengua yopi. Esta última noticia sobre la pervivencia de la lengua yopi aún tendría que someterse a la más terrible de las epidemias del siglo XVI, sufrida hacia la década de 1570.

El despoblamiento, casi total, de buena parte del área de estudio se confirma por la desaparición en los registros, después de 1590 (Martínez Carvajal, 2001:42), de las siguientes localidades: Xochitepec, Pochotlaxco o Pochotitlan y Xocula (antecedente prehispánico de San Marcos, que se supone localizado en una parte más elevada de la serranía Cuate-El Morro). De acuerdo con el esquema de congregación de asentamientos indígenas de la época, los sobrevivientes de Xocula, fueron trasladados a Tecoaapa en 1590, posteriormente su curato abandonó la jurisdicción para trasladarse a Ayutla en 1611, población que dependía de Igualapa en cuanto a la administración civil y religiosa. Para comprender mejor los alcances de este despoblamiento, considérense los cálculos de densidad de población hechos por Gerhard (1986:25) para las cinco jurisdicciones coloniales: para el centro y el litoral del actual Guerrero hacia 1620 (momento en el que en el conjunto de la Nueva España se alcanzan los niveles más bajos de población); para Acapulco, Zacatula y Chilapa propone menos de un habitante por kilómetro cuadrado, mientras que para Tixtla y Xalapa-Cintla-Acatlán, sugiere de uno a cinco habitantes por kilómetro cuadrado. En términos numéricos, para 1646 se asientan en la “provincia” de Acapulco 309 indígenas tributarios que, para 1804, habrían aumentado a 568 (Gerhard, 1986:41). Ello indica que, a principios del siglo XIX, no había más de 3,000 indígenas en esta circunscripción. Por otro lado, el padrón de 1792 muestra un total de 5,679 no indios (122 españoles, 19 castizos, 122 mestizos, 5,307 pardos y 109 morenos). Así, se tiene una población para toda la jurisdicción, a fines del siglo XVIII, cercana a las 28,000 personas. Todas ellas en un ámbito que comprendía, además del puerto, a Coyuca, Tixtlancingo, Texca, Cacahuatpec, Rancho de La Sabana, San Marcos, El Ejido y La Brea (La Providencia).

A pesar de diversas reformas administrativas, las tres cabeceras que conformaron el Guerrero centro y centro-meridional durante la colonia fueron: Acapulco, Chilapa y Tixtla y así pervivieron hasta el momento de la independencia.

El vacío creado por la extinción política y despoblamiento del Yopitzinco, se reflejó en los reclamos territoriales de Chilapa y Tixtla hacia el sur. La primera tendría en Chacalinitla

(hoy casi despoblada), al sur del río Omitlán, su sujeto más lejano. Bajo Tixtla, las congregaciones de principios del siglo XVII sólo permitieron la pervivencia de Chilpancingo y Dos Caminos; mientras que Tierra Colorada, es mencionada por vez primera hasta fines del siglo XVIII y se le nombra como una de las ventas a lo largo del camino de México a Acapulco (Gerhard, 1986:326).

Una incipiente recuperación demográfica se verifica durante el siglo XVIII en la “provincia” de Acapulco con la fundación del poblado Las Cruces en 1711, con el cambio de Coyuca en parroquia hacia 1720 y la consolidación de La Sabana, Tres Palos y San Marcos como haciendas latifundistas. Dicha recuperación, más o menos con el mismo ritmo, perduró hasta que las medidas higiénicas del porfiriato alcanzaron el área, dicho incremento, constante pero lento, condujo a la constitución de nuevos poblados, siendo el más importante, en la banda poniente del Papagayo, el de Xaltianguis, fundado hacia la década de 1850 (Manzanares Bello, 1999:12).

Gerhard (1986) reporta hacia fines del siglo XVII, dos haciendas y 38 ranchos en la circunscripción de Acapulco, once haciendas y 38 ranchos en la de Chilapa y cuatro haciendas y cuatro ranchos en la de Tixtla; el clima más benigno de las jurisdicciones serranas, su mayor variedad ambiental y una población más abundante explican este panorama dispar en las unidades productivas del centro-sur del actual Guerrero. Ver mapa AH III del anexo cartográfico.

#### **Patrón de asentamientos entre el siglo XVI y el XIX**

El reconocimiento de las cabecera nombradas por las autoridades españolas hacia el siglo XVI permite definir cuales eran las poblaciones importantes, antes de que la hecatombe ambiental y demográfica de ese siglo acabara de sentar sus reales.

En 1535 se nombraron corregidores para gobernar Pochotitlán, Xochitepec y la parte de Xocula en la Corona, así como a Citlaltomahua y Anenecuilco. Sobreviniendo una nueva demarcación en 1548 cuando el corregidor de Pochotitlán, Ceutla, Xochitepec y Xocula fue elevado al rango de Alcalde Mayor (Martínez Carvajal, 2001: 35). Esto indica que a pesar del exterminio de la nación yopi, en primera instancia, se siguieron reconociendo sus cabeceras y que a los templados asentamientos al norte del macizo de San Nicolás se les comenzó a considerar como alternativa a los tórridos asentamientos yopis y vecinos de Acapulco.

El puerto de Acapulco, en esta primera etapa colonial, no influyó mayormente, su importancia sólo se acrecentó hasta después de 1560, cuando la nao de Manila comenzó, oficialmente, a recalar en él. Al final de esa década, nueve eran las cabeceras reconocidas (op.cit.:38): Acamalutla, Acapulco, Citlala, Coyuca, Nahuala, Tepezuchitl, Tezcatlán, Yacapul y Zaltzapotla y en 1570 la cabecera de Anenecuilco fue trasladada a una estancia de mayor altitud; Ceutla. Así, en la antesala del peor capítulo epidémico del siglo XVI, ya no se reconoce a ninguna de las cabeceras yopis, con la excepción de la lejana Yacapul, de la que la falta de noticias, dificulta el entendimiento de su papel al interior de la federación yopi y durante el primer siglo de dominio español.

Así, comenzó a dibujarse el patrón de asentamiento, que desdeñando la parte más tórrida de la región, dio prioridad al puerto de Acapulco y a los asentamientos más elevados y próximos al macizo montañoso de San Nicolás. El benigno clima de los pueblos más

elevados, la importancia comercial anual de Acapulco –según González Dávila (en Illades, compilador, 1989: 67) el puerto de Acapulco llegaba a tener hasta 12,000 personas durante los días de feria, pero su población no superó los cuatro mil habitantes a lo largo del período colonial-, y la ruta de este puerto a la Ciudad de México serían los factores que definieron el patrón de asentamientos de la comarca por más de tres siglos. El corredor de Acapulco a la Ciudad de México provocó que el área de Ceutla y Anenecuilco fuese paulatinamente abandonada, al quedar muy lejana con respecto al “Camino de Asia”, esto a pesar de su benigno temple. Las pocas estancias habitadas a lo largo de ese camino, dentro del área de estudio a fines del siglo XVII, así como las características de esa vía fueron expuestas por el cartógrafo italiano Gemelli Carreri a fines del siglo XVII:

*“... la venta del Atajo, cercana a Acapulco; la venta de El Ejido; la hostería de Dos Arroyos; el lugar llamado Pozuelos; la hostería del Peregrino, situada sobre el monte del mismo nombre; la montaña del Papagayo, donde es preciso subir una legua, toda de piedra viva y bajar otro tanto con igual incomodidad para llegar al río del mismo nombre...”* (Alessio Robles, 1979:181)

En la lista de tributarios y castas que proporciona Dehouve (2002:92) para fines del siglo XVIII, se observa a Cacahuatpec como la única población sobreviviente, entre las que habían sido cabeceras yopis, ahora nahuatlizada. La recuperación demográfica del dieciocho, benefició únicamente a esta población que, por lo demás, nunca fue abandonada del todo. Dicha situación, en buena medida, se explica a causa de su accesibilidad desde Acapulco y la Costa Chica.

Al parecer, las propias condiciones ambientales, época de la pequeña edad de hielo, y elevada morbilidad en los entornos más cálidos, hicieron que las cabeceras indígenas también se replegaran, con excepción de la arriba mencionada, hacia el pie de monte y lomeríos del macizo montañoso de San Nicolás. En tanto que las únicas comunidades indígenas sobrevivientes a lo largo del período colonial, fueron Texca y Tixtlancingo

El patrón de asentamientos descrito, pervivió a lo largo de la mayor parte del siglo XIX, tal y como atestigua el siguiente documento resguardado en el Archivo Histórico del estado de México (Fomento-Fomento, vol.1, exp.17, f.61): Departamento de México, Prefectura de Acapulco (24-XI-1840). Estado demostrativo de las escuelas de ambos sexos que hay en este distrito, formado en obediencia de la superior orden del gobierno del departamento de 29 de octubre último. Lugares de los establecimientos: Acapulco, La Sabana, Venta Vieja, Texca, Tepetixtla, Tixtlancingo, Pueblo Nuevo, San Marcos, Tecpan, Zacatula y Los Nuevos. Dejando fuera los poblados que no se encuentran dentro del actual municipio de Acapulco, se puede observar como predominan, por su importancia, las localidades que giran alrededor del macizo montañoso de San Nicolás y las localizadas a lo largo de la ruta México-Acapulco. La recomposición de la administración eclesiástica, emprendida con la creación de la diócesis de Chilapa hacia 1862 (Archivo Histórico del estado de Guerrero -Paucic-, miscelánea no.8), confirma, a su vez, la pervivencia del patrón de asentamientos colonial hasta bien entrado el siglo XIX.

#### **El inicio de la transformación contemporánea (1870-1930)**

Las pocas actuaciones gubernamentales del México independiente en el área de estudio, antes de la dictadura de Porfirio Díaz, se limitaron al mejoramiento del camino de México

a Acapulco Sin embargo, la mayor parte de los intentos fueron vanos (Archivo Histórico del estado de México, Fomento-Caminos, Vol.1, exp.4-1830, exp.8-1832, exp.21-1841, exp.23-1845 y vol.2, exp.1-1849), por causa de la agitación social y política que caracterizó al México decimonónico. Incluso a nivel interregional, se puede observar, como la importancia del camino influyó en la elección de Chilpancingo, como capital definitiva del estado hacia 1872 (Falcón de Gyves, 1969: 14). No sería sino hasta el régimen dictatorial, que los esfuerzos para crear un camino transitable todo el año se tradujeron en la erección de un camino para automóviles, mismo que en el crepúsculo del porfiriato, únicamente alcanzó Chilpancingo y que resultó muy destruido en la Revolución (Alessio Robles, 1979:183-185). Lento proceso, que junto con la introducción de las telecomunicaciones (telégrafo y teléfono), comenzaron a desdibujar el patrón de asentamientos colonial y decimonónico.

Las peripecias para ir de Acapulco a México hasta la década de 1920 es ampliamente expuesta por Martínez Carvajal (1996:115-116):

*“Para ir a México desde Acapulco había que hacerlo a caballo. Se ascendía por La Garita hasta alcanzar La Cima, para bajar a Las Cruces; continuar por La Venta y seguir a Dos Arroyos, que era el lugar obligado para dormir. Luego se seguía por el lomerío de Alto del Camarón, El Gallinero y Agua de Perro, que estaba en el margen izquierdo del caudaloso río Papagayo: Este se cruzaba en un lanchón primitivo, para continuar a Tierra Colorada, Dos Caminos, El Ocotito, Agua de Obispo, Acahuizotla, Palo Blanco, Mazatlán, Petaquillas y por fin Chilpancingo. La jornada se hacía en cuatro días. Para seguir a México se tomaba el camino que atravesaba la Cañada del Zopilote, hasta alcanzar el río Mezcala, que también se cruzaba en lanchón... por fin Iguala. Dos días de un camino calcinado por el sol inclemente. En Iguala se tomaba el tren a las siete de la mañana, para llegar a México a las 6 o 7 de la noche. Doce horas de traqueteo para ascender hasta la capital de la república...”*

A lo largo de dicha década, este panorama fue cambiando, conforme se accedió por automóvil, desde Acapulco o Chilpancingo a los diversos puntos en que se iba avanzando en la construcción de la carretera. En su primer trazo, la carretera inaugurada en noviembre de 1927, tuvo una longitud de 458 kilómetros, desde Palacio Nacional hasta el zócalo del puerto.

La apertura de la carretera desde México hasta Acapulco, implicó a su vez, el inicio de la configuración viaria regional, siendo los caminos de Acapulco a Caleta y de este puerto a Pie de la Cuesta, los primeros en construirse. De inmediato las actividades terciarias comenzaron a desplazar a las primarias en la construcción del territorio acapulqueño del siglo XX.

La introducción del ferrocarril al sur del río Balsas no se logró materializar, a pesar del tendido de vías en Acapulco, a no más de diez kilómetros del puerto. La máquina corrió en una sola ocasión en 1910 y en la etapa armada de la revolución los rieles de las vías fueron utilizados para la fabricación de armas (Martínez Carvajal, 1996:110-112) (Pintos, 1949:211-213). La energía eléctrica fue de las últimas innovaciones en llegar a la región de Acapulco, la primera planta se instaló en el puerto hasta 1913 (Tabares y Liquidano, 1994:190). El acceso a tan prestigioso servicio, también es un elemento a considerar en el nuevo patrón de asentamientos que se iba dibujando.



La adecuación administrativa, consecuencia del crecimiento demográfico e indispensable para hacer rentable en los centros de población (tradicionales y nuevos) la introducción de innovaciones tecnológicas, se condujo a grandes rasgos, dentro del área de estudio de la siguiente manera, ocurriendo casi todas las transformaciones durante esta etapa:

San Marcos del distrito de Tabares, fue la primera demarcación en ser erigida en municipio en 1872, apenas veinte años antes había sido catalogado como hacienda perteneciente al municipio guerrerense de Acapulco. Dos años después se segregó la parte de Tecoanapa, para configurar ese municipio y en 1876, Coyuca de Benítez alcanzó también el rango de municipalidad. Ambos municipios obtuvieron la mayor parte de sus territorios de la jurisdicción municipal de Acapulco. El municipio de Florencio Villarreal, con cabecera en Cruz Grande, quedó definitivamente establecido en 1899. Por último, aunque el municipio de Juan R. Escudero, con cabecera en Tierra Colorada, no se estableció sino hasta 1951, bajo un panorama territorial distinto. De las adecuaciones territoriales posteriores, la más importante, fue la cesión del pueblo de Cacahuatpec al municipio de Acapulco en 1946 (Pauccic, 1980:29-36).

### **Intervención antrópica entre la década de 1930 y la década de 1960**

Una de las consecuencias inmediatas de la apertura de la carretera de México a Acapulco, fue la conformación de pueblos-dormitorio, desde el puerto hasta el puente del río Papagayo, a unos sesenta kilómetros del mismo: el Veintiuno, Los Órganos, El Quemado, Lomas de San Juan, El Treinta, El Cuarenta y Dos, El Cuarenta y Cinco, Xaltianguis en cierta medida, El Playón y Xolapa fueron utilizados como campamentos carreteros que, una vez terminada la obra y por su proximidad al puerto, la creciente demanda de servicios y el elevado precio del suelo, hicieron que estas comunidades se convirtieran en alternativa de residencia para quienes buscaban un empleo en el naciente centro turístico. Tal impacto se observa de forma inmediata en las cifras de población para Xaltianguis entre 1910 y 1930: 410 habitantes en el primer año y 1,045 en el segundo. Esta población, por causa de su importancia anterior a la construcción de la carretera fue el lugar escogido por familias de Sabanillas, Dos Arroyos, Río Verde, Alto del Camarón, Los Guajes, Coacuyulillo, Jaleaca, Santa Bárbara, Dos Caminos, Mazatlán y Tlacotepec, para afincarse en un sitio beneficiado por la moderna vía de transporte (Manzanares Bello, 1999:20-24).

La construcción de la carretera y una mayor presión demográfica, aunado a la dotación de ejidos y bienes comunales, logró en definitiva, que el patrón de asentamientos que había perdurado por más de trescientos años, se rompiera definitivamente. El centrarse en el nuevo eje de comunicación, dio lugar al relego de las poblaciones localizadas sobre el viejo camino de herradura. La asignación de tierras y un panorama más optimista, también hicieron que disminuyera la relevancia de los asentamientos sobre el pie de monte del macizo montañoso de San Nicolás, sometiendo a la cuenca baja del río Papagayo a un proceso de poblamiento, que no se vivía desde la etapa colonial temprana.

La reestructuración del territorio inicia, en una época tan temprana como la década de 1930, al reconocerse las localidades en que se instalaban casillas electorales, en Acapulco. Los poblados eran: Xaltianguis, Dos Arroyos, Cacahuatpec, La Venta, La

Sabana, El Treinta, Pie de la Cuesta, Dos Arroyos y Cacahuatpec. Para llegar a los dos últimos, solamente se podía ir a caballo (Martínez Carvajal, 1996:86)

La poca exactitud en la tenencia de la tierra habida en la cuenca baja del Papagayo, queda manifiesta en la carta fechada y signada en 1944 por parte de la Dirección Rural, Terrenos Nacionales y Colonización de la Secretaría de Fomento (Archivo Agrario del estado de Guerrero, vol. 358). En dicho plano, queda a nivel de mera suposición, el que buena parte del polígono comprendido entre Coquillo-El Zapote-Chacalapa-Las Mesas-Pochotillo-Las Cruces-El Guayabo y Rancho Nuevo, este compuesto en su mayoría por terrenos nacionales.

En el caso de Acapulco, ante su acelerado crecimiento, fue indispensable buscar fuentes de aprovisionamiento de agua, la primera opción fue el río de Las Hamacas, en las proximidades del pueblo de Tixtlancingo. El acueducto fue construido en la década de 1940 (Pintos, 1949:281-282) y veinte años después era ya insuficiente, por lo que se tuvo que mirar hacia el Papagayo, para lograr un abastecimiento de mayor caudal. Apropiación del recurso, que desde los años sesenta, ha sido cuestionada por causa de los contaminantes que desde entonces, se arguye, contiene dicho río.

El acelerado crecimiento demográfico de la entidad entre 1920 y 1970 y la presencia de la carretera federal 95 como eje primordial del estado en lo económico, queda expuesto en el siguiente cuadro. El estancamiento de Tixtla, es un claro reflejo del argumento presentado en este párrafo (Campodónico y Nerys, 1980:81).

La apertura de la carretera de Tierra Colorada a Ayutla y Cruz Grande a fines de la década de 1960 dio lugar a la última alteración significativa del patrón de asentamientos en el área de estudio. El impacto de la hidroeléctrica de La Venta, tuvo consecuencias más localizadas, con el traslado del poblado de Venta Vieja. Por último, la construcción de la autopista Cuernavaca-Acapulco, terminada a comienzos de la década de 1990 (por tanto fuera del período que se analiza), puede apreciarse como otro de los elementos que pueden conducir a una nueva alteración en la localización y relevancia de los asentamientos. Sin embargo, por causa de los pocos accesos construidos, en poco ha influenciado el comportamiento de las localidades del ámbito rural del municipio de Acapulco. Ver mapa AH IV del anexo cartográfico.

Cuadro AH 1. Crecimiento demográfico en Guerrero, 1921-1970

<b>Año</b>	<b>Acapulco</b>	<b>Chilpancingo</b>	<b>Iguala</b>	<b>Taxco</b>	<b>Tixtla</b>
1921	5,768	5,955	10,855	2,371	5,212
1930	6,529	8,315	12,008	3,554	5,551
1940	29,312	8,834	12,756	4,963	6,130
1950	28,512	12,673	19,422	10,023	7,097
1960	49,149	18,022	26,845	14,773	8,500
1970	174,378	36,193	45,355	27,089	10,334

Fuente: Campodónico y Nerys, 1980:81

## Ámbito microregional

### Situación demográfica

Los cuatro municipios afectados por el proyecto representan el 32.8% de la superficie regional con una densidad de 195.8 hab/Km<sup>2</sup> en 2000 y una población de 836 403 habitantes que representan el 59.5% de la población regional, así como una tasa de crecimiento de 1.9% que es inferior a la registrada para la región en el periodo 1990-2000 (Cuadro DM 1).

Esta región se integra por cuatro de los municipios de la región de estudio. Acapulco de Juárez a la Región Acapulco, San Marcos y Tecoaapa en la Región Costa Chica y Juan R. Escudero en la Centro. Representan el 32.8% de la superficie de la región de estudio con una densidad de 195.8 habitantes/km<sup>2</sup> en 2000 y una población de 836 403 habitantes que representan el 59.5% de la población de la región de estudio, así como una tasa de crecimiento de 1.9% que es inferior a la registrada para la región en el periodo 1990-2000 (Cuadro DM 1)

El municipio con mayor extensión es el de Acapulco de Juárez con una superficie de 1,882.6 Km<sup>2</sup> que equivale al 14.4% de la región de inundación y una población de 722,499 personas en 2000, así como una densidad media de 383.8 habitantes/km<sup>2</sup> y una tasa de crecimiento medio anual de 2.0%, que es inferior a la registrada para la región de estudio, pero superior a la estatal (Cuadro DM 1).

Cuadro DM 1. Microregión. Superficie, población total, densidad y tasa de crecimiento, 1970-2000.

Escala de análisis	Superficie km <sup>2</sup>	Población total			Densidad (hab/km <sup>2</sup> )			Tasa de crecimiento	
		1970	1990	2000	1970	1990	2000	1970-1990	1990-2000
Microregión (a)	4,272.8	308,882	693,229	836,403	72.3	162.2	195.8	4.1	1.9
%	32.8	54.8	61.7	59.5					

(a) Los porcentajes de superficie de la microregión se calculó respecto a la región de estudio.

Fuente: CONAPO (1994). *La población de los municipios de México 1950-1990*. CONAPO, Secretaría de Gobernación, pag 20-21.

INEGI (2001). *XII Censo General de Población y Vivienda, 2000*. Estado de Guerrero. Aguascalientes. INEGI. [<http://www.inegi.gob.mx>]

### Distribución microregional de la población

En el municipio de Acapulco, se registran 272 localidades de las cuales el 98.9 % son rurales (menos de 5000 habitantes), localidades que tienen al 12.4% de la población total del municipio; existen dos localidades mixtas rurales con el 1.7% de la población, una es Xaltianguis con 6 595 personas y la otra es Kilómetro Treinta con 5968 personas. Existe también una localidad urbana que aglutina el 86% de la población municipal y que corresponde a Acapulco de Juárez, con 620 656 (INEGI, 2000, Cuadro DM 2, Gráficas DM 3, DM 4 y DM 5 de población y DM 6, DM 7 y DM 8 correspondientes a las localidades).

Cuadro DM 2. Población y localidades, 2000.

Clave	Microregión municipios de estudio	Rural		Mixta rural		Mixta urbana		Urbana	
		pob %	loc %	pob %	loc %	pob %	loc %	pob %	loc %
	Microregión	22.1	99.1	2.7	0.6	1.4	0.2	75.4	0.2
12001	Acapulco de Juárez	12.4	98.9	1.7	0.7	0.0	0.0	85.9	0.4
12039	Juan R. Escudero	55.9	98.1	44.1	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0
12053	San Marcos	76.1	100.0	0.0	0.0	23.9	0.0	0.0	0.0
12056	Tecoanapa	100.0	99.3	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0

Localidades rurales menores de 5000 habitantes

Localidades mixtas rurales entre 5001 y 10000 habitantes

Localidades mixtas urbanas entre 10001 y 15000 habitantes.

Localidades urbanas mayores de 15 000 habitantes

Fuente: INEGI (2001). *XII Censo General de Población y Vivienda, 2000. Estado de Guerrero. Aguascalientes.*

INEGI. <http://www.inegi.gob.mx>

Los municipios de San Marcos y Tecoanapa que se ubican en la Región Costa Chica, registran el 100% y 99% de localidades rurales respectivamente en 2000. Sin embargo, con respecto a Acapulco de Juárez la población rural es más significativa, ya que ésta representa el 76% y el 100% respectivamente. En San Marcos hay una localidad mixta urbana con 11 679 habitantes y en Tecoanapa sólo se registran localidades rurales donde destaca la cabecera municipal con 3 496 personas, Huamuchapa 2 504 habitantes y Xalpatlahuac con 3 663 habitantes (INEGI, 2000, Cuadro DM 2).

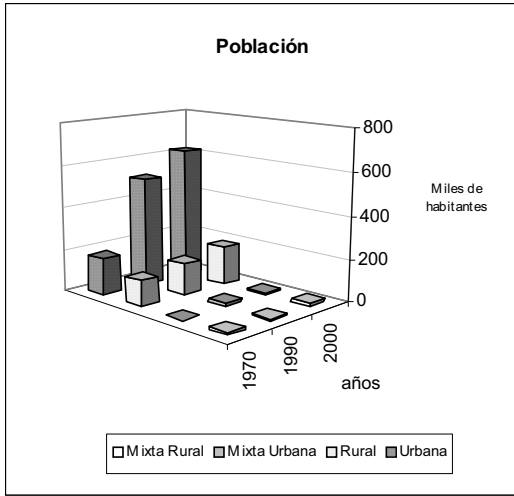
En el municipio de Juan R. Escudero, el 98% de las localidades son rurales, pero en este caso sólo el 56% de la población es rural. Existe una localidad mixta rural que es Tierra Colorada con 9 704 habitantes (INEGI, 2000, Cuadro DM 2 y **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Como se advierte en la Gráfica DM 1, el patrón de distribución de la población tiene un mayor peso en una sola localidad urbana en proporciones que varían de 56.5 en 1970 a 1972 en 2000. Datos que advierten un incremento de población del 26 %. Le sigue en importancia la población rural con 40 % en 1970 a 22 % en 2000. La población sólo ha registrado un incremento de 5%, distribuido en el 99 % de las localidades del área del embalse.

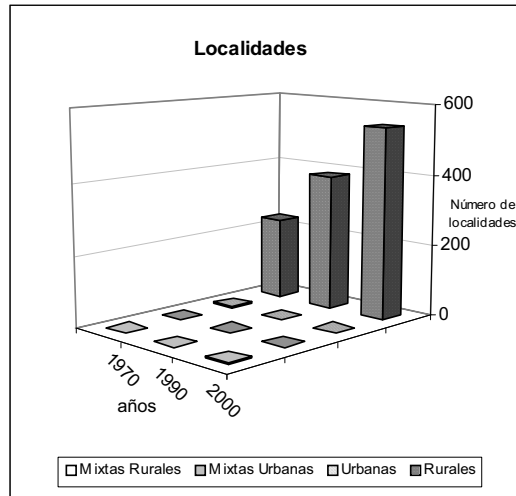
Respecto de la población total de las localidades que serán objeto de inundación que registran 4188 habitantes distribuidos en 920 viviendas, según INEGI, 2000. En el municipio de Acapulco de Juárez, la población representa el 35 % e igual porcentaje para las viviendas. En el caso de Juan R. Escudero, la población representa el 57 % y de la misma manera la proporción de viviendas, finalmente, San Marcos, con 8 % tanto de población como de viviendas.

Hay que considerar que para fines de este estudio el número de localidades en cada uno de los municipios que se verán afectadas, son eminentemente rurales, aunque no se trata de minimizar su importancia ni la trascendencia del impacto que implica el desarrollo del proyecto.

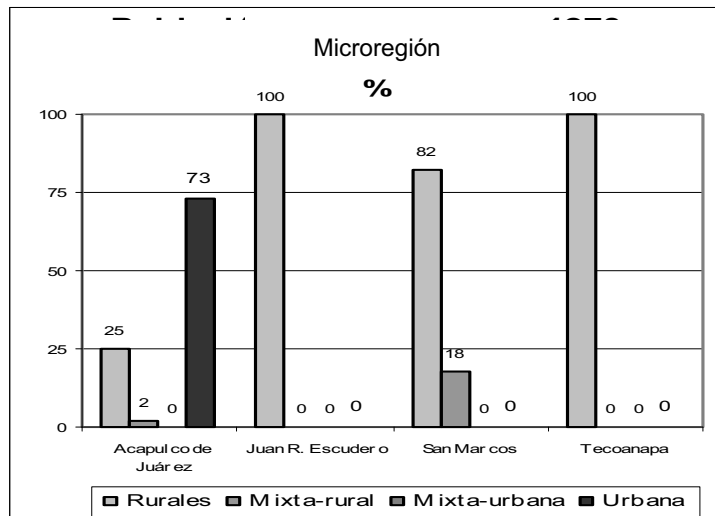
Gráfica DM 1. Microregión. Población



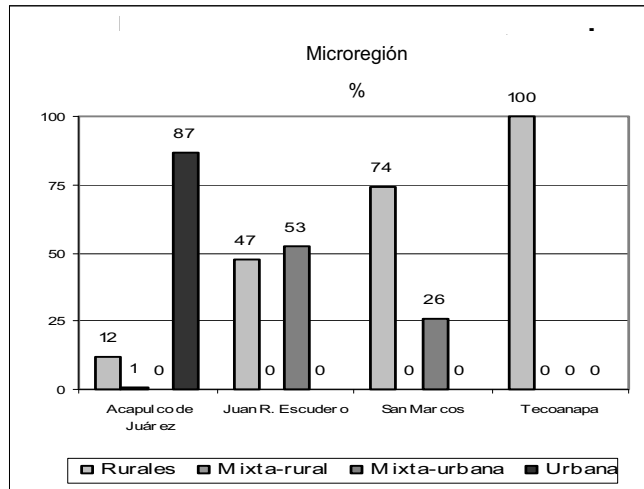
Gráfica DM 2. Microregión. Localidades



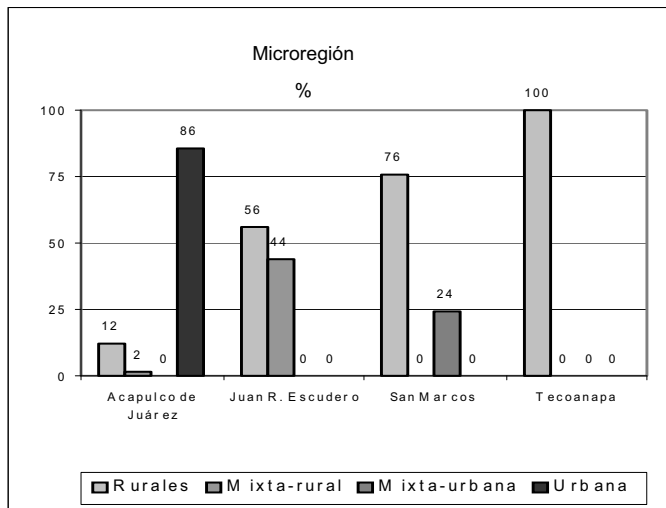
Gráfica DM 3. Población por municipio 1970.



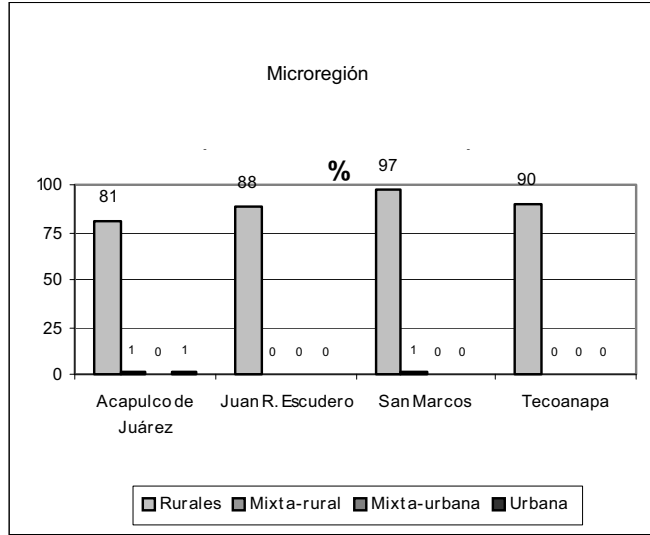
Gráfica DM 4. Población por municipio, 1990



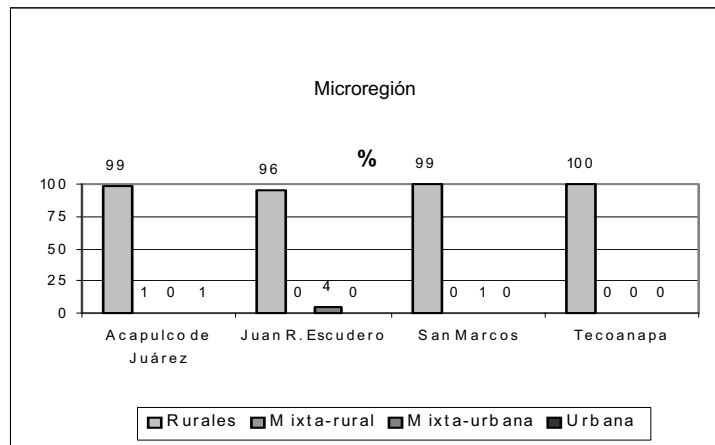
Gráfica DM 5. Población por municipio, 2000



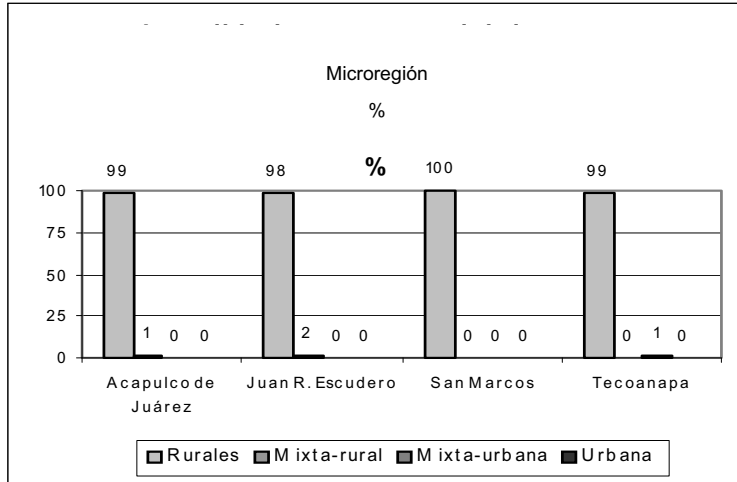
Gráfica DM 6. Localidades por municipios y su distribución según tamaño de localidad, 1970



Gráfica DM 7. Localidades por municipios y su distribución según tamaño de localidad, 1990



Gráfica DM 8. Localidades por municipio y su distribución según tamaño de localidad, 2000.



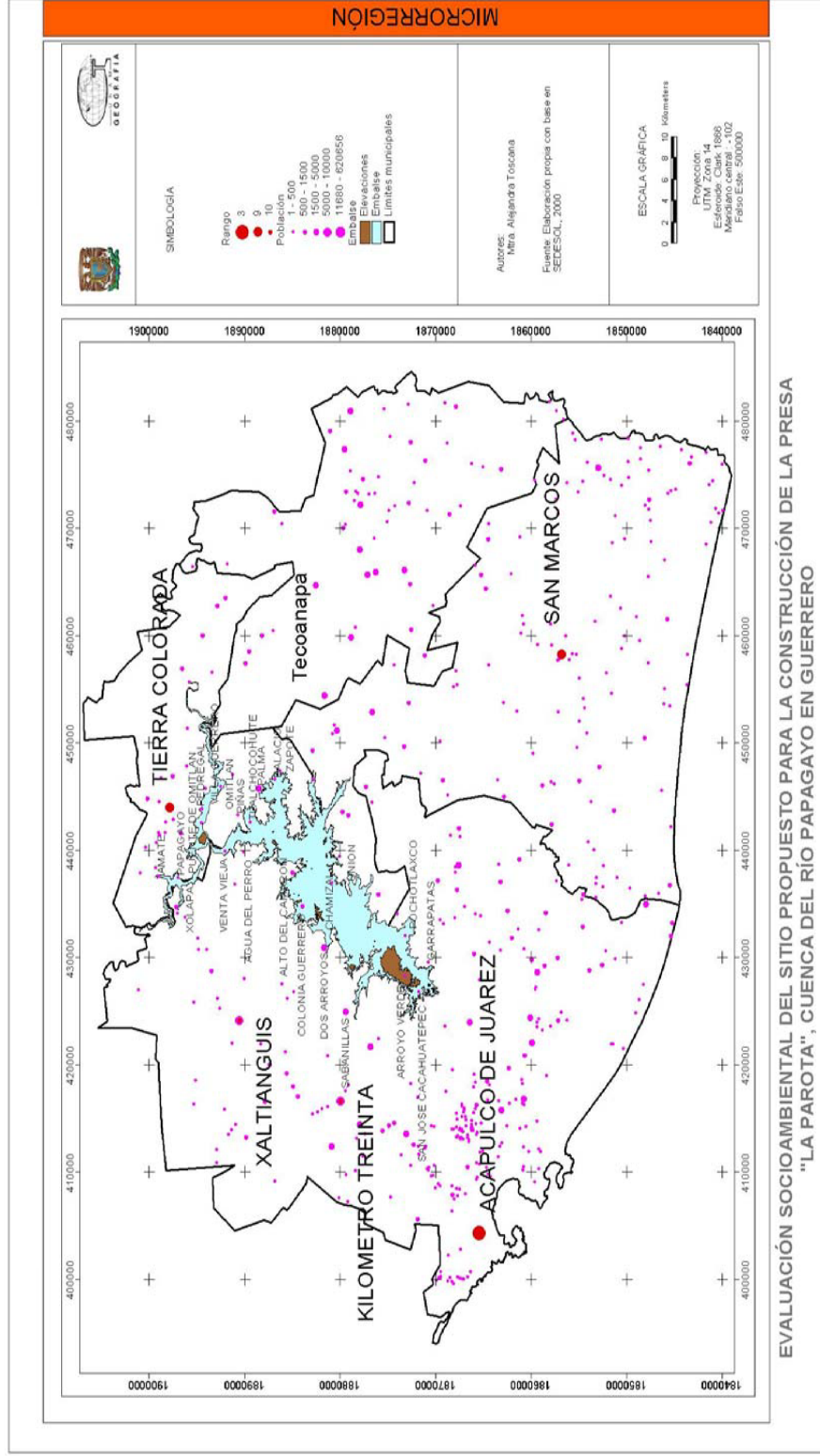
La altitud de las localidades varía entre 50 metros sobre el nivel del mar y 170 metros con excepción de La Palma en el Municipio de Juan R. Escudero que se localiza a 230 metros snm y el de Arroyo Verde en el de Acapulco a 240 metros snm.

Para dar una idea del aspecto general de algunas localidades del área de inundación se obtuvieron, por medio del trabajo de campo, algunas fotografías (Ver anexo gráfico) que revelan las condiciones socioeconómicas con respecto a la vivienda, la cultura material y su entorno, como se puede apreciar en las mismas, en las viviendas, además de los cuartos que son utilizados por la población, se encuentran algunos espacios techados que son empleados para el resguardo de los animales domesticados.



**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos**

Mapa UA1. Distribución y ubicación de las localidades del ámbito microregional.



**Estructura microregional de la población por edad y sexo**

El comportamiento observado en el ámbito regional tiene sus matices en el ámbito microregional, donde a pesar de que se mantiene la misma dinámica poblacional, los cambios son menos significativos, influidos básicamente por los generados en la estructura de la población del municipio de Acapulco. (Mapa DM2 Estructura poblacional a nivel regional y microregional).

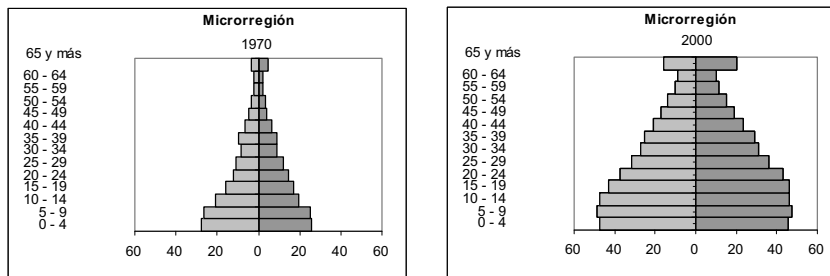
Es decir que el comportamiento de la estructura de la población de los tres grandes grupos de edad es semejante, o sea durante el periodo considerado 1970-2000 hay un descenso del grupo de jóvenes (47 y 34.6 %) respectivamente y hay un aumento significativo del grupo de adultos (50.4 y 61.0 %) para el periodo de estudio. Por otra parte, el grupo de adultos mayores (2.6 y 4.4 %), es un grupo menos significativo. Este último grupo, presenta una tendencia creciente, siendo el municipio de Acapulco el que presenta la cifra más reducida de 3.0 % para el periodo 2000. Ver Cuadro DM 3, Mapa DM 1 y Mapa DM 2 y Gráfica DM 9.

Cuadro DM 3. Estructura de edades de la población microregional, 1970-2000

Grupos de edad	0-14 años			15-64 años			65 años y más		
	MUNICIPIOS	1970	1990	2000	1970	1990	2000	1970	1990
<b>Microrregión</b>	<b>47.0</b>	<b>39.1</b>	<b>34.6</b>	<b>50.4</b>	<b>57.8</b>	<b>61.0</b>	<b>2.6</b>	<b>3.1</b>	<b>4.4</b>
Acapulco	46.0	37.9	33.2	51.7	59.1	62.5	2.3	3.0	4.3
Juan R. Escudero	48.9	43.7	40.4	47.3	51.9	54.1	3.7	4.4	5.5
San Marcos	51.3	46.5	42.5	45.3	49.4	51.8	3.4	4.1	5.7
Tecoanapa	49.9	47.4	44.5	46.4	49.0	50.8	3.7	3.6	4.7

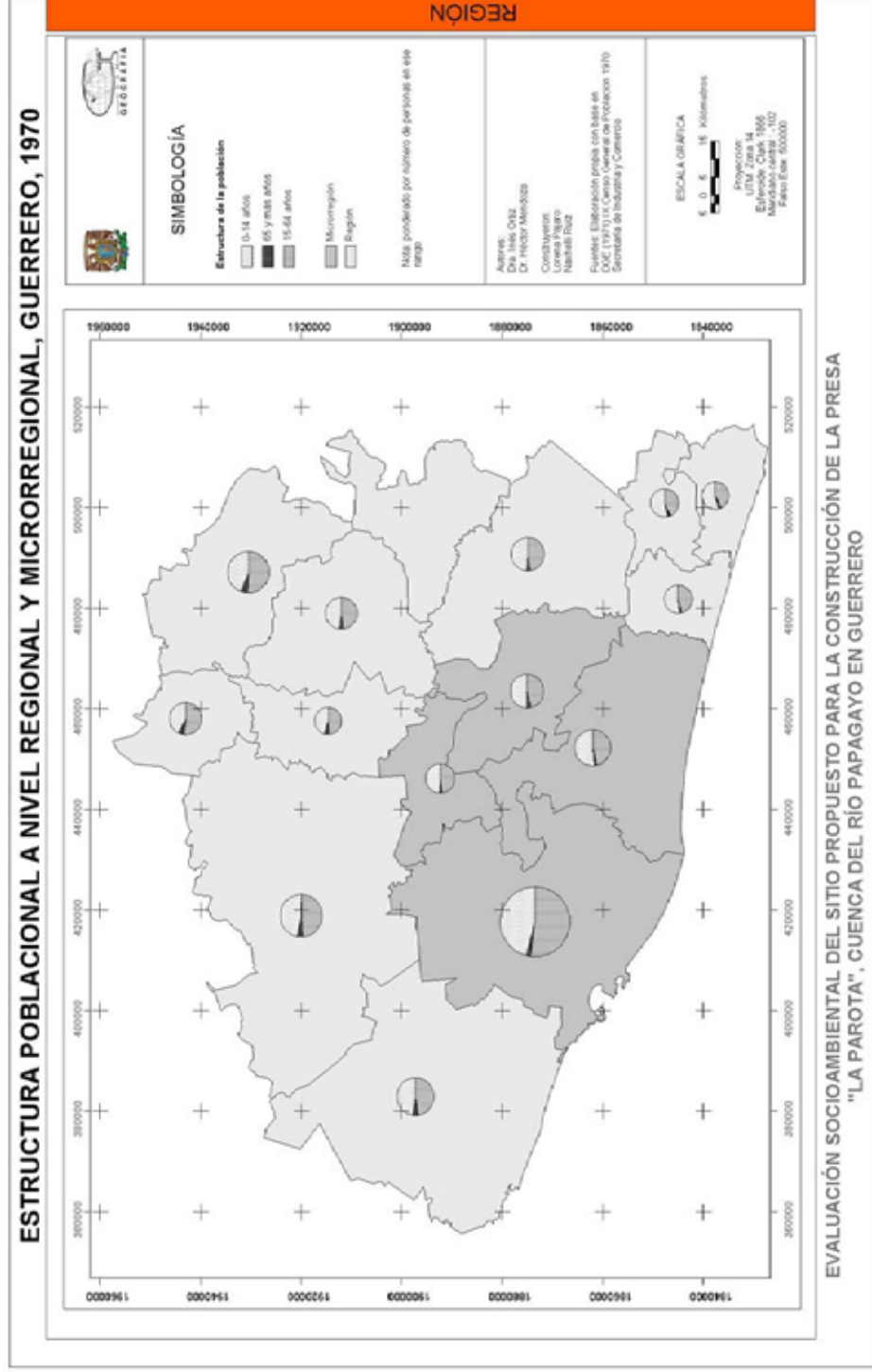
Fuente: Censos de Población, 1970, 1990 y 2000, INEGI.

Gráfica DM 9. . Estructura de la población. Microrregión



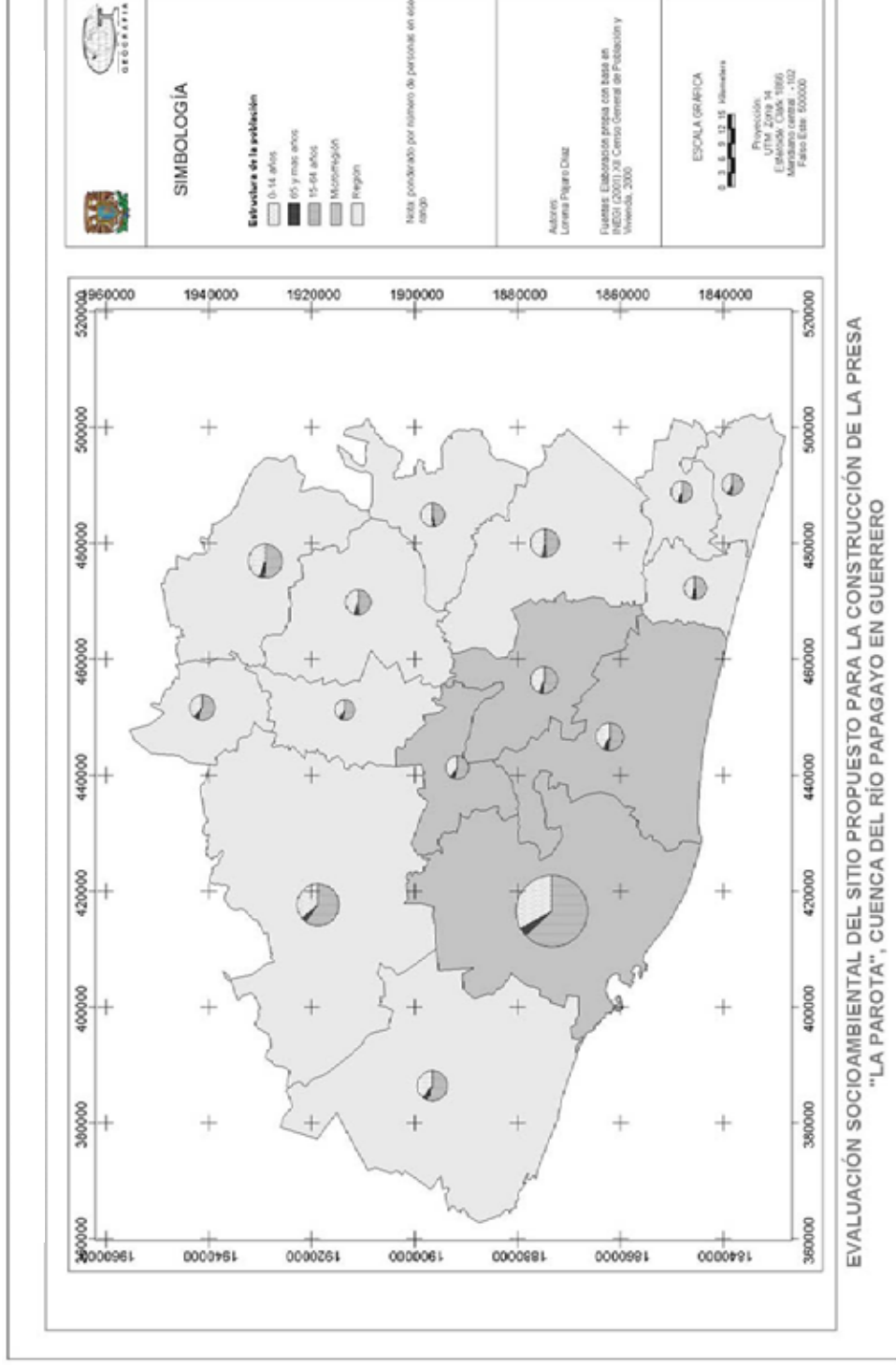
**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico "La Parota" Aspectos Socioeconómicos**

Mapa DM 1. Estructura poblacional a nivel regional y microregional, Guerrero, 1970



## Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos

Mapa DM 2. Estructura poblacional a nivel regional y microregional, Guerrero, 2000



### Migración microregional

El patrón migratorio estatal se reproduce en la microregión, aunque con variaciones significativas en el período considerado; dependiendo de las relaciones municipales en la región, se van a presentar patrones inmigratorios distintos influidos principalmente por la atracción de su localización y acceso o comunicaciones y distancia, sin olvidar la expectativa generada por la riqueza territorial, hasta ahora concentrada en algunos sitios de alto desarrollo económico como Acapulco.

Con un análisis más detallado, para las cifras de 1970, se percata una diversidad de preferencias de los inmigrantes. En los municipios de la microregión, las personas provienen, en el caso de Acapulco, de Oaxaca (19.5 %), Distrito Federal (17.8 %) y el Estado de México (14.9 %); hacia Juan R. Escudero de Michoacán (18.1 %), Morelos (13 %) y el Distrito Federal (11 %); hacia San Marcos de Oaxaca (36.1 %) y Distrito Federal (8.2 %), por último, hacia Tecoaapa del Estado de México (37.5 %), Distrito Federal (20.8 %) y de Oaxaca (10.4 %) (Cuadro DM 4).

Cuadro DM 4. Entidades federativas con mayor flujo de inmigrantes a la microregión, 1970-2000.

Escala de análisis/entidades	1970			2000		
	Distrito Federal, Edo. de México., Michoacán, Oaxaca	Jalisco, Morelos, Puebla, Veracruz	Otras	Distrito Federal, Edo. de México., Michoacán, Oaxaca	Jalisco, Morelos, Puebla, Veracruz	Otras
	%	%	%	%	%	%
Microregión	60.9	18.6	20.4	64.1	18.7	17.1

Fuente: Censos de población 1970-2000, INEGI.

En 2000, se detectan cambios en las preferencias de la movilidad territorial de la población que merecen una atención a continuación. En el caso de Acapulco, sólo dos entidades aportan los mayores volúmenes de población: el Distrito Federal (28.9 %) y Oaxaca (22.9 %); para Juan R. Escudero, el Estado de México (21.5 %); Distrito Federal (20.6 %) y Michoacán (15.7 %); para San Marcos, el Distrito Federal (30 %) y para Oaxaca (21.2 %) y, por último, Tecoaapa, Distrito Federal (22.6 %), el Estado de México, (23.1 %) y Oaxaca (11.5 %) (Cuadro DM 4).

Para el período 1970-2000, las principales corrientes inmigratorias hacia Acapulco han aumentado en un 10.4 %, proveniente del Distrito Federal y la del Estado de México disminuyó en 8.5 %, mientras que la de Oaxaca ha sido la menos intensa, con sólo 3.4 %. En el caso de Juan R. Escudero, las tres principales corrientes provenientes del Distrito Federal, Michoacán y Morelos registran una variación importante. El primero, aumenta en 9.6 %, ahora se presenta como significativo el Estado de México, con 21.5 %, un aumento de 12.1 %. Michoacán disminuye en un 2.4 % y Morelos que anteriormente fue de 13 %, ha disminuido en un 7.2 %. En San Marcos, la corriente migratoria del Distrito Federal ha aumentado en 21.8 %, de Oaxaca reduce su monto en 14.9 %. Finalmente, en

Tecoanapa la corriente migratoria procedente del Distrito Federal aumenta sólo 4.5 %, la que proviene del Estado de México disminuyó en 14.4 % y, la registrada desde Oaxaca, aumenta solamente 1.1 %.

**Cuadro DM 5. Tasa Anual de Inmigración, 1970 y 2000**

Escala de análisis	Periodos	
	1970	2000
Microregión	86.8	82.2

Fuente: Censos de población, estado de Guerrero, 1970-2000, INEGI.

La microregión tampoco se aleja del patrón emigratorio de la entidad. A través de las tasas de crecimiento, se advierte una disminución de éstas de 3.5 % a 2.3 % (1970-1990 y 1990-2000).

En la escala municipal, lo significativo ha sido también una disminución para el mismo lapso de 4.1 a 1.9 %. Los municipios de Acapulco, Juan R. Escudero y San Marcos marcan en sus tasas de crecimiento un descenso que señala la posibilidad de una emigración en los periodos considerados en este informe.

Respecto a la tasa de inmigración del periodo 1970 a 2000, en la microregión destacan Acapulco y Juan R. Escudero con los valores más significativos y San Marcos y Tecoaanapa con valores entre 13 y 12.1 %.

No obstante lo anterior, se advierte que en el periodo analizado las corrientes más significativas hacia la microregión son principalmente del Distrito Federal y del Estado de Oaxaca, en el primero con un aumento del 10.4 %, y, en el segundo, de 3.2 %, en ese lapso.

## **Urbanización**

### **Sistema Vial**

Para el análisis de la vialidad en el ámbito microregional, se consideran los cuatro municipios involucrados por afectación a población y tierras. Para el manejo de la información vial se utilizó la cartografía digital de INEGI escala 1: 250 000. Los mapas se pueden consultar en el Anexo Cartográfico.

A esta escala de análisis se puede advertir que, la red vial está representada por un total de 921.7 km de caminos (Mapa Anexo SV I del anexo cartográfico) de los cuales las terracerías representan 45.4%, las pavimentadas 41.3% y el resto corresponde a las brechas, 13.3%. La distribución de la red en términos municipales está altamente concentrada en el municipio de Acapulco, con una superficie que representa el 42.8% del área afectada, donde habita el 86.4% de los habitantes, mismos que tienen para sus servicios de transporte el 51.8% de toda la longitud vial. Por esta razón, es en este municipio donde se registran los promedios de densidad más altos dentro de la zona de afectación (280 m de caminos por km cuadrado) pero también, donde la población ejerce mayor presión sobre la red vial (0.661 km por cada 1000 habitantes).

La alta concentración que se registra en el municipio de Acapulco expresa al mismo tiempo los bajos niveles de desarrollo y la pobre infraestructura vial con que cuentan los otros tres municipios del ámbito microregional. De los 921.7 km de carreteras, la mitad (51.8%) se localiza en el municipio de Acapulco y la otra mitad se distribuye irregularmente entre los tres municipios restantes (28.3% en San Marcos, 10% en Tecoaapa y 9.9% en Juan R. Escudero).

Cuando se analiza la red a escala municipal considerando los distintos tipos de camino, se advierte que: en Acapulco los caminos pavimentados representan el 48% de su red, le siguen en importancia las terracerías (42.3%) y en último lugar las brechas (9.7%). Aunque el municipio de Juan R. Escudero también registra un alto porcentaje de caminos pavimentados (55% de su red) y de terracerías (40.9%) con sólo el 4.1% de brechas, hay que recordar que la longitud total de su red, su superficie y la población que habita en dicho municipio apenas representan respectivamente: el 9.9%, 10.2% y 2.6% del total considerado en el área de afectación.

En Tecoaapa y San Marcos las terracerías alcanzan los máximos valores dentro del ámbito microregional (55% y 49% respectivamente) los caminos pavimentados le siguen en importancia (31.2% y 27.8% respectivamente) pero, las brechas también alcanzan en estos municipios los mayores porcentajes de participación (13.5% y 23.2%) Por lo tanto, es en estos dos municipios donde se registran las densidades viales más bajas dentro del ámbito microregional: 134 y 221 m de caminos por kilómetro cuadrado y como ya se indicó, la mayor parte de esos caminos son de bajas especificaciones técnicas.

El análisis de la cobertura territorial y demográfica de la red vial en el ámbito microregional (cuatro municipios) nos indica que: el 67.5% del territorio se localiza entre los 0 y 2 km de distancia a la red carretera (incluyendo pavimentadas, terracerías y brechas) en esa superficie se localiza el 87.7% de las localidades y habita el 24.8% de la población (Mapa Anexo SV II Densidad vial), entre 2 y 5 km de distancia a la red vial se encuentra el 30.3% de la superficie considerada, y ahí se localiza el 11.3% de las localidades donde se concentra el 75% de la población, a más de 5 km de distancia sólo se encuentra el 2.2% del territorio, donde se ubica el 1.0 % de las localidades con el 0.2% de los habitantes.

Al igual que en el ámbito regional, lo que se advierte es que las localidades y la población se ha ido concentrando a lo largo de la infraestructura vial. Sin embargo, el Índice de Densidad Vial muestra nuevamente que la situación no es tan homogénea ya que: los ejes carreteros que van de Chilpancingo a Acapulco (carretera libre y autopista), incrementan los rangos de densidad de los municipios del ámbito microregional que cuentan con estas vías de comunicación (Anexo Mapa SV II Densidad vial del anexo cartográfico) mientras que, los de la parte este tienen los valores de densidad más bajos.

Al aplicar la malla, en este caso, de 2 km por 2 km cuadrados, para tratar de tener mayor precisión en el análisis de la densidad vial, resulta que: el 63.1% del ámbito microregional, con el 39.4% de las localidades y el 79.3% de la población, tiene serios problemas para su comunicación (porque no cuenta con caminos o porque su densidad es la mas baja dentro de la zona estudiada (Mapa SV VI del anexo cartográfico). Sólo el resto podría decirse que se encuentra relativamente bien comunicado (36.9% de la superficie, con el 60.6% de las localidades y el 20.7% de la población) Es importante mencionar que la mayor parte de lo que conformaría el embalse de la presa se encuentra dentro del área

considerada sin caminos, la red afectada se localiza fundamentalmente en la periferia de dicho embalse.

Para el análisis de las interacciones socioeconómicas se recurrió a la información recolectada durante el trabajo de campo que se presenta a continuación analizando las rutas que se recorrieron y que permitieron identificar de manera cualitativa la dirección e intensidad de dichas interacciones.

#### **Ruta Kilómetro El Treinta – Altos del Camarón**

La infraestructura vial de esta ruta, que tiene una longitud de 25.6 km, se encuentra en malas condiciones, aunque esta clasificada como camino revestido la carpeta se encuentra bastante deteriorada en la mayor parte de su trayecto.

Existen cuatro concesionarios autorizados para brindar el servicio público de transporte de pasajeros, cuyos permisos se tramitan anualmente en Chilpancingo. La Organización de taxistas unidos El Treinta A. C. Sitio No.2 Benito Juárez Km 30 Gro., que cuenta con 25 unidades, nos permitió saber que la ruta comunica a las localidades: Ejido, Sabanilla, Dos Arroyos, Colonia Guerrero y Altos del Camarón, pertenecientes al municipio de Acapulco. Los taxis, que funcionan como colectivos tienen salidas cada diez minutos y supuestamente lo hacen con o sin pasaje. Cada vehículo realiza de 7 a 8 vueltas al día. Los sábados y Domingos tienen más pasaje proveniente principalmente de las localidades de Ejido y Dos Arroyos. Teniendo como base El Treinta se tiene las siguientes paradas, en total el recorrido desde el Treinta hasta Altos del Camarón se realiza aproximadamente en poco más de una hora:

El destino de los productos agrícolas (maíz, frijol, sandía) de estas localidades es el puerto de Acapulco, y frecuentemente se transportan en camionetas particulares. La mercancía proveniente de Acapulco llega en camionetas de redilas y el servicio cuesta cerca de \$800.00, las camionetas que trabajan sin permisos cobran de \$400 a \$500.00.

Entre la problemática identificada por los choferes destaca la falta de pasaje y las malas condiciones de la carretera. Por lo que los concesionarios del servicio consideran importante que se pavimente su carretera, por el mal estado afirman que compran refacciones cada 20 días y que ellos mismos rellenan los baches de la carretera. Otro problema identificado por los concesionarios es que el gobierno ha permitido la operación de numerosas camionetas bajo amparo. En realidad, más que falta de pasaje el exceso de permisos otorgados ha saturado la demanda.

Cuadro UA 1. Recorrido en transporte público desde el treinta hasta Alto el Camarón

<b>Parada</b>	<b>Precio pesos</b>
El Treinta (origen)	
Ejido	5
Sabanilla	7 a 8
Dos Arroyos	9 a 10
Colonia Guerrero	12
Los Guajes	11
Altos del Camarón	12 a 13



#### **Ruta Altos del Camarón – Tierra Colorada**

El camino de Altos del Camarón a Tierra Colorada, en el municipio de Juan R. Escudero, es de terracería y se encuentra en malas condiciones, su longitud es de 10.6 Km. El servicio se brinda con una sola camioneta cuyo permiso fue otorgado por el Ayuntamiento. La unidad se utiliza cuando los habitantes de esta localidad requieren desplazarse a la ciudad de Chilpancingo (generalmente van por cuestiones administrativas). Efectúa un solo viaje al día y su costo es de \$20 pesos, el tiempo del recorrido puede ser hasta de una hora. Las mercancías que llegan a Alto del Camarón provienen principalmente de la localidad El Treinta, es frecuente que los comerciantes traigan sus productos en su propio medio de transporte. De Tierra Colorada se abastecen sobre todo de materiales para la construcción (herrería, lámina, alambre de púas, malla ciclónica). La producción pesquera de la ribera del Papagayo y agrícola es llevada en camioneta particular o taxis a Acapulco.

#### **Ruta Tierra Colorada – Xolapa – Xaltianguis**

Esta ruta cuenta con una carretera que se encuentra en buenas condiciones y comunica a Tierra Colorada del municipio de Juan R. Escudero con las localidades de Xolapa y Xaltianguis del municipio de Acapulco. El servicio de transporte lo realiza la Coalición Mixta de Transporte. La concesión la otorgó el gobierno estatal, al Sr. Heriberto García, en la Dirección de Transporte y Vialidad del estado de Guerrero en Chilpancingo. Cada año se renueva la concesión. Se cuenta con 10 combis para realizar el servicio, las unidades salen de Tierra Colorada y Xaltianguis. Además, de Tierra Colorada también se ofrece el servicio de taxis (15 unidades) que tiene en concesión el Sr. Juan Valdez.

La demanda se comporta de la misma manera casi todos los días, no llevan registro, pero, afirman que cada combi hace tres viajes redondos diarios en promedio. Algunas veces salen vacías o con dos personas lo que resulta incosteable. El costo del servicio colectivo a Tierra Colorada y a Xaltianguis es de \$5.00. El recorrido tanto a Tierra Colorada como a Xaltianguis es de 30 minutos aproximadamente. Las corridas son cada 15 minutos. El horario de servicio es de las 6:20 a las 20:30. El costo mínimo del pasaje es de \$5.00 y se permiten bultos que no excedan los 50 Kg., cuando son de mayor peso se les cobra uno o dos pesos más. También pueden realizar servicios exclusivos de carga pero no está legalizado y cobran por el viaje \$50.00 en promedio. Las localidades de Xolapa, Papagayo y Plan de Lima alimentan el servicio.

El Taxi de Tierra Colorada a Acapulco tiene un costo de \$25.00, y el tiempo de recorrido es de media hora. Para dirigirse a Acapulco también se puede tomar la flecha (línea de autobús) que viene de Chilpancingo y cuyo costo es de \$20.00, su tiempo de recorrido es de una hora. También compiten por el pasaje, los taxis que vienen de Acapulco y otros de Tierra Colorada.

En los alrededores se produce sandía, jamaica, maíz, frijol y semilla de calabaza que se venden en Tierra Colorada muchas veces los consumidores llegan por su mercancía llevándosela en su propio transporte. La combi cobra \$5.00 por bulto, y \$10.00 por servicio de mensajería. Las camionetas cobran \$400.00 el viaje de Acapulco a Xolapa con 1 tonelada y se hace una hora de viaje. Entre la problemática se destaca el exceso de

servicio público, ya que también existe competencia con los vehículos provenientes de Acapulco que pasan por Tierra Colorada.

#### **Ruta Tierra Colorada – Tecoaapa**

La infraestructura carretera de Tierra Colorada a Tecoaapa se encuentra en condiciones regulares, su longitud es de 54.3 km. Desde 1990 se brinda el servicio de transporte con una concesión que agrupa a 70 camionetas. Esta asociación tiene además, otros vehículos que cubren los ramales a Pericón y Saucitos.

De las Mesas a Cruz Grande se utiliza un camino revestido, para brindar el servicio utilizan 20 camionetas de doble cabina y existen dos agrupaciones. También hay carros particulares que operan sin placa o permiso oficial. En Omitlán se cuentan con una camioneta con placa ejidal. Las localidades que recorre la ruta se encuentran listadas en la siguiente tabla.

Cuadro UA 2. Recorrido en transporte público desde Tierra Colorada a Tecoaapa.

Paradas	Tiempo estimado de recorrido	Precio (pesos)
Puente de Omitlán	10 minutos	5
Crucero de Omitlán	15 minutos	5
La Palma	20 minutos	6
El Zapote	30 minutos	10
Crucero de San Juan del Reparó	35 minutos	10
Chacalapa	45 minutos	12
Las Mesas	1 hora	14
Crucero de las Cruces	1 hora 10 minutos	15
El Limón	1 hora 15 minutos	15
Pericón	1 hora 20 minutos	17
Saucitos	1 hora 25 minutos	18
Lagunillas	1 hora 30 minutos	18
Tecoaapa	1 hora 30 minutos	20

Se dice que transportan la misma cantidad de pasaje a lo largo de todo el recorrido. Y que cada camioneta realiza dos viajes diarios. Los días con mayor pasaje son los viernes, sábado, domingo y lunes A la localidad El Potrero, el costo es de \$30.00; en camión a Agua Zarca y a San Juan del Reparó el costo es de \$25.00. Otras camionetas van de Tierra Colorada a Ayutla, y de Las Mesas a San Marcos, De Tierra Colorada a Las Cruces cobran \$25.00. Las mismas camionetas transportan carga y se cobra por bulto \$5.00 a \$10.00, según el tamaño. La camioneta cobra por pasajero y llevan hasta 14 pasajeros. Pero, igual realizan servicios exclusivos de carga, a Tierra Colorada el viaje especial cuesta \$100.00 si lleva más carga cobra más. A Ocotito el costo va de \$100 \$150.00 También utilizan el servicio de transporte denominado pirata (que no cuenta con permiso) y que para en el Crucero.

En Omitlán se cuenta con una camioneta para servicio de pasajeros, con placa ejidal que les otorgaron en Chilpancingo. Sale a las 7 ó 7:15 AM y regresa a las 10 o 10:30 de PM. Sólo hace un viaje diario a Tierra Colorada. Lleva de 5 a 15 pasajeros de lunes a sábado. El domingo lleva 20 personas que van a vender sus productos o a comprar y se les cobra \$7.00, por bulto se les cobra 2 ó 3 pesos más. Consideran que ya es necesario sustituir la camioneta (1984) por un modelo más reciente. Cuando la camioneta se descompone se arregla en Tierra Colorada. En cuanto a transporte de carga existen camiones fletados que llegan incluso, desde la ciudad de México. La producción agrícola (maíz, jamaica, calabaza, sandía) se vende en Tierra Colorada y Costa Grande). La producción de grava, arena y grava arena, es transportada en camión que les cobra \$600.00 por la grava y \$250.00 por la arena y grava arena.

Los principales problemas para operar son: que la tarifa es muy baja (no ha aumentado en 5 años); el incremento en las concesiones (existe otra agrupación en Tecoaapa, los malos manejos hicieron que se salieran y se fueran a Tierra Colorada). También el servicio es de mala calidad, los choferes son irresponsables y no respetan a los clientes, ha habido atropellados e incluso muertos, por pelear por el pasaje, corren a grandes velocidades y el camino no es adecuado, algunas unidades cuentan con seguro pero otras no. Llevan a 8 o 10 personas prácticamente colgadas y las llantas de muchas unidades están lisas; además de existir el pirataje.

#### **Ruta Las Mesas – San Marcos**

El servicio de transporte de Las Mesas a San Marcos se realiza utilizando una terracería de 35.1 km que se encuentra en malas condiciones, existiendo tramos no transitables en época de lluvia. La concesión, se renueva cada año y cuenta con 18 camionetas. Las localidades conectadas por esta ruta son: Las Cruces, el Guayabo, Llano Grande, Anáhuac, Colonia Anáhuac y San Marcos que pertenecen al municipio de San Marcos. Los tiempos y costos se aprecian en la siguiente tabla:

Cuadro UA 3. Recorrido en transporte público desde Las Mesas hasta San Marcos.

<b>Paradas</b>	<b>Tiempo estimado de recorrido</b>	<b>Precio (pesos)</b>
Las Cruces	15 minutos	6
El Guayabo	25 minutos	8
Llano Grande	40 minutos	12
Anáhuac y Colonia Anáhuac	1 hora	18
San Marcos	1 hora 30 minutos	30

Cada camioneta transporta 14 pasajeros, tienen muy poco pasaje, proveniente de los pueblos próximos que van a realizar compras a Las Mesas. Cada 40 minutos salen las camionetas. A San Marcos sale una diaria y a las otras localidades dos o tres. Transportan bultos en la camioneta y cobran por bulto. Las refacciones las consiguen en Tierra Colorada y en San Marcos. La problemática de esta ruta es el exceso de competencia

### **Ruta Acapulco – El Treinta**

El recorrido del poblado hasta Acapulco se muestra en la tabla así como el precio. El servicio es de 4 de la mañana a 10 de la noche, y el costo es de 16 pesos.

Cuadro UA 4. Recorrido en transporte público desde Acapulco a El Treinta

<b>Poblados</b>	<b>Precio del viaje</b>
El Treinta a Las Cruces	8 pesos
Las Cruces – Acapulco	8 pesos

Anteriormente había microbuses que hacían el recorrido de los Altos del Camarón a Acapulco pero no permitían flexibilidad en el servicio (había que esperar a que se llenara) por lo que se dejó de operar. La tarifa en microbuses de Dos Arroyos a Acapulco era de \$12.00.

### **Ruta Acapulco – Cacahuatpec – Parotillas**

La ruta de acceso a la localidad de Cacahuatpec, por medio de colectivos provenientes de Acapulco. De la localidad mencionada existe una ruta de servicio colectivo a Las Parotas y Parotillas.

### **Cruces Fluviales (servicio de panga y piragua)**

Además de las rutas terrestres ya descritas se identificaron varios servicios de pangas, que utilizan generalmente las localidades de la margen izquierda, por ejemplo: Agua Zarca, Chamizal y La Unión (Ceiba) para dirigirse hacia la ruta Km 30-Tierra Colorada y así evitar el largo recorrido que tendrían que hacer por caminos de terracería. En esta misma situación, se encuentran algunas localidades ubicadas después de lo que constituiría la cortina de la presa, y que también hacen uso de este tipo de servicios.

A manera de conclusión se puede afirmar que el área de afectación constituye una zona con una infraestructura y servicios de transporte insuficiente y deficiente para satisfacer las necesidades tanto de circulación de pasajeros como de carga.

### **Disponibilidad de servicios básicos**

A nivel de localidad, actualmente, predomina la disponibilidad de servicios de muy mala a mala, en especial en las localidades del sur de la microregión. En el caso del municipio de Acapulco es claro que ha habido una concentración de dotación de servicios en la cabecera municipal a costa del resto del municipio en el que predominan la disponibilidad de muy mala a mala, a excepción de algunas localidades cercanas a la autopista México-Acapulco. En lo que se refiere a las comunidades que serán inundadas o se encuentran muy próximas a lo que será el embalse, predominan las condiciones muy

malas, sobre todo en las de más al sur. (Ver mapas SU XX II de disponibilidad de servicios básicos en la microregión, Anexo cartográfico).

Cabe mencionar que aunque los indicadores arrojen datos positivos, no necesariamente indican bienestar, incluso en aquellos municipios en donde se registran los valores más altos, no necesariamente son valores aceptables. Por ejemplo el caso de la Ciudad de Acapulco.

Con base en lo que señala Guzmán (1991:24), se tiene que en la zona de estudio un 40% de las viviendas es frágil y están expuestas al intemperismo, erosión y a la amenaza constante de los fenómenos hidrometeorológicos; así como a una falta de adecuación sanitaria que incrementa la posibilidades de enfermedades infecciosas, ya que sólo un 30% cuenta con drenaje y un 30% de las viviendas no tienen agua entubada.

### **Oferta y Demanda de Vivienda**

A nivel localidad, en la microregión, se observa que hay una cantidad importante de localidades en las que el promedio de habitantes por vivienda es mayor de 9, principalmente en las localidades muy cercanas a la zona metropolitana de Acapulco, lo que indica que hay hacinamiento; sin embargo en ninguno de los poblados del embalse se registra este promedio, sino un promedio de 4 a 6 personas por vivienda. (Ver mapa XXIII habitantes por vivienda en la microregión, Anexo Cartográfico).

En lo que se refiere a la oferta y demanda de vivienda se observa que en la mayor parte de las localidades de la microregión presentan un equilibrio. (Ver mapa XXVII de oferta y demanda de vivienda por localidad, 2000, Anexo cartográfico).

### **Equipamiento microregional**

Cuadro UA 5. Disponibilidad de servicios públicos por municipio

Municipio	Datos	Agua	Drenaje y alcantarillado	Residuos Sólidos
Acapulco	1998	parcial	parcial	parcial
Juan R. Escudero				
San Marcos	2002	parcial	30%	parcial
Tecoanapa	1980	parcial		

Elaboración propia con base en los datos aportados por los municipios.

### **Conclusiones**

En términos generales la microregión conserva las tendencias observadas en la región de estudio; de acuerdo con lo cual, las localidades que se encuentran en la margen izquierda del río Papagayo son las menos privilegiadas en términos de urbanización y características de la vivienda.

En estas localidades existen carencias de todo tipo, tanto en las de la margen izquierda como en la de la margen derecha, aunque en términos relativos, Acapulco es la localidad

que presenta mejores características en cuanto a urbanización, servicios, equipamiento y características de la vivienda.

De acuerdo con la información proporcionada por los gobiernos municipales, las cabeceras de los municipios de Acapulco, San Marcos y Tecoaapa tienen reservas destinadas al crecimiento urbano, sin embargo, no tienen la capacidad para dotar de servicios e infraestructura a la población existente y a la que se espera en los próximos años. Por otro lado, estos municipios, como el resto de los de la región, han carecido de una planeación efectiva que encauce el crecimiento y desarrollo urbano. Los planes urbanos son anticuados y superficiales. En Juan R. Escudero no existe plan.

### Salud y seguridad social

En la microregión, los servicios de asistencia social son proporcionados por la Secretaría de Salubridad para la consulta externa, en los municipios de Tecoaapa, San Marcos y Juan R. Escudero (Cuadro IS 1, Mapas IS 1, IS 2 y IS 3).

**Cuadro IS 3. Unidades Médicas en Servicio de las Instituciones Públicas del Sector Salud por Nivel de Operación según Régimen e Institución, 2000**

Escala de análisis	Total	Seguridad social				Asistencia social			
		IMSS	ISSSTE	SDN	SM	SESA ( C )	IEC	CEO	DIF
Microregión	144	7	12	4	1	117	1	1	1
De consulta externa	136	6	11	3	0	114	0	1	1
De hospitalización General	7	1	1	1	1	3	0	0	0
De hospitalización especializada	1	0	0	0	0	0	1	0	0

NOTA:(A) Incluye unidades médicas subrogadas. (B) Comprende un Centro de Rehabilitación y Educación Especial, dos Centros Regionales de rehabilitación integral una unidad médica de consulta externa y once unidades básicas de rehabilitación atendidas por auxiliares fisioterapeutas. ( C ) Para el caso de esta institución incluye unidades médicas móviles o itinerantes que otorgan servicios de consulta externa general y de especialidad.

FUENTE: (2001). Anuario Estadístico del Estado de Guerrero, 2001. INEGI, Gobierno del Estado de Guerrero, Salud, cuadro 5.7, p. 169-179.

### Recursos humanos para la salud

Al igual que en el ámbito regional, en la microregión se observa el predominio de los servicios de la Secretaría de Salud Como ya se indicó, la mayor concentración se encuentra en el municipio de Acapulco de Juárez. De forma particular, en el área de inundación existe un valor similar de personal tanto de seguridad social (470) como de asistencia social (486), básicamente de la Secretaría de Salud e Instituto de Seguridad, Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado. (Ver Cuadro IS 2, Mapa IS 3).

**Cuadro IS 4. Personal Médico de las Instituciones Públicas del Sector Salud según Régimen e Institución, 2000**

Escala de Análisis	TOTAL	SEGURIDAD SOCIAL				ASISTENCIA SOCIAL			
		IMSS	ISSSTE	SDN	SM	SESA	IEC	CEO	DIF
Microrregión	1194	470	139	23	42	486	18	13	3

Fuente: INEGI. 2001. Anuario estadístico del Estado de Guerrero. México.

### **Características e infraestructura educativas en la microregión**

Para esta información se han considerado solamente dos periodos 1990 y 2000, ya que para 1970 no existe información completa. El análisis comprende solamente tres municipios del área de inundación: Juan R. Escudero, San Marcos y Acapulco. Para el grupo de la población de 6 a 14 años, la población analfabeta disminuye y aumenta la población que no sabe leer y escribir. Disminuye la que no asiste a la escuela. En el municipio de Acapulco, disminuye la población analfabeta, aumenta ligeramente la población que no sabe leer y escribir y se presenta una disminución de la población que no asiste a la escuela. En el municipio de San Marcos también existe un aumento de la población analfabeta, se presenta un aumento de la población que no sabe leer y escribir y disminuye notablemente la población que no asiste a la escuela. Finalmente, en el municipio de Juan R. Escudero hay una disminución de la población analfabeta, un aumento de la población que no sabe leer y escribir, y una disminución de la población que asiste a la escuela.

En la microregión, aumenta la población de 15 años o más analfabeta en números absolutos, aunque disminuye en términos relativos de los municipios considerados anteriormente, con la excepción del municipio de San Marcos donde la población con primaria incompleta presenta un ligero ascenso. Existe una disminución de la población sin instrucción y con primaria incompleta.

### **Población Económicamente Activa por Sector**

La población ocupada ha crecido en el periodo. Así tenemos que mientras en 1990 había 1 712 personas ocupadas para 2000 ya eran 1 979, habiendo tenido una tasa de crecimiento de 1.44%, tasa superior a la del crecimiento de la población, situación que puede tener una explicación a partir de la emigración, es decir, al emigrar personas que ya de por sí laboraban, sobre todo en actividades agrícolas, sus puestos son ocupados por mujeres, aunque el dato no se puede comprobar. Con respecto a su distribución por sectores, se mantiene en el sector primario. En 1990 absorbía 70.39% y 71.15% en 2000. Para los mismos años la participación del sector secundario evoluciona de la siguientes manera, 9.93% y 9.15%, mientras que el sector terciario sólo se mueve 1.5 puntos porcentuales entre 1990 y 2000 al pasar de 14.25% al 15.72%. En términos generales se mantiene estable la estructura de actividades.

Cuadro SD 1. Evolución porcentual de la población ocupada en los principales sectores económicos correspondiente al total municipal de las comunidades ubicadas en el área de afectación directa (embalse), 1990-2000

Municipio /Periodo	Población ocupada	Población ocupada en el sector primario	%	Población ocupada en el sector secundario	%	Población ocupada en el sector terciario	%
1990	1712	1205	70.39	170	9.93	244	14.25
2000	1979	1408	71.15	181	9.15	311	15.72

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda XI y XII; INEGI.

*Analizada por municipio tenemos:*

### **Acapulco**

En un periodo de 10 años se presenta un incremento de 7.13% en la población ocupada, al pasar de 1 205 personas ocupadas en 1990 a 1 291 en 2000. En términos de su distribución por sectores se observa que es el primario el que tiende a reducir mínimamente su participación aunque no deja de ser abrumador su peso. En 1990 representaba 71.54% para bajar a 71.11% en 2000, mientras que el sector secundario pasa de 8.71% que tenía en 1990 al 8.61% en 2000. El sector terciario crece al tener 12.86% en 1990 y llega a 14.64 % en 2000. Es decir se mantiene estable su estructura de actividades.

Cuadro SD 2. Evolución porcentual de la población ocupada en los sectores económicos. Municipio de Acapulco, 1990-2000

Periodo	Población ocupada	Población ocupada en el sector primario	%	Población ocupada en el sector secundario	%	Población ocupada en el sector terciario	%
1990	1205	862	71.54	105	8.71	155	12.86
2000	1291	918	71.11	112	8.68	189	14.64

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda XI y XII, INEGI.

### **Juan R Escudero**

En términos absolutos se incrementa la población ocupada en 132 personas esto es en 27.96%, pasando de 472 a 604 entre 1990 y 2000. Con respecto a su distribución sectorial, el sector primario incrementa su aportación al pasar del 65.89% en 1990 al 72.19% que representa en 2000, es decir un incremento de 6.3 puntos en 10 años. El sector secundario decreció durante el periodo considerado ya que pasó de representar 13.56% en 1990 hasta bajar a 10.93% en 2000, también el sector terciario decreció ya que para el primer año aportaba 18.68% y para 2000 había caído a 16.23% En este municipio se presenta una redistribución del personal ocupado a favor del sector primario, situación que conocida la característica de autoconsumo del sector nos manifiesta un empeoramiento de las condiciones de vida.



**Cuadro SD 3. Evolución porcentual de la población ocupada en los sectores económicos. Municipio de Juan R Escudero, 1990-2000**

Municipio /Periodo	Población ocupada	Población ocupada en el sector primario	%	Población ocupada en el sector secundario	%	Población ocupada en el sector terciario	%
1990	472	311	65.89	64	13.56	88	18.68
2000	604	436	72.19	66	10.93	98	16.23

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda XI y XII, INEGI.

### **San Marcos**

Al igual que en los anteriores municipios crece la población ocupada al pasar de 35 a 54 entre 1990 y 2000. También es el municipio donde se da una fuerte caída porcentual del sector primario al pasar de representar 93.34% en 1990 a 64.29% en 2000, siendo el sector terciario el más beneficiado toda vez que pasa del 2.86% al 28.57% es decir crece casi 26 puntos en 10 años, el sector secundario también crece aunque de manera moderada ya que en 1990 absorbía al 2.86% de la población ocupada y en 2000 al 3.57%. Aunque los incrementos porcentuales sean altos en términos absolutos son pocas las personas que realmente se incorporan en los distintos sectores.

**Cuadro SD 4. Evolución porcentual de la población ocupada en los sectores económicos. Municipio de San Marcos, 1990-2000**

Municipio /Periodo	Población ocupada	Población ocupada en el sector primario	%	Población ocupada en el sector secundario	%	Población ocupada en el sector terciario	%
1990	35	32	91.43	1	2.86	1	2.86
2000	54	54	64.29	3	3.57	24	28.57

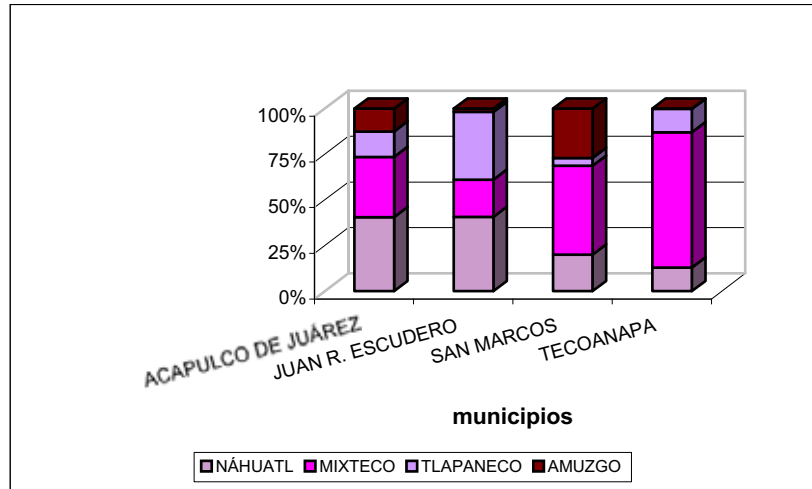
Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda XI y XII, INEGI.

## **Aspectos culturales y estéticos**

### **Presencia de grupos étnicos**

A la escala microregional, la diversidad lingüística presenta el mismo patrón de la región, es decir las lenguas predominantes numéricamente son el náhuatl, el mixteco, el tlapaneco y el amuzgo. Sin embargo hay que señalar que mientras las tres primeras son poco significativas proporcionalmente, en el municipio de Copala, los hablantes de amuzgo llegan a representar el 78 por ciento. En los municipios de Acapulco y Juan R. Escudero, la lengua predominante es el náhuatl con el 37.1 y el 40 por ciento, respectivamente y en los de Tecoaapa y San Marcos hay de hablantes de Mixteco, con 47.5 y 72.8 por ciento (Gráfica CE 1).

Gráfica CE 1. Población hablante de lenguas indígenas, 2000



### Presencia de grupos religiosos

De acuerdo con los datos arrojados por el Doceavo Censo General de Población y Vivienda, de los cuatro municipios, que en parte, podrían ser afectados por la inundación del vaso propuesto para la hidroeléctrica “La Parota”, se encontraron los siguientes porcentajes con respecto al número de habitantes que se manifestaron practicantes de una religión distinta a la católica :

Municipio de Acapulco, población mayor de cinco años: 624,841, de los cuales 539,533 se manifestaron católicos y 54,807 pertenecientes a algún otro culto (en su mayoría cristianos protestantes). Lo cual sitúa a la población no católica, en cerca del ocho por ciento con respecto al total de la población mayor de cinco años de este municipio.

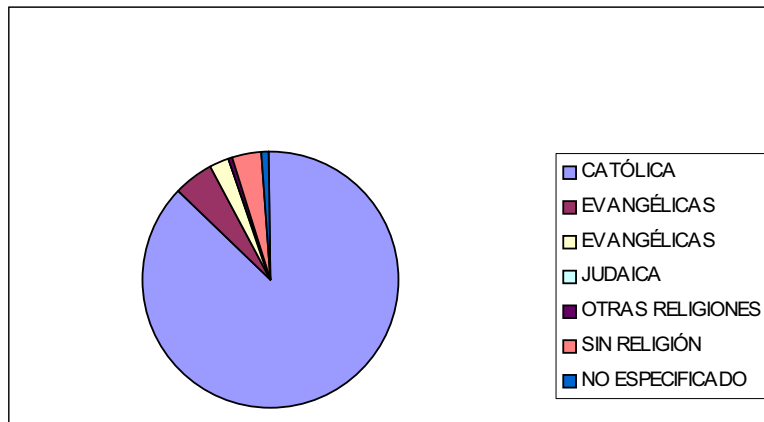
Municipio de San Marcos, población mayor de cinco años: 42,132, de los cuales 39,774 se manifestaron católicos y 1,012 pertenecientes a algún otro culto (en su mayoría cristianos protestantes). Lo cual sitúa a la población no católica, en cerca del dos por ciento con respecto al total de la población mayor de cinco años en este municipio.

Municipio de Juan R. Escudero, población mayor de cinco años: 19,076, de los cuales 17,134 se manifestaron católicos y 1,294 pertenecientes a algún otro culto (en su mayoría cristianos protestantes). Lo cual sitúa a la población no católica, en cerca del siete por ciento con respecto al total de la población mayor de cinco años en este municipio.

Municipio de Tecoanapa, población mayor de cinco años: 36,735, de los cuales 33,735 se manifestaron católicos y 1,811 pertenecientes a algún otro culto (en su mayoría cristianos protestantes). Lo cual sitúa a la población no católica, en cerca del cinco por ciento con respecto al total de la población mayor de cinco años en este municipio.

De esta información se desprende que los grupos religiosos no católicos, cuentan en el centro sur del estado de Guerrero con una escasa presencia.

Gráfica CE 2. . Distribución de religiones en el ámbito microregional



## Condiciones políticas en la microregión

### Organizaciones sociales

En la escala microregional integrada por cuatro municipios: Acapulco es el de mayor importancia. El principal antecedente de las organizaciones actuales del Puerto de Acapulco son; el **Consejo General de Colonias Populares de Acapulco**.

*“...a finales de la década de los setenta, los habitantes de las colonias del llamado anfiteatro de este puerto son desalojados por el gobierno del Estado. Argumentan, para ello, que contaminan la bahía y “afean” la ciudad “(Balderas, 1994:96).*

A pesar de las manifestaciones de inconformidad, mítines, marchas, plantones continúa el proceso de reubicación y los colonos son trasladados a los terrenos que antaño pertenecieron al ejido de La Sabana y dieron el nombre de Ciudad Renacimiento.

Este es uno de los primero antecedentes de reubicación en el Municipio y también de varias expropiaciones a terrenos ejidales que aún no han sido concluidos.

Otro movimiento fue el de **los defensores del Parque Papagayo** en 1992 cuando el gobernador Francisco Ruiz Massieu intento venderlo al empresario Assa Duek fue una primera gran lucha que confrontó al gobernador con sus paisanos. Esta movilización social tuvo saldo a favor de los incipientes ambientalistas además esta presente una

enseñanza, el gobierno podía ser derrotado frente a una organización social que respetara también las diferencias de clase, religión, y partido.

Además, el movimiento ambientalista aportó algunos personajes al naciente **Frente Cívico Acapulqueño** entre ellos, al también defensor de Derechos Humanos Javier Mojica Martínez. Esta organización estuvo integrada mayoritariamente por la clase media acapulqueña, que apoyo desde 1996 la lucha electoral en alianza con el recientemente formado Partido de la Revolución Democrática y que llevo en dos ocasiones a Zeferino Torre Blanca como su candidato hasta que alcanza la presidencia municipal para el período de 1999 a 2002.

En el espacio rural las organizaciones campesinas independientes tienen una larga trayectoria en Guerrero. Aquí sólo se analizarán las que actúan en la micro región y a aquellas que aun estando fuera de ella, podrían coincidir en la oposición a la construcción de la presa.

En las zonas rurales las movilizaciones más importantes se llevaron a cabo por dos vías: oficialistas creadas por el gobierno en el sistema corporativo que instaló el PRI y las independientes.

Las primeras a través de organizaciones populistas que creó el gobierno de Carlos Salinas de Gortari, como los Comités de Solidaridad, que en el campo mexicano se denominaron las Sociedades de Solidaridad Social (Triple S). Aún cuando tuvieron un origen oficial, algunas lograron consolidarse y expandirse, como en el caso de la Sansekan Tinemi.

Por otro lado, se encuentran las organizaciones independientes que son las más numerosas, aunque en la región de influencia sólo se localizan tres: La organización Campesina de la Sierra del Sur (OCSS), Los Campesinos Marginados y el Consejo Supremo de los Campesinos del Filo Mayor, y una cuarta que a pesar de responder problemáticas distintas es fundamental de ser considerada la del **Consejo de Pueblos Nahuas del Alto Balsas (CPNAB)** dado que surgió de la resistencia a la construcción de la Presa de San Juan Tetelcingo.

*“El CPNAB nace el 21 de octubre de 1990, con la participación de más de 22 Comisarios Municipales y Comisariados de Bienes Comunales y ejidales, así como de representantes de igual número de pueblos indígenas nahuas... los Pueblos Nahuas del Alto Balsas, se organizaron [sostienen ellos] para oponerse a este proyecto hidroeléctrico que sólo traería miseria, destrucción y muerte en nombre del "progreso y desarrollo para nuestro país", según decía el gobierno, pero sin beneficiar realmente a los pueblos de ahí han vivido desde tiempos inmemoriales”.  
(www. Tlahui.com.cpnab.htm)*

Esta organización indígena coincidió con los preparativos que se realizaban para organizar una manifestación de rechazo al festejo del “descubrimiento de América”, lo que le permitió vincularse con otras organizaciones indígenas como el **Consejo Guerrerense 500 años de Resistencia**, que se fundó el 14 de septiembre de 1991,

*“El Consejo Guerrerense no declaró cumplidos sus objetivos en julio de 1994, cuando la Coordinación del Consejo Mexicano decidió dar por terminada su*

*existencia. A diferencia de las demás coordinaciones, en Guerrero esta propuesta organizativa había logrado ocupar un espacio que hasta entonces los indígenas del estado no tenían. Y es que antes de la aparición del CG500ARI, en ningún proceso organizativo de carácter estatal se había puesto énfasis en las demandas indias como eje articulador”. (Idem)*

De las organizaciones regionales la de mayor presencia es la **Organización Campesinos de la Sierra del Sur ( OCSS)**

*“Al momento de la insurrección del Ejército Zapatista de Liberación Nacional (EZLN), en enero de 1994, se removieron las insatisfacciones sociales de la Sierra del Sur. Las masas campesinas simpatizaron entonces con la idea de organizar un nuevo movimiento de carácter social, después de dudas y tentaciones armadas, decidieron desarrollar una lucha pacífica con cierta tendencia de autodefensa. Después de varias reuniones y aprovechando la experiencia de organización adquirida en las filas del PRD, el 14 de enero de 1994, los campesinos lograron elaborar los “Principios y Programa” de una nueva formación independiente: la Organización Campesina de la Sierra del Sur (OCSS), con la que iniciaron de inmediato su lucha contra la pobreza y la marginación...*

*En junio de 1995, la OCSS tenía ya una presencia en los municipios de Coahuayutla, Tecpan de Galeana, La Unión, Petatlán, San Jerónimo, Atoyac, y mantener una política de alianzas con la Unidad Obrera Campesina Emiliano Zapata de la Sierra; a la que apoyaron en su lucha por la liberación de cuatro de sus compañeros”. (www.tlahui.com.aguasbl.htm)*

También se localiza la organización del **Consejo Supremo de los Pueblos del Filo Mayor**

*“Esta organización constituida en 1993, esta agrupada a unas cien comunidades de la Sierra del Filo Mayor, que abarca las partes altas de los municipios de Tlacotepec, Atoyac, Chichihualco, Tecpan y Ajuchitan, sus demandas tienen que ver principalmente con la tenencia de la tierra, el aprovechamiento forestal, los apoyos a la producción y las obras sociales y los servicios” (Bartra, 2000: 168).*

Otra Organización que se presenta en la Costa Chica son los denominados Campesinos Marginados que manifiestan ser aliados del Partido Acción Nacional, de poca presencia en la región pero que ha obtenido votaciones consistentes en el municipio de San Marcos en la región de la Costa Chica de Guerrero.

Este listado de organizaciones sociales estaría incompleto si no se considerara la presencia de las organizaciones que se han formado exprofeso para dar seguimiento a la negociación entre la CFE y los habitantes del área de afectación directa.

Intervención de la Comisión del Congreso Local:

*“La LVII Legislatura local aprobó de manera unánime la integración de una comisión especial de diputados que se dará a la tarea de seguir de cerca el desarrollo del*

*proyecto hidroeléctrico denominado “La Parota”, que es impulsado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y que va a afectar a los municipios de Acapulco, Juan R. Escudero y San Marcos”*

*De acuerdo a la propuesta que se aprobó por unanimidad, la comisión especial de diputados que se dará a la tarea de seguir los trabajos de la construcción de la hidroeléctrica “La Parota” estará presidida por el diputado priísta Gustavo Miranda González; el perredista René Lobato Ramírez figura como vicepresidente; el panista David Tapia Bravo fungirá como secretario en tanto que Heriberto Noriega Cantú, del PRS, Cuauhtémoc García Amor, de Convergencia, Marco Antonio de la Mora, del PVEM y Freddy García Guevara, del PT, aparecen como vocales.*

*Entre las tareas que realizarán los diputados se encuentra el realizar un análisis escrupuloso del proyecto, allegándose de opiniones de especialistas en el tema, así como de conocer las experiencias de proyectos similares que hayan tenido éxito y que ya estén operando en otros puntos del país”<sup>10</sup>*

Posteriormente, el día 31 de julio se constituyó una Comisión del Cabildo de Acapulco para atender el caso de la Parota, dado el giro que había tomado la situación cuando los campesinos de los poblados de San José Cacahuatpec, Garrapatas, Arroyo Verde, El Chamizal y Dos Arroyos impidieron continuar con los trabajos de investigación y retener por la fuerza a trabajadores de la CFE.

*“En la sesión Pública el pasado jueves [31 de julio de 2003], llevada a cabo en el Fortín Álvarez, se nombró una comisión para atender el caso de La Parota, la cual está conformada por el Síndico Fernando Donoso como presidente de la Comisión de Gobierno; el presidente de la Comisión de Desarrollo Rural, el priísta Mateo López Castillo; el perredista José Luis Morales Torres; y por representantes de cada una de las fracciones del Cabildo, Alejandro Carabias por el Verde Ecologista, Guido Rentería del PAN, y Oscar Meza de Convergencia, Hipólito Olmedo del PRI y sólo faltaría que el PRD defina al suyo”<sup>11</sup>*

Los acontecimientos recientes en donde un grupo de ejidatarios retuvo maquinaria de la CFE y a tres trabajadores de la misma empresa por espacio de 8 horas, propiciado la intervención de más actores políticos como es el caso del la Confederación Patronal Mexicana (COPARMEX) y del Episcopado de Acapulco.

La Confederación patronal de la República Mexicana (COPARMEX) declaró recientemente:

*“Se hace un llamado a las autoridades de los tres municipios afectados para que intervengan y tranquilicen la situación, pues es un hecho y esto es notorio de que*

---

<sup>10</sup> Sur, El. “Crea el Congreso una comisión para analizar el proyecto de La Parota”. Año once. Número 2181. Acapulco Guerrero: viernes 6 de junio de 2003

<sup>11</sup> Sur, El. “Retira la CFE a todo su personal del campamento de la Parota”. Año once. núm. 2220. Acapulco. Guerrero. Sábado 2 de agosto de 2003.

*podiera haber un enfrentamiento entre las dos partes de los comuneros, los que si quieren y los que no lo quieren”.*

La misma Organización consideró que ellos mismos podrían “*conformar una comisión para dialogar con los comuneros y acercarnos, además no sólo con ellos sino también con CFE porque es una magna obra que necesita el estado y los campesinos no están solos y que se les pague lo justo*”<sup>12</sup>.

Simultáneamente el Arzobispo de Acapulco Felipe Aguirre Franco a entrado al debate de la construcción de la Presa la Parota, “*En cuanto a lo de la Parota, el arzobispo dijo que este será un proyecto que promoverá la creación de empleo en la región, y aunque este será un proyecto importante, siempre y cuando sea aceptado por los habitantes de la región que será afectada por la construcción de la presa... Ante la resistencia de grupos de esa región al proyecto Aguirre Franco señaló que los funcionarios federales deben de continuar con su trabajo de información acerca de los beneficios de este proyecto, aunque también pactar con los campesinos que resulten afectados por la construcción de la Presa*”<sup>13</sup>

La presencia de cada vez más actores sociales en la zona de ambalse, es una respuesta lógica al tipo de negociación política que se manejaba.

Por lo que, actualmente CFE se encuentra en pláticas con cada uno de los poblados involucrados, estableciendo acuerdos para ver si por el momento se siguen realizando estudios en la zona y así determinar su viabilidad técnica-económica, factibilidad ambiental y si es deseable socialmente.

### **Los procesos políticos y electorales en la microregión**

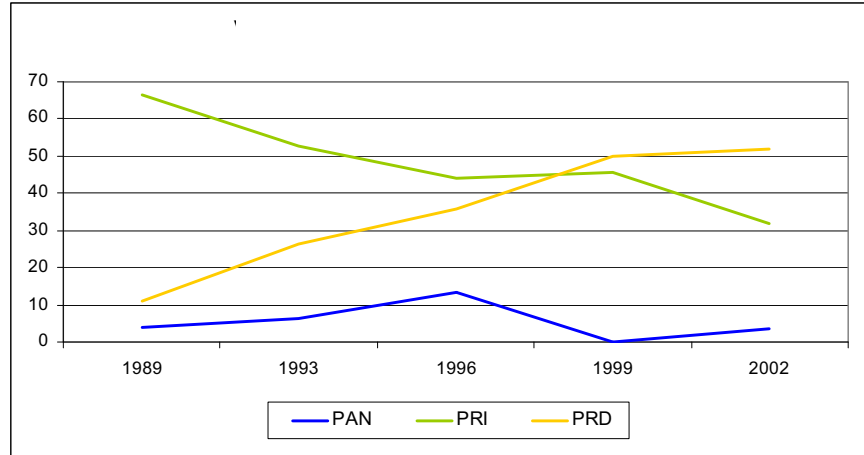
A primera vista se puede considerar que la hegemonía priísta estatal se reproduce en la escala microregional, pero si se cambia la escala de análisis por la de municipio se observa que los procesos electorales dan cuenta de otra realidad. Además el peso político que tiene el municipio de Acapulco y que se encuentra en poder del PRD desde 1999 muestra que es el partido con mayor presencia en la microregión.

Gráfica CP 1. Votación porcentual en la zona de influencia 1989-2002

---

<sup>12</sup> Diario 17. Demandas penales contra comuneros. Guerrero. Martes 5 de Agosto de 2003. Reyes, Maciel Laura.

<sup>13</sup> Sur El, “Exhorta el arzobispo al Diálogo para permitir la presa la Parota”. Pélaez Aurelio Año Once, número 227. Acapulco Guerrero. Miércoles 30 julio de 2003).



No obstante el acceso del PRD al poder fue un proceso de varios años, los distintos periodos de la alcaldía de Acapulco en manos del PRI lo manifiestan, los presidente municipales de este municipio son fundamentales en la escena política de la Entidad, en donde esta alcaldía puede ser la antesala para acceder al gobierno del Estado. Y en donde se consideraba (hasta antes de que el PRD fuera gobierno) que la integración del cabildo era un asunto del Presidente de la República.

Por ello los procesos y los actores políticos que se desarrollan en el territorio de este municipio son de relevancia estatal, lo que genera una dinámica política excepcional del municipio de Acapulco al del resto del Estado.

Aunado a que el 98% de las personas afectadas pertenecen al municipio de Acapulco es que el territorio de éste Ayuntamiento, es el espacio político de mayor importancia, en el área de afectación directa e indirecta, en la región y en el Estado. Por su parte Juan R. Escudero ha presentado violencia por resultados electorales, Tecoaapa fue el primer municipio de la microregión gobernado por un partido de oposición, en tanto que San Marcos en las últimas elecciones votó mayoritariamente por el Partido Acción Nacional. En ese sentido los cuatro municipios de la microregión presentan procesos electorales de manera diferenciada.

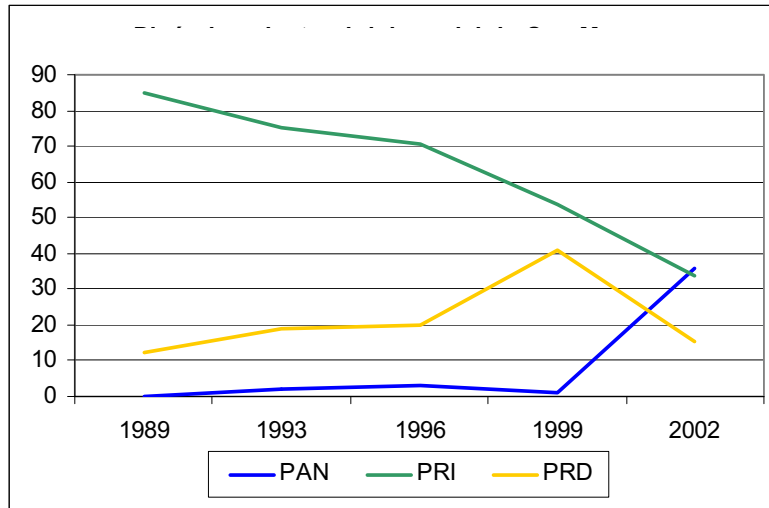
**San Marcos** se localiza en la región de Costa Chica de Guerrero, manifiesta una importante tradición priísta, tienen una mayoría campesina, y niveles económicos de gran marginación, además de una importante presencia de la CNC y de la CCI.

Es un municipio que se ha caracterizado por un Priismo hegemónico, hasta las recientes elecciones para presidente municipal de 2002, ahora en poder del PAN. El trabajo de campo realizado, dio cuenta de presencia de organizaciones campesinas afines al PAN. Los campesinos marginados (Agua Zarca), quienes plantearon que uno de los objetivos era que el PAN ganara no solo el municipio sino las próximas elecciones de comisariado comunal, lo que muestra que el sector corporativo campesino del PRI, se está debilitando



lo que explica en cierta medida la caída de la tendencia electoral del PRI, pero también el crecimiento de panismo a partir de las elecciones del año 2000, por lo que se puede considerar que el aumento considerable del Acción Nacional en el municipio es resultado de la campaña de Fox para presidente de la República.

Gráfica CP 2. Dinámica electoral del municipio de San Marcos

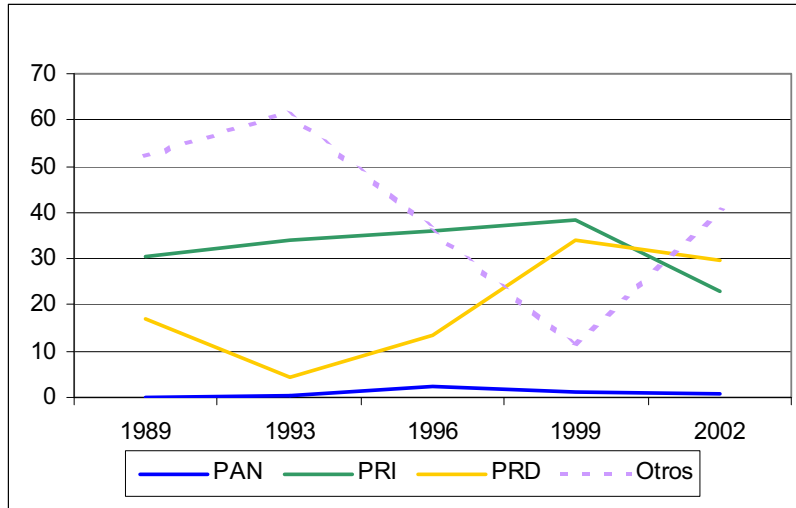


Al mismo tiempo que a pesar de no haber presentado una gran conflictividad política, en mayo del 2003 se detuvo a un grupo de delincuentes que se identificaron con la célula de una organización armada. Lo que manifiesta una radicalización de ciertos grupos. Lo que no beneficia en nada la consolidación de un escenario en donde sea a través de las instituciones que se diriman los desacuerdos.

Mientras que **Tecoanapa** es un municipio que tuvo un gobierno de oposición de 1989 a 1992, por el Partido Auténtico de la Revolución Mexicana, (PARM), la explicación que se ha dado a este triunfo es que “Tecoanapa (Costa Chica) fue un regalo al líder estatal del PARM por sus servicios prestados al PRI y al gobierno: aislar al PRD” (Estrada, 1994:122). Por ello se presenta una votación del 30% a favor del PRI en las elecciones de 1989. El Revolucionario Institucional mantiene una tendencia en ascenso que le permite ganar las elecciones y en consecuencia retener la presidencia en 1993, 1996 y 1999. Como se observa en la Gráfica CP 3.

Simultáneamente el PRD presenta un crecimiento en el número de votos lo que evidencia como se va estrechando la diferencia entre ambas fuerzas políticas, siendo las elecciones de 1999 cuando la diferencia entre el ganador y la primera minoría es más pequeña. Y es en la última elección realizada en 2002 para elegir alcalde cuando el PRD gana las elecciones, aunque la diferencia entre el ganador y la segunda fuerza del municipio es de apenas 835 votos. Lo que nos habla de elecciones altamente competitivas en el municipio.

Gráfica CP 3. Dinámica electoral del municipio de Tecoaapa

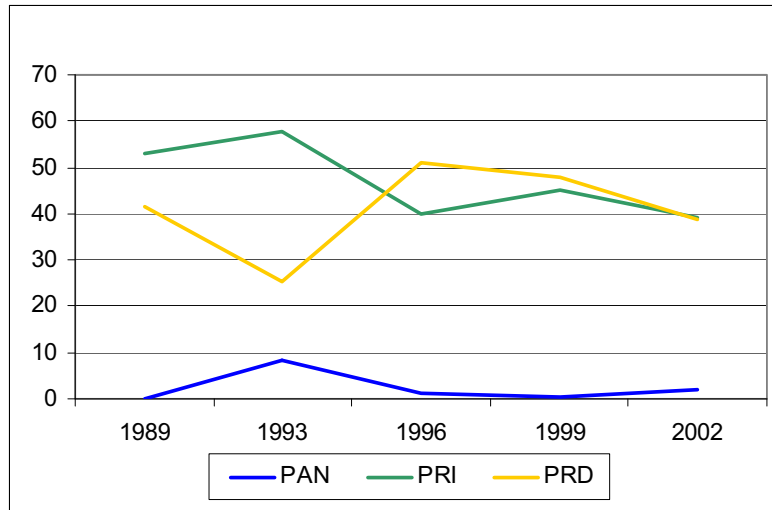


Por su parte, **Juan R. Escudero** es un municipio con una presencia importante del PRD desde 1989, éste proceso marcó el inicio de elecciones altamente competitivas, a excepción de 1993, en donde se ubica una amplia diferencia entre la primera y la segunda fuerza política de más de 25 puntos porcentuales, como se observa en el siguiente cuadro.

A partir de 1996 las elecciones recobran su alta competitividad incluso es ganado por el PRD. Triunfo que refrenda en las elecciones de 1999, sin embargo la diferencia entre primero y segundo lugar es muy estrecha. Durante el proceso electoral de 2002 el PRI recupera este municipio, pero se mantiene una mínima diferencia de votos de apenas 45 sufragios a favor del Tricolor. Es, sin lugar a dudas el municipio de mayor competitividad electoral.

Un antecedente importante de considerar es que en las elecciones de 1989 los seguidores del PRD reclamaron el triunfo de su partido, lo que provocó una serie de movilizaciones que fueron de manifestaciones de inconformidad, hasta la toma de la alcaldía desde diciembre de 1989 hasta el 6 de marzo de 1990, cuando el gobierno encabezado por Francisco Ruiz Massieu decide recobrar el palacio municipal por la fuerza. Lo que demostró que el sistema electoral estatal, y el gobierno aún no estaban preparados para asimilar un vuelco en las preferencias electorales por lo que apelando a su cultura política más conservadora se optó por la represión.

Gráfica CP 4. Dinámica electoral del municipio de Juan R. Escudero



En ese sentido la toma del palacio municipal en 1989 por parte de los perredistas es un precedente importante de considerar en futuros escenarios políticos.

Mientras tanto el municipio de **Acapulco** es el espacio político de mayor complejidad en la microregión, la presencia de organizaciones de distinto signo: ambientalista, civilista, de derechos humanos entre otras, así como las desigualdades económicas, la presencia de zonas rurales y de grandes concentraciones urbanas, así como lo estratégico del espacio político, dio como resultado procesos electorales cada vez más competidos a partir de 1988.

Los resultados oficiales manifiestan el triunfo del priismo al mismo tiempo que se observa claramente una disminución de votación del PRI, al mismo tiempo que adquiere presencia el PRD.

Por ello, aunque el PRI mantenía el poder, eran cada vez mayores las muestras de inconformidad por parte de los ciudadanos, con ello se acrecentaban, las movilizaciones por fraude electoral, que se ubican en el municipio desde 1989.

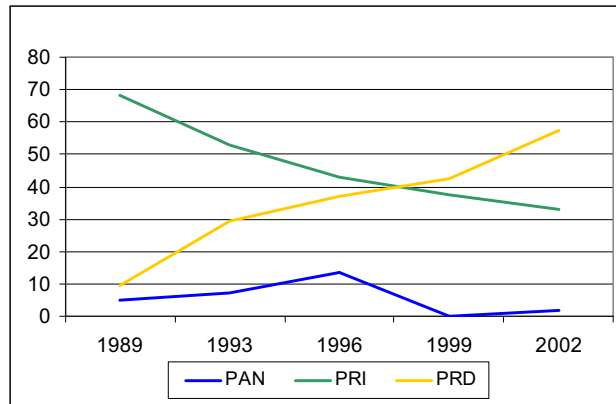
“El mismo día, 200 perredistas bloquearon durante 7 horas la carretera del aeropuerto internacional de Acapulco” (Calderón, 1994:130). No obstante, las protestas el PRI se mantuvo en el poder local hasta 1999, como se observa en el Cuadro CP 1.

Cuadro CP 1. Cuadro de Presidentes municipales de Acapulco 1990 - 2005

Año	Presidente municipal	Partido político
1990 a 1992	Réne Juárez Cisneros (2 de abril de 1992) y Antonio Piza Soberanis	PRI
1993 a 1995	Rogelio De La O Almazán	PRI
1996 a 1998	Juan Salgado Tenorio (11 de enero de 1998) y Manuel Añorve Baños	PRI
1999 –2002	Carlos Zeferino Torreblanca Galindo	PRD
2002 –2005	Alberto López Rosas	PRD

En las elecciones municipales de 1999 el gobierno local pasó a poder del PRD. El municipio más importante del Estado sigue en poder del Partido del Sol Azteca, ya que refrendó su triunfo durante las elecciones del 2002, como se puede observar en el siguiente gráfico. La diferencia es casi de dos a uno. (Gráfica CP 5

Gráfica CP 5. Dinámica electoral del municipio de Acapulco



Aunque se puede localizar una clara diferenciación del voto entre la zona urbana y la zona rural, mientras que la primera, vota por el PRD, la segunda, sigue siendo priísta. Como se observará en la Zona de Embalse. Y aún cuando son resultados de la elección para diputados federales del 6 de Julio de 2003, queda claramente evidenciado que la mayoría priísta se localiza en: Cacahuatpec, Dos Arroyos, Col Guerrero y Xolapa.

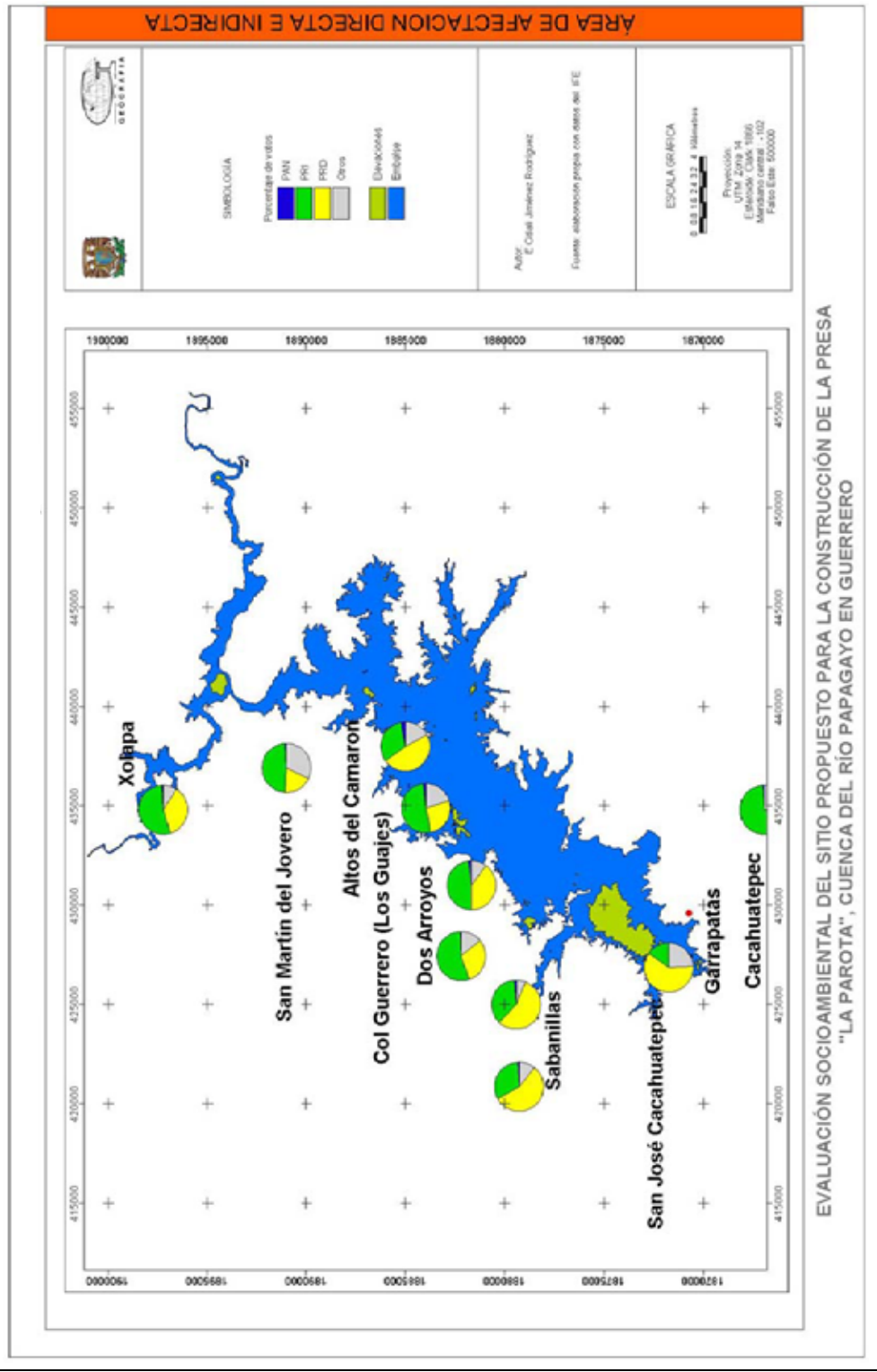
Mientras que en las localidades de Sabanillas, San José Cacahuatpec y Altos del Camarón la votación favorece al PRD.

Un elemento de gran importancia es que durante las últimas elecciones realizadas en la zona de embalse no se permitió la instalación de casillas en la localidad de Garrapatas, el argumento fue que el proceso electoral no atiende a las problemáticas del lugar.

Lo que evidencia una mayor radicalidad de la población, y debilita con ello las formas institucionales de negociación.

**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos**

Mapa CP 1. Resultados electorales de la zona de embalse del distrito IX 2003.



## Área de afectación directa

### Número y densidad de habitantes por localidad

La densidad urbana en las localidades del Área de Afectación Directa es de 43 habitantes por hectárea, con muy ligeras variaciones entre las localidades que serán totalmente inundadas (39.9) o sólo parcialmente afectadas (46.6).

Estas densidades son características de las áreas rurales. Se puede suponer una cierta correlación entre un mayor grado de consolidación urbana y una mayor densidad, por ejemplo, en Colonia Guerrero, Papagayo y Plan Grande, mientras que las densidades más bajas corresponden a los poblados más pequeños y dispersos como La Ceiba, San José Cacahuatpec o Arroyo Verde.

En este estudio, la densidad urbana general se utiliza para obtener una primera aproximación a la superficie y población que será afectada por el embalse. Se trata de una estimación no definitiva que sólo puede ser establecida con estudios a detalle a una menor escala y que rebasan los alcances de este estudio. En este caso, dicha estimación servirá únicamente para definir la magnitud de la afectación que conllevaría el llenado del embalse y definir así el impacto respectivo.

En las 16 localidades que serán totalmente inundadas, habitan 2502 habitantes sobre una superficie de aproximadamente 58.5 has, lo que arroja una densidad promedio de 39.9 hab/ ha.

Por su parte, en los ocho poblados que serán afectados parcialmente (La Palma, Xolapa, El Zapote, El Palacio, La Ceiba, Plan Grande, Vista Hermosa y Dos Arroyos), se tiene una densidad similar (46.6 hab/ha) sobre una superficie de 91 has.

Por último, se subraya , que del total de las 24 localidades del Área de Afectación Directa, siete son caseríos escasamente habitados o utilizados con fines de explotación económica y sólo dos de ellos (El Puente de Omitlán y El Pedregal tienen código de INEGI.

**El Puente de Omitlán:** se trata de tres viviendas habitadas y dos negocios.

**El Pedregal:** se trata de una vivienda y está habitado permanentemente.

**El Guayabal:** se trata de un caserío habitado por 2 personas y una vivienda.

**Vista Hermosa:** hasta el Censo 2000 había siete viviendas y 38 personas. Los habitantes migraron a EUA y actualmente sólo quedan cuatro viviendas y veinte personas.

**Caserío 1 El Peregrino:** se le ha asignado este nombre de acuerdo con la descripción que hace Humboldt de este paraje al que se le conoce con ese nombre. Es una vivienda de material de desecho. No está habitado permanentemente y las personas se dedican a la extracción de derivados pétreos arena y grava.

**Caserío 2 Paso del Camarón:** se identificó con base en las imágenes de alta resolución compuesto por una sola vivienda, habitada temporalmente por una persona que vive en Altos del Camarón. Es una casa de material y adobe, sirve durante los periodos de siembra.

**Caserío 3 Balneario Agua Caliente.** Contiene instalaciones que la población de Dos Arroyos utiliza con fines recreativos, no está habitado aunque existe una palapa construida.

Cabe señalar que se incluyó **Xolapa** como localidad parcialmente afectable, ya que existe afectación a un tramo de la carretera federal no. 95 que comunica con el área urbana del poblado. En este estudio, no se puede determinar si existe o no afectación de su área urbana, por lo que se deberán realizar estudios específicos para determinarlo.

En el área de afectación directa ninguna localidad ha alcanzado un rango jerárquico importante, debido a su bajo volumen de población y a que no cuentan con servicios o equipamiento de cobertura microregional.

**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos**

Cuadro UA 6. Densidad de población por localidad en el área de afectación directa (Inundación), 2000

No.	Municipio	Código INEGI	Localidad	Habitantes Censo 2000	Viviendas Censo 2000	Área Urbana		%	Densidad General (hab /ha)	Población susceptible de ser afectada	Viviendas susceptibles de afectación
						Total	Inundada				
<b>LOCALIDADES QUE SE INUNDAN TOTALMENTE</b>											
1	Acapulco	120010097	Colonia Guerrero (Los Guajes)	987	209	15.5	15.5	100.0	63.5	987	209
2	Juan R. Escudero	120390004	Omitlán	452	99	8.4	8.4	100.0	53.6	452	99
3	Juan R. Escudero	120390023	Tlatchocoquite	201	46	6.6	6.6	100.0	30.7	201	46
4	Acapulco	120010154	San José Cacahuatpec	198	45	6.1	6.1	100.0	32.2	198	45
5	Acapulco	120010171	Venta Vieja	196	37	4.8	4.8	100.0	40.8	196	37
6	Juan R. Escudero	120390007	Papagayo	159	33	2.5	2.5	100.0	63.4	159	33
7	San Marcos	120530072	Chamizal	123	24	3.1	3.1	100.0	39.4	123	24
8	Acapulco	120010464	Arroyo Verde	70	11	4.0	4.0	100.0	17.7	70	11
9	Acapulco	120010142	Pochotlaxco	48	11	0.8	0.8	100.0	63.5	48	11
10	Juan R. Escudero	120390040	Amate, El	36	6	0.7	0.7	100.0	53.1	36	6
11	Juan R. Escudero	120390035	Puente de Omitlán, El	15	3	1.4	1.4	100.0	10.5	15	3
12	Juan R. Escudero	120390049	Pedregal, El	3	1	2.7	2.7	100.0	3.7	5	1
13	Acapulco		Guayabal, El	0	0	0.0	0.0	100.0	47.6	2	1
14	Acapulco		Caserío 2 Paso del Camarón	0	0	1.1	1.1	100.0	0.0	5	1
15	Juan R. Escudero		Caserío 1 El Peregrino	0	0	0.7	0.7	100.0	0.0	5	1
16	Acapulco		Caserío 3 Balneario Agua Caliente	0	0	0.1	0.1	100.0	0.0	0	0
			<b>subtotal</b>	<b>2488</b>	<b>525</b>	<b>58.5</b>	<b>58.5</b>	<b>100.0</b>	<b>39.9</b>	<b>2502</b>	<b>528</b>
<b>LOCALIDADES QUE SE INUNDAN PARCIALMENTE</b>											
17	Juan R. Escudero	120390005	Palma, La (Barrio Tejería)	1590	351	28.9	6.5	-	55.1	311	59
18	Acapulco	120010174	Xolapa	903	190	25.2	3.6	-	35.8	0	0
19	San Marcos	120530048	Plan Grande	136	29	2.2	2.2	-	60.7	75	15
20	Juan R. Escudero	120390043	Palacio, El	63	11	2.4	2.3	-	25.9	45	8
21	San Marcos	120530180	Ceiba, La	28	6	-	-	-	-	25	5
22	Juan R. Escudero	120390017	Zapote, El	351	71	6.8	0.6	-	51.6	50	10
23	San Marcos	120530068	Vista Hermosa	38	7	0.3	0.3	-	15.2	20	4
24	Acapulco	120010101	Dos Arroyos	2100	485	25.6	0.0	-	82.0	20	4
			<b>subtotal</b>	<b>5209</b>	<b>1150</b>	<b>91.4</b>			<b>46.6</b>	<b>546</b>	<b>105</b>
			<b>Total</b>	<b>7697</b>	<b>1675</b>					<b>3048</b>	<b>633</b>

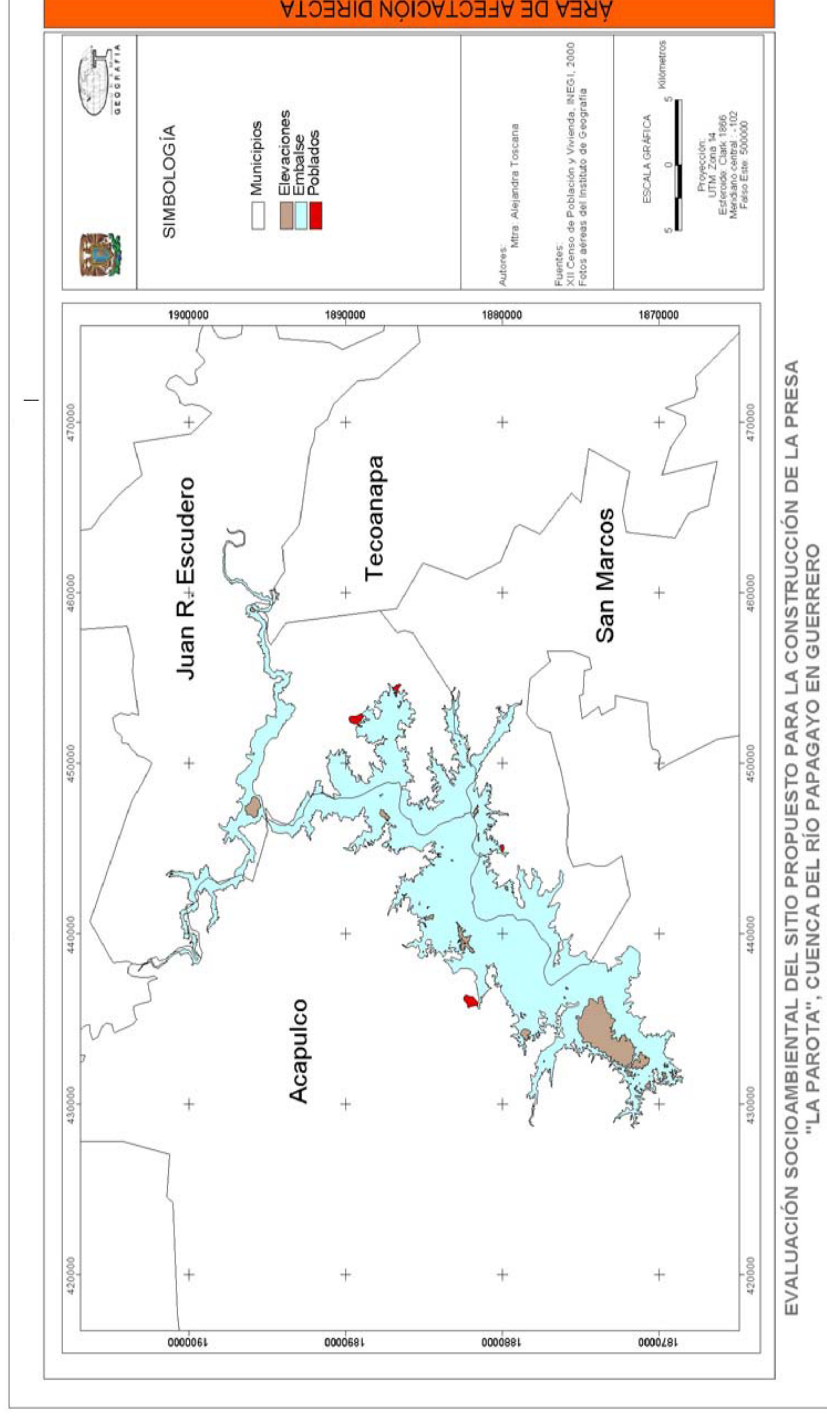
Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2000 y medición de áreas en cartas topográficas 1:50,000, INEGI

\* Sujeto a estudios con mayor detalle para obtención de datos puntuales.



**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico "La Parota" Aspectos Socioeconómicos**

Mapa UA 1. Extensión urbana de los poblados de afectación



**Evolución de la población total de las localidades involucradas por el proyecto**

La población total pasó de 5 386 a 7 697 habitantes entre 1970 y 2000 con una tasa de crecimiento de 1.18%, inferior a la tasa estatal. El crecimiento prácticamente se estanca entre 1990 y 2000, ya que sólo se incrementó en 257 personas; esta evolución indica la emigración, que también se observa en la disminución de la proporción de hombres de 50.8% a 48.9% en el mismo período, esto es una reducción de 1.88 puntos.

Cuadro SD 5. Evolución de la población de las comunidades ubicadas en el área de afectación directa (embalse), 1970-2000\*

Periodo	Población total	Población masculina	%	Población femenina	%
1970	5386	NC	NC	NC	NC
1990	7424	3771	50.79	3653	49.21
1995	7693	3919	50.94	3774	49.06
2000	7697	3764	48.90	3933	51.09

NC: No considerada

Fuente: Elaboración propia con base en los censos de población y vivienda IX, XI y XII, y conteo 1995, INEGI.

\*No incluye a El Guayabal y los otros caseríos, ya que no aparecen en los censos

**Localidades afectadas del municipio de Acapulco**

En este municipio **Colonia Guerrero**, la localidad más grande sujeta a inundación total, asciende de 461a 987 pobladores de 1970 al 2000, a una tasa de crecimiento de 2.53% promedio anual. Durante la década de los 90 prácticamente se estanca, incrementando sólo en 73 personas el número de sus habitantes, con una tasa de crecimiento muy baja de 0.77% promedio anual.

La proporción de hombres desciende de 51.6% a 48.3% entre 1990-2000 en tanto que las mujeres representaban 48.4% para el primer año y en 2000 ya son 51.7%.

**Dos Arroyos** también es de las que menor crecimiento han tenido, en 30 años sólo se incrementó en 149 personas, pasando de 1 951 a 2 100 ente 1970 y 2000, a una tasa anual de 0.24%. Entre 1990 a 2000, la población ascendió de 2,033 a 2,100 habitantes, esto es solo un incremento de 67 personas. En cuanto a su composición por sexos su estructura también se modifica a favor del sexo femenino ya que entre 1990 y 2000, los hombres redujeron su participación en 1.33 puntos, al pasar de 50.7% en 1990 a 49.4% en 2000.

**Xolapa** crece a una tasa de 1.51% aumentando su población de 573 a 903 habitantes entre 1970 y 2000. A diferencia de los altibajos de las otras comunidades, su crecimiento es constante. Su distribución de acuerdo al sexo si sufre cambios ya que en 1990 los hombres representaban 47.4% para caer a 46.8%. La mayor proporción de mujeres se sigue acentuando.

**San José Cacahuatpec**, entre 1970 y 2000, redujo su población al pasar de 311 a 198 habitantes, lo que significa una tasa anual negativa de crecimiento de -1.5%. También se

modifica su población por género al pasar los hombres de representar 49.8% en 1990 a 51.52 en 2000. Las mujeres pasan de 44.9% a 48.5%.

**Venta Vieja** pasó de 64 a 196 pobladores entre 1970 y 2000, esto es un incremento de 206% para el periodo. En la última década su crecimiento es mínimo, 12 habitantes. Al igual que las anteriores localidades, la proporción de mujeres es más alta y se incrementa en el período analizado, al pasar de 43.6% a 50%.

**Pochotlaxco** ha tenido fuertes vaivenes con tendencia a reducirse aún más. Entre 1970 y 2000 su población descendió de 64 a 48 habitantes. Aquí las mujeres han reducido su participación, representando actualmente solamente 43.8% del total.

**Arroyo Verde** ha crecido en 15 habitantes entre 1990 y 2000, en este último año el número de sus pobladores asciende a 70. Las mujeres han reducido su participación al pasar de 50.9% a 48.6% entre 1990-2000, en este caso, al ser una localidad tan pequeña, una mujer de más se manifiesta fuertemente en el porcentaje.

**Paso del Camarón (Caserío II)** se identificó con base en las imágenes de alta resolución compuesto por una sola vivienda, habitada temporalmente por una persona que vive en Altos del Camarón. Es una casa de material y adobe, sirve durante los periodos de siembra.

**Balneario Agua Caliente (Caserío III)** utilizado por los pobladores de Dos Arroyos para actividades recreativas. Aquí existen acondicionadas albercas y sólo una palapa.

#### ***Localidades afectadas del municipio Juan R Escudero***

**Tejería (La Palma).** Entre 1970 y 2000 pasó de 1 312 a 1 590 habitantes lo que representa un incremento de 20%, con una tasa de crecimiento anual de 0.64%. En 1990 tenía 1 751 habitantes para llegar a 1 590 en 2000, registrando una tasa negativa de crecimiento (-0.96%). Los hombres pasaron de 51.9% a 48.2% entre 1990-2000.

**Omitlán** tiene una tasa de crecimiento anual de 2.29%. De 1970 a 2000, la población aumentó de 227 a 452 personas, lo que implica un incremento de casi 100%. Entre 1990 y 2000, la tasa anual es de 0.66%. La estructura por sexos se ha mantenido prácticamente estable y con una mayor proporción de hombres, 51.8% en el 2000.

**Tlalchocohuite** se ha mantenido prácticamente igual durante los últimos 30 años toda vez que en 1970 eran 209 habitantes y en 2000 son 201. En la estructura por género las mujeres han crecido 1.65 puntos al pasar de representar 47.11% en 1980 a 48.76% en 2000.

**Papagayo** ha mantenido constante su crecimiento. En 1970 eran 119 pobladores y en 2000 ya son 159, es decir 33% de incremento en 30 años. En el 2000, la proporción de mujeres asciende a 55.4%. El Zapote crece 115% en el periodo pasando de 163 a 351 habitantes entre 1970 y 2000. La proporción de hombres han reducido su participación al pasar de 50.6% a 48.7% entre 1990-2000.

**El Amate** cuenta con 36 habitantes en el 2000 de los cuales 22 son hombres y 14 son mujeres. Esta localidad no aparece en el censo de 1990.

**El Palacio** tiene 63 habitantes en el 2000, de los cuales 32 son hombres y 31 mujeres. En el censo de 1990 no está registrada.

**Puente de Omitlán** aparece sólo en el Censo 2000 y cuenta con 15 habitantes de los cuales 8 son hombres y 7 mujeres.

**El Pedregal** es una localidad de una sola vivienda y cuenta con 3 habitantes.

**El Zapote** para el Censo de 2000, en la localidad existen 351 y 71 viviendas.

**El Peregrino (Caserío I)** es una vivienda de material de desecho. No está habitado permanentemente y las personas se dedican a la extracción de derivados pétreos arena y grava.

#### ***Localidades afectadas del municipio San Marcos***

**Plan Grande** es la más grande de las localidades de este municipio ubicadas en el área de afectación directa. En 30 años prácticamente se ha mantenido igual, y redujo en 5 el número de sus habitantes, quedando en 136 en 2000. La proporción de hombres se redujo de 53.6% a 48.5% entre 1990-2000.

**El Chamizal** creció en 5 habitantes en 10 años pasando de 118 a 123 entre 1990-2000. La proporción de hombres se incrementa ligeramente al pasar de 48.3% a 48.8% entre 1980-2000.

**Vista Hermosa**, de acuerdo con información censal, disminuyó su población de 41 a 38 habitantes entre 1990-2000. La proporción de hombres se incrementó de 43.9% a 47.4%. En visita de campo se constató que actualmente sólo viven 5 personas divididas en dos familias cada una con su respectiva vivienda, mientras que las otras casas fueron abandonadas y ya están destruidas.

**La Ceiba** antes llamada La Unión, caserío disperso con una población de 28 habitantes y seis viviendas.

#### **Estructura por edad**

A continuación destacaremos con base en la información sobre integración territorial para el año 2000 proporcionada por INEGI, algunas de las características de la estructura etárea que pueden advertir la demanda actual de algunos requerimientos sociales. El análisis se apoya en el porcentaje de las localidades de mayor población respecto a la suma de los datos de las localidades implicadas en el proyecto de inundación de cada municipio.

#### **Localidades que se inundan totalmente**

Localidades del municipio de Acapulco. De las localidades consideradas de este municipio, la más representativa es la Colonia Guerrero. Aquí, el 62 por ciento es población de menos de 5 años y el 59 por ciento de la misma es de 6 a 14 años, es decir el 60 por ciento de la población de ambos grupos corresponde al grupo de jóvenes que actualmente demandan una estructura educativa básica (Cuadro 1). El grupo de población de 15 a 24 años de la Colonia Guerrero, representa el 70 por ciento de población considerada como una fuerza de trabajo joven. Además si sólo se considera a la población femenina de 15 a 49 años, ésta representa el 71 por ciento de la población en edad reproductiva y productiva del grupo de las cinco localidades.

Localidades del municipio de San Marcos. En este caso, la información examinada se refiere a las localidades de El Chamizal y Plan Grande. En conjunto concentran el 81.6 por ciento de la población de 0 a 4 años y el 89.6 por ciento es de 6 a 14 años. Esto representa un 87 por ciento de la población de las localidades de inundación de este municipio e indica un requerimiento educativo básico. En cuanto al grupo de 15 a 49 años de población femenina, representa el 87 por ciento de población en edad productiva y reproductiva.

Localidades del municipio Juan R. Escudero. En este caso, dos localidades contienen el mayor volumen de población. Omitlán y Tejería (La Palma). Los datos agregados de ambas, indican que el 31 por ciento de la población requiere de una organización de educación básica. En cuanto al grupo de 15 años a 49 años, una población femenina que representa el 83 por ciento de población, se encuentra en edad productiva y reproductiva.

#### **Localidades que se inundan parcialmente**

Las localidades que se inundarán parcialmente son ocho. La población de 0-4 años es de 601 personas, que equivalen al 53 por ciento de la población de este grupo. Del grupo de 6-14 años la población afectada es de 1253 personas, que significan una proporción de 56 por ciento. El grupo de 15-24 registra 974 personas con una proporción semejante. El grupo de mujeres de 15 a 49 años presenta una población de 1209 personas equivalente al 55 por ciento de este grupo (Cuadro 1).

Localidades del municipio de Acapulco. Son Dos Arroyos y Xolapa con 224 y 102 personas respectivamente y además son las más representativas numéricamente en el municipio y registran proporciones de más del 60 por ciento en cada uno de los grupos considerados.

Localidades del municipio de San Marcos. Las localidades analizadas son, Plan Grande, Vista Hermosa y La Ceiba, en orden de importancia numérica. Destaca la localidad de Plan Grande, con 15 personas. Con respecto al total de las localidades El grupo de 0-4 años representa el 37 por ciento de la población de este grupo, el de 6-14 el 40 por ciento, el de 15 a 24 el 47 por ciento y el grupo de mujeres de 15 a 49 años 44 por ciento.

Localidades del municipio de Juan R. Escudero. Se trata de tres localidades La Palma, El Zapote y El Palacio. En conjunto representan más del 40 por ciento en los distintos grupos considerados. La Palma es la localidad numéricamente más grande con más del 35 por ciento de la población de este conjunto.

**Cuadro 7. Estructura de la Población en las localidades del área de inundación, 2000.**

Municipio/localidades	Población/años			
	0 a 4	6 a 14	15 a 24	femenina de 15 a 49
<b>Total</b>	<b>1144</b>	<b>2235</b>	<b>1724</b>	<b>2188</b>
<b>Acapulco de Juárez</b>	<b>532</b>	<b>1057</b>	<b>830</b>	<b>1026</b>
Arroyo Verde	10	28	11	10
Colonia Guerrero	128	204	202	255
Pochotlaxco	8	12	9	14
San José Cacahuatpec	27	50	29	38
Venta Vieja	33	51	38	44
Dos Arroyos	224	499	360	444
Xolapa	102	213	181	221
Guayabal	ND	ND	ND	ND
Caserio 2 Paso del Camaron	ND	ND	ND	ND
Caserio 3 Balneario Agua Caliente	ND	ND	ND	ND
<b>San Marcos</b>	<b>41</b>	<b>93</b>	<b>59</b>	<b>68</b>
El Chamizal	16	38	15	24
La Ceiba	2	7	8	6
Plan Grande	15	37	28	30
Vista Hermosa	8	11	8	8
<b>Juan R. Escudero</b>	<b>571</b>	<b>1085</b>	<b>835</b>	<b>1094</b>
Omitlán	58	111	79	104
Papagayo	25	43	33	40
Tejería (La Palma)	206	375	302	398
Tlalchocohuite	25	60	29	45
La Palma	206	375	302	398
Zapote, El	32	97	70	84
El Palacio	12	14	17	18
Amate, El	7	10	3	7
Puente de Omitlán	ND	ND	ND	ND
Caserío I El Peregrino	ND	ND	ND	ND

Fuente: INEGI, 2000.

### **Grado de marginación**

El grado de marginación 1995 muestra sólo a La Palma con un nivel Medio, las localidades restantes tuvieron una marginación de nivel Alto y Muy Alto. En cuanto al grado de marginación 2000, la población analfabeta mayor de 15 años alcanzó 61% en La Ceiba, además de las grandes proporciones de pobladores mayores de 15 años sin educación primaria completa donde el mayor porcentaje se ubicó en Arroyo Verde con más de 78%. Las características de las viviendas de las localidades muestran enormes carencias en la disponibilidad de agua entubada, servicio sanitario exclusivo, energía eléctrica y vivienda con piso de tierra. Todas estas características combinadas con bajos niveles de ingresos, se traduce en una marginación Muy Alta o Alta. (cuadros IV.2.3.1.2 y IV.2.3.1.3).

**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos**

Cuadro IV.2.3.1.2. Índices de marginación social y algunos de sus componentes de las localidades afectadas directamente por el proyecto hidroeléctrico "La Parota" 1995														
MUNICIPIO	LOCALIDAD	Población total 1995	% Viviendas particulares 1995	% Analfabetismo o 1995	% PEA Sector Primario	% Viviendas sin agua entubada 1995	% Viviendas sin drenaje 1995	% Vivienda sin energía eléctrica 1995	% Viviendas con piso de tierra 1990	% Ocupantes por cuarto	Índice de marginación 1990	Índice de marginación 1995	Grado de marginación 1995	
Acapulco	Venta Vieja	184	31	27	85.7	54.8	100.0	6.5	75.9	3.0	-0.09	0.47	muy alto	
	Colonia Guerrero	922	185	34.0	82.9	98.4	85.4	0.5	49.4	2.5	0.02	0.28	muy alto	
	Arroyo Verde	65	8	29.6	100.0	100.0	100.0	75.0	83.3	3.9	1.08	1.49	muy alto	
	Pochotlaxco	44	11	26.9	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	3.3	1.63	1.53	muy alto	
	San José Cacahuatpec	224	39	34.9	92.9	100.0	100.0	2.6	84.1	3.0	0.93	0.88	muy alto	
	El Guayabal	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
	Dos Arroyos	1988	436	31.6	65.9	39.5	63.3	2.3	43.5	2.4	-0.63	-0.33	alto	
	Caserío II Paso del Camarón	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Caserío III Balneario Agua Caliente	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Papagayo	195	38	22.0	71.9	86.8	52.6	5.3	44.1	2.3	-0.30	-0.28	alto	
Juan R. Escudero	Omitlán	458	90	29.2	69.7	6.7	54.4	2.2	40.0	2.7	-0.18	-0.48	alto	
	Tlalchocohuite	253	41	20.0	72.2	68.3	100.0	9.8	39.4	3.0	-0.14	0.13	muy alto	
	Tejería (La Palma)	1735	334	13.3	60.7	23.7	47.0	1.8	33.7	2.3	-0.91	-0.87	medio	
	Palacio, El/1	66	11	13.9	n.d.	90.9	100.0	0.0	0.0	0.0	n.d.	-0.12	alto	
	Zapote, El/1	351	67	24.0	83.7	16.4	94.0	6.0	71.4	2.1	-0.40	-0.08	alto	
	Amate, El/1	18	5	30.0	n.d.	80.0	0.0	100.0	0.0	0.0	n.d.	-0.03	alto	
	El Pedregal/1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
	Puerto Omitlán/1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
	Caserío I El Peregrino/1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
	Plan Grande	121	26	33.3	85.0	69.2	100.0	3.9	51.9	2.3	-0.22	0.22	muy alto	
San Marcos	La Ceiba	58	10	58.3	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	
	Chamizal	115	23	26.1	100.0	100.0	100.0	100.0	69.2	2.0	0.86	0.94	muy alto	
	Vista Hermosa/1	38	5	31.6	100.0	100.0	100.0	100.0	85.7	3.2	1.27	1.45	alto	

n.d no disponible

Fuente: Índices de Marginación Social, 1995. Consejo Nacional de Población



**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico "La Parota" Aspectos Socioeconómicos**

Cuadro IV.2.3.1.3 Índices de marginación social y componentes de las localidades afectadas directamente por el P.H. "La Parota" 2000

Municipio	Localidad	Población total	% Población analfabeta de 15 años o más	% Viviendas sin disponibilidad de servicio sanitario	% Viviendas sin energía eléctrica	% Viviendas sin agua entubada en el ámbito de la vivienda	% Viviendas con piso de tierra	% Población ocupada con ingreso de hasta 2 salarios mínimos	Grado de marginación
Arroyo Verde	Arroyo Verde	70	42.86	100.00	100.00	100.00	81.82	100.00	Muy alto
	Colonia Guerrero (Los Guajes)	987	31.79	80.98	3.90	99.51	37.07	98.45	Muy alto
	Pochotlaxco	48	28.57	100.00	100.00	100.00	90.91	55.56	Muy alto
San Jose Cacahuatpec	San Jose Cacahuatpec	198	36.94	100.00	9.30	100.00	69.77	90.38	Muy alto
	Venta Vieja	196	24.27	61.11	2.78	72.22	27.78	86.79	Alto
	El Guayabal	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Acapulco de Juárez	Dos Arroyos/1	2100	30.43	45.78	5.49	57.17	31.86	90.16	Alto
	Caserío II Paso El Camarón/1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Caserío III Balneario Agua Caliente/1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Omitlán	Omitlán	452	21.93	50.51	10.10	5.05	28.28	93.85	Alto
	Papagayo	159	20.00	57.58	0.00	60.61	27.27	88.89	Alto
	Tlalchocohuite	201	19.27	41.30	4.35	56.52	43.48	78.05	Alto
Tejería (La Palma)	Tejería (La Palma)	1,590	12.83	41.88	3.99	76.35	23.36	80.76	Alto
	Palacio, El/1	63	14.29	63.64	0.00	90.91	63.64	92.86	Alto
	Zapote, El/1	351	20.19	72.86	4.29	10.00	65.71	89.47	Alto
Juan R. Escudero	Amate, El/1	36	16.67	83.33	0.00	100.00	50.00	100.00	Alto
	El Pedregal/1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Puente Omitlán/1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Caserío I El Peregrino/1	Caserío I El Peregrino/1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Chamizal	123	21.67	100.00	0.00	100.00	21.74	80.00	Alto
	Plan Grande	136	31.65	71.43	10.71	92.86	32.14	87.50	Alto
San Marcos	La Ceiba	28	61.11	100.00	83.33	100.00	100.00	83.33	Muy alto
	Vista Hermosa/1	38	26.32	100.00	100.00	100.00	85.71	83.33	Muy alto

n.d. No disponible

Fuente: Elaboración propia con base en los Índices de Marginación Social, 2000, Consejo Nacional de Población.

### Índice de alimentación en el área de afectación directa

Para las localidades afectadas, el índice de alimentación se calculó a partir de los ingresos per cápita de los trabajadores, de acuerdo a la encuesta realizada en la zona de embalse, la ocupación principal de la PEA de las localidades, se concentra principalmente en actividades agrícolas en las cuales no se percibe un ingreso regular en el tiempo y existe la figura del trabajador familiar sin pago. En el Cuadro IA 1, se indica a la población que puede adquirir una CA; donde los valores cercanos a 1 señalan la capacidad completa para adquirir la CA y por consiguiente una alimentación adecuada, valores cercanos a 0 señalan alimentación deficiente.

Cuadro IA 1. Índice de alimentación para las familias de los habitantes de los hogares ubicados en la zona de embalse, 2003

Municipios	PEA con ingresos suficientes para adquirir la CA.	Índice de alimentación
Chamizal	7	2.3
El Amate	9	0.4
Omitlán	10	0.7
Papagayo	15	0.9
Plan Grande	5	0.3
Pochotlaxco	2	0.1
Tlalchocohuite	9	1.3
Venta Vieja	24	3.4

Fuente: Cálculos propios con datos de la Encuesta a los Hogares Ubicados en la Zona de Embalse del Proyecto Hidroeléctrico La Parota, Guerrero, junio 2003

### Organizaciones ambientales

En el área de inundación no existen organizaciones ambientalistas o ecologistas formales, no obstante es necesario considerar que la relación que tiene el campesino con los recursos naturales es uno de los elementos de mayor importancia dada el estrecho vínculo que se establece al usufructuar la naturaleza.

En este caso, la Tierra y los ríos de Papagayo y Omitlán son recursos estratégicos para las localidades dado que les ha permitido mantener su reproducción social. No sólo en términos simbólicos o culturales sino como un elemento fundamental en la supervivencia cotidiana. Además, en algunos casos el río también es utilizado como una vía de comunicación al ser el único medio o el más rápido (considerando lo precario de las comunicaciones en la zona) para comunicarse con otras localidades.

La recolección de leña que la mayoría de los poblados utiliza como un elemento energético, quedo demostrado en la encuesta en donde 77.8 % de la población utilizaba a la leña como combustible, así como la pesca local de especies les ha permitido mantener una dieta que de otra forma sería más precaria. Por ello, aunque las comunidades no tengan de inicio discursos de tipo ecológico o ambientalista, en un momento dado podrían

presentarse este giro, como lo demostró el primer recorrido que realizaron funcionarios de la CFE y campesinos que se oponían al inicio de las obras de estudio

”Marco Antonio Suástegui Muñoz, quien encabeza el grupo inconforme, preguntó si ya se había pedido permiso a Semarnat...Agregó el comunero que las autoridades competentes como Semarnat y Profeco para ver si efectivamente cuenta la CFE con los permisos, ya que se han derribado árboles y abierto caminos”<sup>14</sup>

En el caso de los así denominados “campesinos ecologistas” de Guerrero, originarios del Petatlán, en la región del Filo Mayor, aún cuando al principio no se expresaban argumentos de corte ambiental, el desarrollo del conflicto los llevó a dar a los planteamientos originales, un sesgo ecologista.

En el caso que nos ocupa se puede apreciar que, a pesar de que no existen comunidades indígenas que puedan sustentar un discurso con respecto a su relación con la naturaleza, que de manera tradicional diversas etnias sustentan en cosmovisiones bien estructuradas, en donde elementos como la Tierra es de la mayor importancia, los habitantes de la zona probable de inundación mantienen una estrecha relación con los recursos naturales a través de un usufructo, además de que este contacto con la naturaleza se encuentra cargado de simbolismos, en los que la vida y la fertilidad están indiscutiblemente asociados.

Por ello, aunque en todas las localidades de la zona de ambalse podría surgir un discurso en términos ecológicos y/o ambientalista, esto es más factible las localidades con antecedentes indígenas, como Cacahuatpec o en donde los niveles educativos son más elevados, tales como Altos del Camarón, aún cuando esto no es explícito actualmente.

### **En el puerto de Acapulco**

En el caso de Acapulco, la presencia de organizaciones ambientalistas o ecologistas es distinta, pero se puede considerar que 1992 es un parteaguas en cuanto a las asociaciones ambientalistas en el Puerto.

La venta de una parte del Parque Papagayo (3 800 has) por parte del Gobierno estatal durante la gestión estatal del Lic. Francisco Ruiz Massieu, unió a una serie de actores sociales que no tenían ningún tipo de vinculación entre ellos. Según explicaron distintos personajes que intervinieron en la movilización, ésta se formó con personas de diferentes partidos políticos e incluidas todas las clases sociales.

Es común escuchar que importantes empresarios del Puerto lideraron el movimiento. Si bien la Dra. Elena Khan fue quien primero dio la voz de alerta sobre la venta del parque Papagayo, con la huelga de hambre de la Sra. Carmen Sánchez Varela se inició formalmente el movimiento. Fue entonces cuando se incorporó el grupo de derechos humanos de Acapulco, para asesorar y formar el comité de huelga de hambre.

El movimiento inició en Diciembre de 2001, con marchas desde el interior del Parque Papagayo al Ayuntamiento que se encuentra localizado dentro del mismo lugar.

---

<sup>14</sup> (Contreras Karina. 2003. El Sur de Acapulco).

Simultáneamente se realizaron cordones humanos alrededor del parque, asistían grupos de alumnos con sus maestros quienes también participaban al rodear las maquinarias utilizadas en la remoción de tierra, tala de árboles, así como en los distintos cambios que se requerían para la transformación del parque recreativo en un centro comercial Aurrera.

De los personajes que iniciaron el movimiento ecologista sobresalieron en la dirección la Dra. Khan, periodista y directora de cablevisión de Acapulco, los empresarios Ricardo y Armando Zermeño, dueños de la Plaza Comercial Cuauhtémoc, el Sr. Carlos Ramos, la Sra. Delia Garduño y su esposo así como el Dr. Mojica pionero de derechos humanos en el puerto. Participaron además amas de casa, gente de la tercera edad, el grupo Pausa Para la Salud quienes realizaban actividades al interior del parque Papagayo y lo que los entrevistados denominan “el pueblo”, quienes participaban aunque de manera intermitente y en las distintas actividades que se realizaban como mantener el plantón, informar a la población, realizar marchas o mítines así como apoyar con comida los domingos que era cuando contaba con mayor afluencia el movimiento.

Una de las entrevistadas rememora

”La Dra. Khan ella fue quien nos informo de la venta del parque y quien nos sugirió que nos organizáramos para defenderlo. Al principio no le hicimos mucho caso pero cuando vimos que cerraron una parte del parque, que talaron ceibas –375\*, que destruyeron la Piñata y que nos impidieron el acceso al parque por ser de propiedad privada. Fue cuando nos empezamos a organizar para defenderlo y evitar que lo perdiéramos” (Entrevista 2)

Además participaron personajes como Miguel Balleza, actual subdirector de Ecología del Ayuntamiento y Director de Ecólogos del Estado de Guerrero, el Dr. Héctor Oscós Alvarado dueño del Colegio Nautilus que es un colegio Ecologista, quien participa actualmente en el Patronato Pro Bahía de Acapulco.

Las causas que esgrimía el gobernador para la venta del Parque era que cuando el gobernador Rubén Figueroa había expropiado el predio a los antiguos dueños no se les había liquidado el precio de lo expropiado, por lo que se veía en la necesidad de vender dicho predio por 200 millones de pesos.

Según otra versión, ante problemas de liquidez se buscó la intervención del gobierno federal ante el empresario Sr. Moisés Assa Duek para buscar su ayuda mediante la venta del parque Papagayo. Según afirmó el propio empresario ante los defensores del parque, se habían pagado 500 millones de pesos frente a los 200 millones de pesos que el gobierno estatal reconocía.

El acercamiento el comprador Moisés Assa Duek y el movimiento ecologista, fue sin duda un elemento de presión, que obligó al gobernador en Octubre de 2002, a detener la venta del Parque Papagayo, al mismo tiempo que se declaró como reserva ecológica.

Mientras tanto, los integrantes del movimiento, asesorados por el Lic. Chávez Montes, amenazaron con interponer una demanda contra el gobernador. Como resultado se logró que el Gobierno restituyera las 3,800 hectáreas al Parque Papagayo. El gobernador pagó al Sr. Assa Duek un porcentaje en efectivo y el resto con terrenos en Punta Diamante.

---

\* Número que coincide en todas las entrevistas realizadas

Así, el primer movimiento ecologista local ganó la recuperación del Parque Papagayo el 2 de Octubre de 2002. Después de su triunfo, el grupo se escindió en dos grupos ecologistas, **Defensores del Parque Papagayo A.C.** y **Asociación ambientalista Guerreros Verdes A.C.**

En síntesis, algunas características comunes a las movilizaciones sociales que han enfrentado grandes proyectos recreativos o turísticos son las siguientes:

- En muchos de ellos se cuenta con el reconocimiento de las autoridades competentes locales (comisario ejidal, oficina de ecología, presidencia municipal, entre otros)
- En cambio, no siempre se cuenta con el respaldo de las localidades afectadas, es decir se cuenta con la legalidad pero no con la legitimidad.
- En casi todos los casos, es común que las autoridades locales quedan rebasadas por el movimiento ciudadano, cuyo discurso puede o no, adoptar un cariz ecológico, pero que, en esencia, se trata de una movilización de ciudadanos inconformes ante proyectos que implican una transformación radical del territorio que habitan.

En casi todos los movimientos que se han organizado contra grandes proyectos, la manifestación de la inconformidad puede desbordar los límites y desembocar en conflictos que a su vez, frenan los proyectos. Con base en estas experiencias, la forma en que un conflicto se incrementa puede sintetizarse de la siguiente forma:

Cuadro CP 2. Grados de conflictividad

Inconformidad			Protesta			Movilización			Confrontación
ligera	moderada	radical	ligera	moderada	radical	ligera	moderada	radical	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

En el proceso de escalamiento de un conflicto reconocemos cuatro etapas, la primera nombrada inconformidad se refiere a marchas que se pueden realizar dentro de los mismos poblados lo que corresponde a una inconformidad ligera, grado 1 de conflictividad; cuando se realizan dentro de la zona de embalse o del área adyacente al embalse es una inconformidad moderada, grado 2 de conflictividad y; cuando se trasciende estos límites para llegar a alguna cabecera municipal corresponde a una inconformidad radical con un grado 3 de conflictividad.

La segunda etapa, la protesta, incluye acciones como plantones y bloqueos. Esta puede ser ligera, con un grado de conflictividad 4, cuando estos se realizan en las localidades; moderada, de grado 5, cuando son en la zona del embalse; y radical con grado 6 de conflictividad cuando trascienden la región.

La etapa denominada Movilización incluye la toma de oficinas o de maquinaria, siendo ligera con grado 7 de conflictividad cuando dichas acciones se dan a nivel localidad; moderada con grado 8 de conflictividad cuando se desarrollan en la zona de embalse y; radical con grado 9 de conflictividad cuando dicha acción se da en un ámbito externo; en la cabecera municipal .

En la cuarta etapa se está hablando de privación de la libertad, enfrentamientos verbales o rupturas de negociación, es el grado máximo por lo que no hacemos una diferenciación de lo local o lo regional, puesto que de una u otra forma este es el punto rojo al que se debe evitar llegar.

Si bien, en esta perspectiva la conflictividad se plantea como un proceso en etapas, estas no son necesariamente lineales ni espacialmente homogéneas. Por ejemplo, en el presente caso, mientras que para algunas localidades se puede decir que han alcanzado el grado máximo de conflictividad, otras apenas muestran el grado 1. Además, el máximo grado de conflictividad (la confrontación), puede ir acompañado de acciones típicas de etapas anteriores como marchas o toma de maquinaria u oficinas.

Negarles o escatimar la importancia de dichas inconformidades es el camino más fácil pero también el más seguro en la polarización de las posturas, y por tanto, en la radicalización y en el escalamiento de la conflictividad para la negociación. Por eso, el amago del recurso de la ley y el estado de derecho, radicalizan las posturas de la ciudadanía, los casos de la Presa de San Juan Tetelcingo, el fallido club de Golf de Tepoztlán, y el aeropuerto de San Salvador Atenco presentaron esta característica.

#### **De defensores a Guerreros Verdes**

Una vez concluido el movimiento de los defensores del Parque Papagayo sus miembros se constituyeron en dos agrupaciones ambientalistas, los Defensores del Parque Papagayo A.C. y la Asociación Ambientalista Guerreros Verdes A.C. La primera de ellas sólo estuvo en actividad por un par de años y posteriormente se desintegró, aunque participaron de manera conjunta con la segunda en algunos movimientos antes de desaparecer.

Entre las actividades en las que participaron se encuentran la defensa de la Isla Roqueta que quería ser impulsada como zona turística (sic). Ahí se pretendía construir albercas y comedores ante la fuerte desconfianza hacia este tipo de proyectos, como dijo uno de los entrevistados *“primero ofrecen las perlas del virgen después no cumplen nada”* (Entrevista 1), dicho proceso tampoco se llevó a cabo.

Simultáneamente se inició el monitoreo de la zona conocida como el Veladero que son las partes altas de las montañas que rodean a la Bahía de Acapulco y en donde se estaban presentando invasiones.

Además se trabajó en labores de limpieza de las playas de Acapulco, y se participó durante tres años en la protección de la Tortuga, en Luces del Mar y Barra de Coyuca, así como en el rescate de Punta Bruja como sitio de reproducción de reptiles.

También se iniciaron una serie de movilizaciones por otros problemas urbanos que se venían presentando en la zona urbana popular del municipio de Acapulco.

En la colonia Renacimiento el problema que afectaba directamente a la gente...

“...era una insoportable pestilencia, porque se descargaban las vísceras [del rastro] sobre el canal pluvial, toda esa podredumbre iba a dar al río la Sabana...entonces decidí conformar un comité **Arenas blancas y Aguas cristalinas**, porque el agua que corría eran aguas negras” (Entrevista 1).

El líder de esta organización se inicio en el grupo de los defensores del Parque Papagayo y, como muchos otros, reconoce que nunca se había preocupado por la ecología o el ambiente pero que, a partir de su participación en dicho movimiento, adquirió conciencia de la importancia de esos temas.

El mismo líder comenta el inicio del movimiento de Arenas Blancas y Aguas Cristalinas

”me decían: al rastro no lo quita nadie...yo les decía que si, porque si nosotros nos organizamos, nos unimos, hacemos marchas, bloqueos, tapamos de donde sale eso y el gobierno se da cuenta que no queremos eso, lo vamos a lograr, empecé con cinco gentes, pero los primeros que me apoyaron fueron los guerreros verdes”(Entrevista 3).

Para el líder de esta agrupación (que logró el cierre del rastro) la importancia de contar con la asesoría de Green Peace, con el respaldo de Guerreros Verdes, de la Dra. Khan, el cobijo de los medios de comunicación, el apoyo de la comunidad, pero también de partidos políticos entre ellos el PRD y el Verde Ecologista, fueron fundamentales para lograr sus objetivos.

Respecto a la participación de los partidos políticos, el mismo líder comenta como se incorporaron al movimiento,

“...entonces gobernaba el PRI, lógico el PRD trataba de ayudar a los grupos que maltrataban al partido en el poder, y el Verde Ecologistas fue pero no con el fin de apoyar la ecología, por eso yo mejor me retire, él iba con el fin de ganar adeptos y llevar agua a su molino, por eso no muy bien aceptaba yo ese apoyo, pero más apoyo el PRD y unos que otros del PRI, muy aislados”.

También se invitó a **grupos católicos** y se integró el grupo **Juvenil Gente Nueva** de la Universidad Autónoma de Guerrero, las actividades realizadas consistieron en bloquear el rastro, se hicieron marchas y fue cuando el movimiento alcanza mayor fuerza. Fue también cuando empezaron a solidarizarse grupos ecologistas de otros lugares como el **Espacio Verde de Morelos** y grupos de Zihuatanejo. Fue entonces cuando, según el líder...

“...la gente empezó a creer cuando los medios apoyaban porque ahí lo difícil era la concientización de la gente, que ya no creía en el movimiento, porque había habido otros que habían luchado y fueron secuestrados por tres, cuatro días, fue el Movimiento Ecologista Mexicano, el MEM pero a ellos los secuestraron”

A diferencia de los defensores del Parque Papagayo este movimiento también sufrió de represiones, el líder fue secuestrado durante cinco horas, pero la intervención de la Dra. Elena Khan, de los medios de comunicación que habían cubierto las movilizaciones, las mismas presiones que ejercieron colonos de Renacimiento y la intervención de Green Peace fueron de gran valía *“porque atrás estaba la fuerza de Guerreros Verdes, hasta el representante de Green Peace me vino a visitar”*.

El mismo líder comentó que fue Aguirre Rivero quien cerró el rastro, aprovechando que había una huelga en el rastro y que ya tampoco era redituable económicamente. Aunque también comentó que se hubieran conformado con que se colocara una planta tratadora anaeróbica para que el río ya no oliera mal.

Con respecto al conocimiento que se tiene de la situación de la Parota, se maneja información muy certera de los beneficios pero también de los costos de la construcción de una posible presa, de los incumplimientos de los distintos instituciones de gobierno, se tiene muy presente el caso de la Sabana para le creación de Ciudad Renacimiento en donde tampoco se concluyeron los pagos a los ejidatarios. Por ello se explica el que los habitantes de la zona de inundación no confíen en la CFE. Si existen muchos antecedentes en donde no se ha cumplido con lo que se promete.

Además el mismo líder de Arenas Blancas considera que los problemas que se han suscitado por hidroeléctricas o las termoeléctricas dañan no sólo la ecología sino también la economía. El da el ejemplo de Petacalco, en donde considera que la contaminación de la laguna del mismo nombre ha afectado a los pescadores en su economía.

Otro movimiento en el que participó la agrupación de Arenas Blancas, Aguas Cristalinas fue para evitar el hundimiento de un barco en la bahía de Acapulco en 1999, y aunque convocó a una gran cantidad de organizaciones ambientalistas (Guerreros Verdes, grupos sociales, de la universidad) entre ellos, no tuvo éxito y fue hundido en la Bocana.

El argumento para que se hundiera el barco fue que era necesario crear un arrecife coralífero, y fue una iniciativa del gobierno estatal, para promover el desarrollo turístico del buceo. Mientras que los opositores a que se hundiera argumentaban que había sido un barco de guerra y tenía focos de contaminación.

### **Situación actual**

Así fueron constituidos varios comités o agrupaciones con tareas específicas a partir de problemáticas concretas lo que dio como resultado,

- +El comité del Parque Papagayo
- +El comité de Arenas Blancas y Aguas Cristalinas
- +Patronato Pro Bahías de Acapulco
- +Asociación Ecológica y Pro Defensa Isla de la Roqueta, A.C.

La creación de cada uno de estos comités depende de la problemática en particular, pero cuentan con el respaldo y la asesoría de Guerreros Verdes, de ecologistas y de investigadores en estos temas, además reciben apoyo jurídico a través de abogados, y asisten a eventos, foros y conferencias de ecologistas internacionales, que incluyen a Alemania, Colombia, los Estados Unidos y también están relacionados con El Grupo de los Cien y con el Partido Verde de Gran Bretaña.

Los integrantes de la asociación Civil Guerreros Verdes se reúne cada año, en el Puerto de Acapulco. También hubo un sector del movimiento ecologista que tomó posiciones de corte más político pero también vinculado con problemas ambientalistas, como son

- Frente Zapatista de Liberación Nacional



- Frente Cívico Acapulqueño (Ver apartado de agrupaciones sociales)

Así lo que inició como un grupo de individuos se diversificó en movimientos más organizados, con redes con organizaciones internacionales como Green Peace, con una importante participación en eventos como en el caso de Porto Alegre en Brasil, en 1997.

Además ha realizado actividades que rebasaría la microregión en ese sentido se tienen identificados cuando menos la actividad realizada por Guerreros Verdes.

La construcción del Puerto Vicente Guerrero en Coyuca de Benítez, en donde los pescadores pidieron la asesoría de Guerreros Verdes, en donde se pretendía abrir la Barra de la Laguna de Coyuca, con lo que según los pescadores, se iba a acabar con la belleza del lugar y con los peces, la respuesta oficial fue que no se preocuparan, que les iban a instalar maquiladoras a la orilla de la laguna para darles trabajo. También se frenó esta iniciativa.

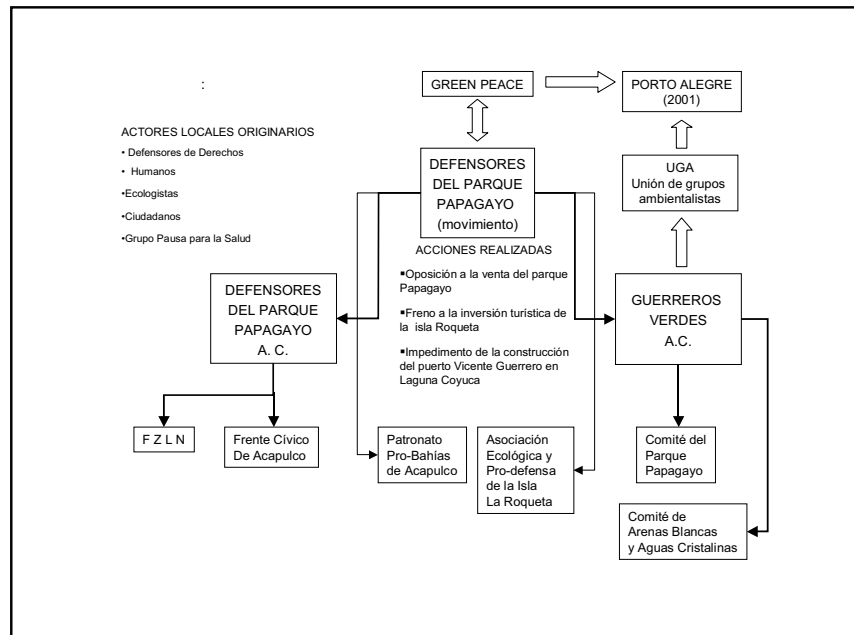
De las distintas asociaciones y/o agrupaciones ambientalistas que se localizan en Acapulco varias de ellas pertenecen a la **Unión de Grupos Ambientalistas**, Instituciones de Asociación Privada (Guerreros Verdes, Asociación ecológica y pro defensa de la Roqueta y Patronato Pro Bahías de Acapulco), con una antigüedad de 10 años y en la que participan 75 grupos en toda la República Mexicana. Esta unión de organizaciones ambientalistas cuenta con presencia a nivel internacional, motivado por sus trabajos en análisis de las relaciones comerciales trilaterales entre Estado Unidos, Canadá y México, en donde se han interpuesto amparos legales por la desregularización ambiental.

Así pues tenemos un panorama de un grupo ecologista en el municipio que es hegemónico, Guerreros Verdes que al ser constituido por importantes personajes de la vida empresarial y política del ayuntamiento presentaron cierta protección, para un movimiento que aunque estuvo conformado por miembros de distintos partidos políticos (básicamente PRI y PRD) no enarbó postulados políticos. Incluso se menciona frecuentemente que en el caso del Partido Verde ecologista recibieron apoyo moral, así como la visita de su líder nacional en ese momento Jorge Emilio González Torres, pero se decepcionaron rápidamente porque quería que fueran sus candidatos, los líderes del movimiento durante las elecciones de 1992, a lo que se negaron, posteriormente propusieron como su candidato Héctor Zurita quién se había quedado callado ante la venta del parque Papagayo.

Con respecto a la posición que tienen en la posible construcción de la presa La Parota, en distintas entrevistas realizadas se comentó que “en la actualidad ya no se realizan ese tipo de proyectos, y espero que no se logre hacer la Presa de La Parota, porque se perdería uno de los lugares más importantes de recarga de los mantos acuíferos, porque el lugar es una selva baja caducifolia. Además al sacar a los campesinos, sólo les queda irse a Acapulco, y ahí los “alquilan” para invadir los terrenos, porque la invasión en Acapulco esta comandada por profesionales.

También se presenta el Frente de Rescate de Acapulco Tradicional (FRAC), con una presencia mínima en el puerto. Todo ello muestra una gran complejidad de los activistas ambientales o ecologistas en el puerto de Acapulco en los últimos once años.

Figura CP 1. Actores locales ambientalistas



### Conflictos socio-organizativos en el área de afectación directa e indirecta

Este primer acercamiento a la viabilidad social del proyecto La Parota, que se basa en trabajo de campo y revisión hemerográfica, permite establecer una primera caracterización de las localidades de acuerdo con su régimen, antecedentes de unidad, afectaciones, historia local y grados de movilización en experiencias políticas previas. Las tres áreas identificadas, según su grado de organización, posición ante la construcción de la presa son tres.

- ♦ **Las localidades afectadas por obras públicas anteriores:** Omitlán, La Venta, Altos del Camarón, Colonia Guerrero o lo Guajes, Dos Arroyos.
- ♦ **Las localidades de Bienes Comunales:** Cacahuatepec y Agua Zarca ambas con sus respectivos anexos.
- ♦ **Las localidades del Camino Real:** (Papagayo, Xolapa).

Veamos las características de cada una de las áreas y de sus poblados.

#### Las localidades afectadas por obras públicas anteriores

De acuerdo con lo establecido por el proyecto de la Parota, se realizaría una afectación aproximada de 3000 personas, en cuanto a desplazamiento, sin embargo es necesario

considerar los grados de afectación por comunidad, ello implica desde afectación a sus casas habitación, a las áreas agrícolas o bien a ambas.

También se han podido detectar otro tipo de afectaciones *indirectas* como son los caminos, en este caso, veredas para trasladarse de las zonas habitacionales a las zonas de trabajo, afectación al uso de recursos -entre ellos algunos fundamentales para la comunidad como son los energéticos y otros más que cumplen un papel en su economía, tales como grava, arena y, sobre todo, el agua, recurso fundamental para las comunidades como Omitlán en donde existen bebederos públicos, el agua potable es gratuita, por lo que no tienen necesidad de comprar el agua embotellada o hervirla para su consumo.

Las afectaciones se clasifican en cuatro tipos:

- Por desplazamiento de vivienda
- Por expropiación de bienes de producción (suelo)
- Afectación de recursos naturales, agua, grava, arena, leña.
- Afectaciones secundarias, caminos entre zonas habitacionales y laborales, pérdida de elementos para la floración de la apicultura.

También es necesario considerar como posible causa de conflicto, la ruta de acceso a la negociación. Estos elementos no son conflictivos en si mismos, pero se vuelven foco de conflicto cuando existen dos o más grupos con posturas antagónicas, como sucede actualmente.

El trabajo de campo realizado hasta ahora ha permitido poner de relieve la falta de información precisa sobre el grado de afectación, tipos de afectación y, aunque algunas de las localidades han recibido información, sólo se les brinda información técnica y no lo que la población quiere saber. En las visitas a las comunidades, las preguntas reiteradas son: *¿en donde los reubicarían?, ¿cuánto se les pagará? ¿de dónde obtendrán los recursos: agua, leña, grava, arena?*

Todas estas dudas han creado un alto grado de incertidumbre y sumado a las desafortunadas experiencias de expropiación que se han sufrido en la región, aumenta la desconfianza de la gente en la CFE.

Esta desconfianza tiene una explicación de fondo que debe ser considerada: los *tiempos técnicos* que maneja la CFE -argumento similar utilizado en los intentos de construcción de otros megaproyectos-, no coinciden con la percepción de los tiempos de los pobladores, es decir los ciudadanos demandan mayor información sobre temas que son fundamentales para su reproducción, en términos económicos pero también subjetivos.

En este sentido las categorías de espacio y tiempo, confrontan visiones de ser en el mundo, mientras que el sector público -y más acentuado, con las inversiones privadas-, deben cumplir con tiempos técnico-políticos, los tiempos de las localidades son diferentes.

Ahora bien, en el área de afectación directa existen antecedentes desfavorables para el buen desarrollo del proyecto, como son las expropiaciones realizadas para la construcciones de la Presa La Venta en el periodo 1961-1962, por la que los habitantes

del ejido Agua del Perro fueron reubicados, posteriormente la misma comunidad resultó afectada por la construcción de la autopista México-Acapulco.

Ambas reubicaciones son un precedente para la mayoría de las localidades, que paradójicamente estarían de acuerdo en una posible reubicación, siempre y cuando se lleve a cabo una buena negociación.

¿Qué es una buena negociación? Por lo que se percibió en el trabajo de campo, una buena negociación es que la CFE atienda los problemas generales y específicos que tiene cada localidad, no se puede generalizar, ya que cada localidad percibe su problemática de forma diferente. Del análisis de las localidades a las que se tuvo acceso, podemos plantar el siguiente panorama.

En el caso del ejido de **Omitlán**, en donde con frecuencia se han padecido inundaciones, es común que la ciudadanía responsabilice de estos eventos a la construcción de la presa La Venta, ya que esta zona urbana, se localiza en la margen del río. La construcción de la presa se realizó entre 1962-1963. La primera gran inundación, en 1967, acabó con la Iglesia, las canchas, la comisaría y la cárcel. Durante esos días la población fue desplazada a la cabecera Municipal de Tierra Colorada, y como apoyo recibieron de la CFE una gruesa de láminas de cartón para la reconstrucción de sus viviendas.

Posteriormente se registró una segunda inundación en 1968, una más en 1997 por la presencia del huracán Paulina y la cuarta y la última de las inundaciones fue el 23 de noviembre de 2002. Es necesario subrayar el hecho de que se trata de procesos naturales pero la percepción de la localidad y de la mayoría de las comunidades es que tales inundaciones fueron ocasionadas por la presa.

Por otro lado, la interlocución en la negociación con la comunidad de Omitlán, fue encabezada por la Central Campesina Independiente (CCI), a través del Lic. Maclovio Avilés y sirvió para que la CFE cubriera los daños ocasionados por la presa “Ambrosio Figueroa”. En cuanto al precio que se pagó a los ejidatarios por la tierra, fue de 4.41 pesos por m<sup>2</sup>.

Así el precio de la tierra es considerado como uno de los elementos más importantes en una posible negociación con la CFE. En la entrevistas se mencionaron precios desde 30 pesos el metro cuadrado hasta 50 pesos, siendo lo que sucedió en San Salvador Atenco la referencia señalada y, se insiste, aún en ese caso los ejidatarios no aceptaron por considerar que eran buenas tierras.

Por su parte, la historia de la localidad de **La Venta Vieja** (perteneciente al ejido Agua del Perro), no puede entenderse sin la construcción de la presa “Ambrosio Figueroa” por la CFE, ya que fueron entonces desplazados durante su construcción.

La Venta Vieja fue afectada nuevamente con la construcción de la Autopista México-Acapulco en 1989.

Un recuerdo muy gravado en la memoria colectiva de los habitantes es que la construcción de la carretera se inició antes de llegar a un acuerdo con la Secretaría de Comunicaciones y Transporte. Cuando se iniciaron las demoliciones y empezaron a caer las piedras, la población no tuvo mas remedio que asentarse más abajo, lo que causó un profundo resentimiento con las Instituciones.

En **Altos del Camarón** existe una situación similar a lo antes expuesto. Aquí también fueron expropiados terrenos por la construcción de la carretera en 1989. Se les comentó que iban a ser expropiados 60 metros, pero los habitantes de la comunidad piensan que se tomó más terreno y eso en su opinión, aún no se les paga.

La inconformidad provocada por lo que los campesinos consideran incumplimientos del gobierno, los llevó a realizar manifestaciones y cierres de la Autopista del Sol por lo que sus autoridades locales (comisarios y comisariados) fueron denunciadas penalmente. Ello indica que existen antecedentes de organización ante problemáticas locales.

Por otro lado, las comunidades consideran que la información proporcionada es insuficiente. Ello ha quedado de manifiesto en el trabajo de campo realizado, la desinformación ha ocasionado la proliferación de rumores tales como que la construcción de la presa *ya inició* y citan como ejemplo, la construcción de caminos y de túneles en Cacahuatpec. Todo ello genera un grado de incertidumbre que no es útil para instaurar un adecuado proceso de negociación.

De acuerdo a la información con la que cuentan, serán afectados en 1750 hectáreas de las tierras bajas, cercanas al río, que son las de mejor calidad por ser humedales. Su aceptación del proyecto lo condicionan al precio que se les ofrezca por sus tierras *“si nos pagan bien, nada va a pasar”*.

Esta comunidad muestra una gran unidad en la toma de decisiones, los mismos habitantes así como las localidades cercanas conceden un gran valor a la unidad del pueblo, *“una cualidad tiene el pueblo: organizarse cuando los quieren afectar”*, gracias a esta unidad –piensan-, la localidad cuenta con el equipamiento urbano que tiene.

Con relación a la presa consideran que *“el pueblo aún no ha decidido, y esto no será sino hasta que se hable oficialmente del precio que pagan por las tierras”*.

La localidad de **Colonia Guerrero o los Guajes** -uno de los espacios políticos de mayor importancia en la zona-, sería afectada en tierras y en su área urbana, por ello la población se ha manifestado en contra. Además de que sólo fueron visitados una sola vez por la CFE con la promesa de que se atenderían las peticiones de la población lo que, sin embargo, a pesar de los llamados que han hecho para que se les explique como resultarían afectados, ello no se ha dado, lo que ha ocasionado un ambiente de tensión en la población.

A la asamblea organizada por el comisariado, a la que asistió el grupo de análisis socio-político y agrario de la UNAM (trabajo de campo, junio 2003) y que fue convocada para decidir sobre el acceso del grupo al poblado, asistieron más de 60 ejidatarios. En dicha reunión percibimos la molestia de la población que incluye no sólo a los campesinos sino también y de manera beligerante a las mujeres, a las cuales tuvimos oportunidad de escuchar. Nuestra petición de acceso fue negada, e incluso se nos pidió que ningún equipo de la UNAM volviera a entrar a su comunidad.

A pesar de ese rechazo, el acercamiento con el núcleo ejidal fue de la mayor importancia porque permitió tener un referente directo de las críticas de los pobladores. Entre las razones para no autorizar el acceso a ningún equipo de la UNAM se mencionaron las siguientes:

- ✓ Por la falta de información concreta sobre el tipo de afectación y pago de las afectaciones
- ✓ El ofrecimiento de emplearlos como albañiles en la construcción de la presa ocasionó un insulto a su dignidad, así como ofrecerles capacitación para elaborar tabiques o tejas.
- ✓ Una creciente inconformidad con CFE por no enviar a funcionarios para negociar directamente con ellos.
- ✓ La presencia de distintos grupos técnicos –incluida la UNAM–, que han entrado en la comunidad sin informarles.
- ✓ El conocimiento que tienen de que en Cacahuatpec se están realizando obras y no se les ha pagado.

Un elemento novedoso en esta comunidad son los problemas con los límites ejidales con Dos Arroyos lo que ocasionó ya la muerte de dos personas del ejido. Por ello, sienten una mayor responsabilidad de mantener la tierra, es decir al parecer de todos los poblados afectados es en donde existen antecedentes de sangre, en la lucha por la tierra.

Otra de las razones para explicar la inconformidad de la localidad es que también fueron afectados con la expropiación por la construcción de la autopista México- Acapulco. Al respecto, no sólo existe inconformidad sino también un antecedente de lucha, ya que la localidad se unió en un *Frente* junto con otras localidades. Existe además otro antecedente de lo que la localidad está dispuesta a hacer para defender la tierra: el anterior comisario que intervino en la negociación de la expropiación de la autopista fue asesinado bajo sospecha de que estaba negociando a espaldas de la comunidad.

En este sentido, las negociaciones según la población no se hacían adecuadamente -se invitaba a las autoridades locales a un restaurante del kilómetro Treinta-, nuevamente fue rechazado por la comunidad con gran ironía *“a los diputados los invitan a comer en Acapulco, a nosotros al Treinta”*.

Dadas sus características -número de población, grado de afectación-, Colonia Guerrero es una de las dos comunidades que se debe considerar como *estratégica* para la consolidación del proyecto hidroeléctrico”.

El otro poblado estratégico para la negociación es **Dos Arroyos** por su inconformidad con los procesos de expropiación en el caso de la autopista México-Acapulco, por el incumplimiento de acuerdos por parte de SCT, por las movilizaciones realizadas para demandar el acceso a la autopista, además de haber tenido problemas de límites con varios ejidos, entre ellos, el ejido Las Marías.

Es común la queja sobre la falta de información e inconformidad porque se les dio una serie de explicaciones técnicas, cuando ellos lo que quieren saber es si *“habrá regadío, o que si nos faciliten (sic) el acceso posiblemente a la pesca o no, si es que habrá”*.

Al contrario de lo que sucede en otras comunidades esta población es de una gran complejidad interna. La presencia de liderazgos fuertes entre distintos personajes, relacionados con los dos partidos políticos con mayor presencia en los municipios de la microregión (PRD y PRI), incluso se habla de personajes que podrían tener intereses más allá de los de la comunidad, lo que genera a su vez mayores tensiones en la localidad.

La presencia de comunidades con mayor incertidumbre a la construcción de la presa, demanda un replanteamiento de la estrategia seguida por la CFE hasta hoy en la negociación con las autoridades ejidales, para llegar a un grado más abierto, de mayor información y, sobre todo, de mayor contacto directo con los pobladores. Es importante reconocer que las comunidades toman sus decisiones en asamblea, tanto las ejidales y, con mayor énfasis, las de bienes comunales.

### **Las localidades de Bienes Comunales**

Agua Zarca y Cacahuatpec son los dos núcleos agrarios que tienen una organización de tipo comunal, sin embargo el grado y tipo de afectación es distinta así como sus antecedentes históricos y la presencia de actores políticos formales.

A pesar de ser un núcleo agrario comunal, la formación de Agua Zarca es muy reciente. Se remonta a los años setenta y existe una conciencia muy clara por parte de los integrantes de que, casi, se trató de una donación personal del Sr. Carvajal. Además, está integrado por dos anexos más: La Ceiba (antes la Unión) y el Chamizal.

Para la localidad del Chamizal, el río no sólo es un medio de transporte y comunicación, también es un recurso fundamental en el sustento de la economía familiar, dado que una de las principales actividades de la mujer es la captura de camarón, más no para su venta, lo cual se dificulta por la lejanía de la comunidad a los potenciales centros de distribución, sino para el sustento de las familia, así lo demostraron las entrevistas realizadas.

En El Chamizal también circulan otros rumores con respecto a posibles proyectos turísticos que *no incluyen a la población*, rumores que se fortalecen ante el inicio de obras en Cacahuatpec sin autorización de la localidad. Para entender esta situación, conviene señalar que El Chamizal tiene una estrecha comunicación con Los Guajes a través del Río Papagayo, incluso más que con la misma cabecera de la comunidad de Agua Zarca o que con San Juan del Reparo comunidad que cuenta con mayor infraestructura. Esto puede influir a la hora de negociar, puesto que a pesar de haber sido visitados por la CFE, la mayor información la reciben de los Guajes, obviamente impregnada por la inconformidad antes mencionada.

Esta posición que se denota en el Chamizal, debe ser considerada con detenimiento ya que dicha localidad es la segunda más grande de los bienes comunales de Agua Zarca, y si bien en cuanto a número de votos parece insignificante, su postura puede influir en la decisión final.

Por su parte **La Ceiba**, antes la Unión, es la comunidad más pequeña de los bienes comunales, y la segunda más pequeña de todas las localidades de afectación de la presa después de Pochotlaxco.

En cuanto a la población de **Agua Zarca** se detecta una relativa aceptación a la construcción de la presa. El aislamiento que sufren con respecto a otros poblados y la dificultad resultante para la comercialización de sus productos, explica la expectativa de contar con mejores condiciones de circulación, aun cuando ello esté vinculado a la construcción de la presa.

Esta es la única comunidad que cuenta con una organización campesina que, paradójicamente, manifiesta simpatía por el Partido Acción Nacional (PAN), un partido que difícilmente se puede considerar atienda las demandas campesinas. Se denomina Campesinos Marginados y ha logrado algunos beneficios prácticos, como adquirir el abono a mejor precio, mediante manifestaciones y marchas en la Ciudad de Chilpancingo, lo que evidenciaría un antecedente de organización en la localidad.

La otra organización con presencia en la zona es la CNC, autodenominada Democrática y aunque no mantiene una presencia formal, existen evidencias de nexos informales que tienen con personajes políticos de la localidad.

En cuanto a los **bienes comunales de Cacahuatepec**, es el núcleo agrario más importante de toda la zona del proyecto, está integrado por la cabecera en Cacahuatepec y por 47 anexos. Estaríamos hablando probablemente de la única *comunidad* en términos sociológicos, por sus antecedentes históricos, por la antigüedad del poblado tanto como por la presencia indígena. En 1881 se le dio el nombramiento de Comunidad indígena de Cacahuatepec.

Los bienes comunales de Cacahuatepec presentan una alta complejidad dada la presencia de 47 localidades que serán afectadas de manera diferencial, pero también por la presencia de liderazgos encontrados al interior de todos los bienes comunales, por ejemplo, en algunas localidades que se relacionan con la CCI (**Garrapatas**) en donde no se permitió el acceso a trabajo de campo al equipo social.

Otra comunidad que no permitió el acceso y que se verá afectada es **San José Cacahuatepec**, cercana a Garrapatas, además de que en esta localidad se ubicaron liderazgos informales que han ganado presencia en la comunidad y que se destacan por su oposición a la presa.

**Cacahuatepec** es otro poblado que no se afectaría directamente por la inundación, pero que tiene una gran importancia por ser la cabecera de los bienes comunales. Aquí se llevan a cabo las asambleas de los bienes comunales y, al parecer, marca el sitio del asentamiento histórico original. Es uno de los más grandes de la zona y cuenta con un alto grado de politización por la dinámica que genera la organización de los bienes comunales. Aquí se ha dado una lucha constante entre los diferentes grupos de comuneros, relacionados con la pertenencia a algún partido político PRI o PRD.

Reúne por lo menos 7687 comuneros y su importancia radica en que, aún cuando no todos serían afectados, la decisión final la tomarían entre todos. Por esto, no se pueden soslayar los lazos de unión y solidaridad entre ellos.

Las redes políticas de esta comunidad son extensas. Ello se expresa también por la presencia de organizaciones formales en la zona tales como: la CNC-Democrática, a través del Ingeniero Eduardo Valente Navidad y la presencia de líderes partidistas con una larga trayectoria política, como el actual regidor en el Ayuntamiento de Acapulco Nicasio Prudencio.



### **Localidades del Camino Real**

Las últimas localidades son Papagayo y Xolapa. Esta es la única zona que manifiesta haber tenido algún tipo de participación en el movimiento armado de 1910. La presencia de personas de la localidad que alcanzaron un rango de comandante en jefe de la revolución zapatista, y el armamento de la época que todavía conservan, lo atestiguan.

En el caso de **Xolapa** se comenta que la localidad estuvo a punto de denominarse “El Quemado” porque fue incendiada por el presidente Venustiano Carranza en 1919. Esta comunidad tiene características muy particulares, ya que no van a ser afectados en su zona habitacional pero si en sus parcelas. Sin embargo, hacen mención frecuentemente es de las afectaciones indirectas que causaría la construcción de la presa:

- La inundación de los caminos (brechas) que permiten el traslado de los campesinos de sus espacios habitacionales a sus espacios productivos. *¿Cómo se trasladarían ahora, al cortarse las brechas por inundación?*
- Al quedar el poblado a orillas de la presa *¿cómo se controlarían las crecidas?*

Y aunque existen soluciones técnicas para resolver esos problemas, la experiencia de Omitlán está presente.

La comunidad está dividida entre seguidores del comisariado ejidal y los que apoyan al comisario municipal, por lo que no se ha tomado ninguna posición con respecto a la hidroeléctrica. Una vez pasadas las elecciones municipales de Agosto el nuevo comisariado tendrá que encarar el tema de la posible construcción de la Presa.

En el poblado actúa una organización denominada Consejo Supremo de los Pueblos del Filo Mayor, que brinda asesoría jurídica y apoya en la obtención de madera y fertilizantes. Este grupo simpatiza con la Organización Pueblos Vecinos de Xaltianguis.

La localidad de **Papagayo**, pertenece al ejido de Tierra Colorada, junto con la población del Amate. Es una localidad que, además de dedicarse a la agricultura, ha aprovechado de manera favorable el recurso del río, utilizando los playones que se forman en tiempos de secas para el desarrollo de actividades turísticas y recreativas. Estas actividades son realizadas principalmente por mujeres.

En esta localidad también se explota la grava, empleando principalmente a los hombres. Para los habitantes de ésta localidad el posible lugar de reubicación es motivo de una gran preocupación ya que ellos desean estar en condiciones similares a las actuales, en cercanía del río y a la carretera.

Se dice que esta comunidad estaba en la ruta de la revolución de 1910, aunque en menor medida que Xolapa y también presenta nexos estrechos con la CCI de Tierra Colorada.

Cuadro CP 3. Organizaciones existentes en las comunidades visitadas

Localidad	Organizaciones
Cacahuatepec	CNC, CCI
San José Cacahuatepec	CNC
Xolapa	Consejo Supremo de los Pueblos del Filo Mayor CCI
Papagayo	CCI Legión de María
La Venta Vieja	CNC
Altos del Camarón	CNC
Omitlán	CCI
La Unión (La Ceiba)	No se encontraron
El Chamizal	No se encontraron
Agua Zarca	CNC Campesinos Marginados Legionarios de María

CNC : Confederación Nacional Campesina CCI : Confederación Campesina Independiente

## **Conflictos agrarios en el área de afectación directa. Un panorama global**

### **Estructura agraria: antecedentes y situación actual**

En el área de afectación directa existen 20 núcleos agrarios. De estos, 15 corresponden a ejidos, 4 se mantienen bajo el régimen de bienes comunales y uno es propiedad privada. Respecto a sus jurisdicciones municipales, 6 pertenecen al municipio de Juan R. Escudero, 1 a Chilpancingo, 1 a Tecoanapa, 8 corresponden a Acapulco y 4 a San Marcos (Véase Cuadro CA 1).

Todos los núcleos agrarios cuentan con documentación de las dotaciones reconocidas en las resoluciones presidenciales y que se encuentran en el Registro Agrario Nacional (RAN). Las dotaciones originales de los ejidos y bienes comunales iniciaron desde la década de los veinte del siglo pasado, algunos de ellos se reconocieron durante la década y la mayoría de ellas, obtuvo su dotación en los años treinta y cuarenta, durante el Cardenismo y al final de la Reforma Agraria. Solamente en el caso de los Bienes Comunales de Cacahuatepec fue reconocido formalmente hasta 1956, aunque su origen se remonta al año de 1881 (véase Cuadro CA 2).

A partir de las expropiaciones de haciendas y latifundios durante la década de los veinte y con la llegada de la Reforma Agraria en Guerrero, distintos centros de población rurales, solicitaron ser reconocidos en las dotaciones de tierras. La mayor parte de los núcleos agrarios en la microregión tuvieron su origen a partir de las afectaciones y fraccionamiento de haciendas y propiedades privadas que prevalecían en manos de extranjeros, empresas y propietarios privados desde mediados del siglo XIX y principios del XX, al amparo del régimen de latifundios que prevaleció durante el porfiriato.

**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos**

De esta manera los ejidos y bienes comunales de la microregión tuvieron su origen al expropiarse terrenos y/o fraccionarse las siguientes propiedades: la Hacienda de Tierra Colorada, propiedad del Banco de Londres y México, dio origen a los Ejidos de Tierra Colorada, Omitlán y Xolapa. La Hacienda de San Marcos, que era propiedad de la Compañía Comercial de Guerrero, S.A, fue expropiada y administrada por el gobierno del estado de Guerrero, representó la reserva más importante para formar núcleos agrarios como San Juan del Reparó, Omitán, La Palma, El Zapote, Las Mesas y El Tepehuaje. La Hacienda Dos Arroyos, propiedad de E. de la Fuente y Cía., se fraccionó para dar origen a los ejidos de Los Huajes (Hoy Colonia Guerrero), Altos del Camarón y Dos Arroyos. La propiedad privada perteneciente a Manuel Andasol se dividió y una parte se integró al ejido de Dos Arroyos y Sabanillas. La propiedad de Enrique Kastan, quien administraba la Compañía Colonizadora Mexicana, cedió una buena parte de sus terrenos a favor de la población indígena de Cacahuatpec, de esta manera se fue constituyendo la formación de los Bienes Comunales de Cacahuatpec. Los Bienes Comunales de Agua Zarca de la Peña se originaron por sucesión de Mariano Carbajal a favor de los habitantes de este poblado (véase Cuadro CA 3).

Cuadro CA 1. Núcleos agrarios en el área de afectación directa

Municipio	Núcleo Agrario	Total
Juan R. Escudero	Ejido Tierra Colorada Ejido Omitlán Ejido La Palma Ejido El Tepehuaje Ejido Michapa Ejido El Zapote	6
Chilpancingo	Bienes Comunales Dos Caminos y Anexos	1
Tecoanapa	Bienes Comunales Chautipa	1
Acapulco	Ejido Xolapa Ejido Agua de Perro Ejido Alto del Camarón Ejido Colonia Guerrero Ejido Dos Arroyos Ejido Sabanillas Propiedad privada de Manuel Andasoll Bienes Comunales de Cacahuatpec	8
San Marcos	Ejido de San Juan del Reparó Bienes Comunales de Agua Zarca de la Peña Ejido Las Mesas Ejido Chacalapa	4

Fuente: Elaboración propia, con base a datos de RAN.

Cuadro CA 2. Origen de los núcleos agrarios y año de formación y/o reconocimiento

Hacienda Tierra Colorada (Banco de Londres y México)	{ Ejido de Tierra Colorada (1925) Ejido Omitlán (1934) Ejido de Xolapa (1935) Bienes Comunales Dos Caminos y Anexos (1951)
Hacienda de San Marcos (Guerrero Trading Co.)	{ Ejido El Zapote (1922) Ejido El Tepehuaje (1925) Ejido de La Palma (1929) Ejido Omitlán (1934) Ejido San Juan del Reparó (1934)
Hacienda Dos Arroyos (E. de la Fuente y Cía.)	{ Ejido Dos Arroyos (1932 y 1939) Ejido Colonia Guerrero (1944) Ejido Alto del Camarón (1934) Ejido Agua de Perro (1943)
Propiedad de Manuel Andasol	{ Ejido Dos Arroyos (1939) Ejido Sabanillas (1933)
Propiedad de Mariano Carbajal	{ Bienes Comunales de Agua Zarca de la Peña (1936)
Compañía Colonizadora de Guerrero (Enrique Kastan)	{ Bienes Comunales de Cacahuatpec (1881)
Propiedad de Bartola Loaeza	{ Ejido de Michapa (1937)
Propiedad de Juan N. Álvarez	{ Bienes Comunales de Chautipa (1883)

Fuente: Elaboración propia con base en documentación del Registro Agrario Nacional (Varios años)

**Cuadro CA 3. Dotaciones originales y ampliaciones en los Núcleos Agrarios**

Núcleo Agrario	Dotación Original (Hectáreas)	Fecha de Resolución o publicación DOF	Ampliación 1ª	Ampliación 2ª
Ejido Tierra Colorada	2,900	16-11-1925	3,551.6	
Ejido Omitlán	1,000	05-03-1934	Negada	Negada
Ejido La Palma	5,590	04-04-1929		
Ejido El Tepehuaje	495	10-12-1920	721.60	691
Ejido Michapa	1,522	09-06-1939		
Ejido El Zapote	645	17-10-1923	1,125.9	
Bienes Comunales Dos Caminos y Anexos	19,776.2	13-06-1951		
Bienes Comunales Chautipa	4,960	20-06-1945		
Ejido Xolapa	3,700	16-04-1935		
Ejido Agua de Perro	1,702	04-02-1944		
Ejido Alto del Camarón	2,987	06-11-1934	1,000	Negada
Ejido Colonia Guerrero	3,450	10-10-1945	Negada	Negada
Ejido Dos Arroyos	3,588	10-02-1932	7,913	
Ejido Sabanillas	3,368	27-12-1933		
Propiedad Privada de Manuel Andasoll	n.d	n.d		
Bienes Comunales de Cacahuatpec	37,622.8	17-08-1956		
Ejido San Juan del Reparó	3,100	11-06-1930	Negada	Negada
Bienes Comunales de Agua Zarca de la Peña	4,613	28-09-1970		
Ejido Las Mesas	3,718	21-07-1923	166.4	
Ejido Chacalapa	n.d	n.d		

Fuente: Elaboración propia con base en Registro Nacional Agrario. Archivos de Dotación, Ampliación y Restitución de los núcleos agrarios. Varios años

De los 20 núcleos agrarios, 11 ejidos y dos bienes comunales han sido regularizados bajo el Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Solares Urbanos (PROCEDE), estos son: Dos Arroyos, Colonia Guerrero, Alto del Camarón, Agua de Perro, Tierra Colorada, Omitlán, Michapa, El Reparó, El Tepehuaje y Las Mesas. Otros 2 ejidos presentan diagnóstico favorable y tienen la anuencia de la asamblea para la certificación: Sabanillas y Chacalapa. En el ejido de Xolapa se rechazaron los resultados del proceso de certificación de Procede por errores de medición u omisiones, mientras que los ejidos de la Palma y El Zapote no ha sido posible llevar a cabo el programa por conflictos de límites entre ambos. A su vez Cacahuatpec ha rechazado el Procede por conflictos internos (CFE, 2002b).

### **Afectación y problemática agraria global**

El conjunto de los núcleos agrarios suma aproximadamente 115,445 hectáreas, de las cuales 13,701 estarían incluidas en el área de afectación directa, ello equivale al 12 % del

total. Cabe señalar que del total de las posibles afectaciones casi el 50% se llevaría a cabo en núcleos agrarios ubicados en el municipio de Acapulco.

En todos los núcleos se afectan terrenos en distintas proporciones, con diferentes usos y calidades. Por la magnitud de extensión de tierras que se verían afectadas destacan los siguientes cinco: el ejido Alto del Camarón, que se afecta casi el 50% de su dotación; el Ejido La Palma se inundaría en poco más del 40% de su extensión; le sigue el Ejido Dos Arroyos que perdería el 39% de su superficie de tierras; Bienes Comunales de Agua Zarca y el Ejido de Omitlán se afectan en una tercera parte de su territorio cada uno (véase Cuadro CA 4).

En un rango medio de afectación de las extensiones se encontrarían los ejidos de Agua de Perro, Colonia Guerrero, San Juan del Reparó y la propiedad de Manuel Andasoll, que perderían casi la quinta parte de sus tierras. Por su parte el Ejido de Tierra Colorada perdería casi el 14% de sus terrenos.

Finalmente, 10 de los 20 núcleos agrarios perderían muy pocas áreas, pues se afectan en proporciones que van del 0.3% al 6.1% de su superficie. Estos corresponden a los ejidos de Xolapa, El Zapote, Michapa, Sabanillas, Las Mesas, Chacalapa, El Tepehuaje y los Bienes Comunales de Dos Caminos, Chautipa y Cacahuatepec.

Cuadro CA 4. Núcleos agrarios: superficie de tierras actual y afectación directa

Núcleo Agrario	Superficie Actual (ha)	Área de afectación directa (ha)	Proporción Afectada (%)
Ejido Tierra Colorada	5,436	750	13.80
Ejido Omitlán	1,317	414	31.44
Ejido La Palma	5,426	2,400	42.93
Ejido El Tepehuaje	1,769	35	1.98
Ejido Michapa	1,736	60	3.46
Ejido El Zapote	1,297	78	6.01
Bienes Comunales Dos Caminos y Anexos	19,776	200	1.01
Bienes Comunales Chautipa	5,377	20	0.37
Ejido Xolapa	4,961	149	4.19
Ejido Agua de Perro	1,652	310	18.77
Ejido Alto del Camarón	3,601	1,715	47.63
Ejido Colonia Guerrero	3,622	654	18.06
Ejido Dos Arroyos	7,171	2,841	39.62
Ejido Sabanillas	3,625	73	2.01
Propiedad Privada de Manuel Andasoll	524	94	17.94
Bienes Comunales de Cacahuatepec	37,749	1,587	4.31
Ejido San Juan del Reparó	3,253	611	18.78
Bienes Comunales de Agua Zarca de la Peña	4,535	1,623	35.79
Ejido Las Mesas	4,770	87	1.82
Ejido Chacalapa	1,651	3.50	.15
Total	115,445	13,701	100.00

Fuente: Elaboración propia con base en CFE (2002b).

Por el número de población afectada destacan: Colonia Guerrero, donde se desplazaría a 987 habitantes y se afectarían 209 viviendas, cabe señalar que esta es la población más afectada, pues únicamente ésta representa casi la tercera parte del total de habitantes el área de afectación directa; le sigue Omitlán con 452 habitantes y 99 viviendas y El Barrio de Tejería en La Palma donde se reubicarían 311 personas y 59 viviendas.

En la microregión prevalece una base común de actividades agrícolas de subsistencia donde predomina el cultivo de maíz por temporada, que es la base alimentaria. En la mayoría de los poblados, dada la presencia del río y tierras bajas de humedal, se favorece una estructura agrícola más diversificada ya que se facilita para algunos productores el cultivo de huertas y hortalizas, donde destaca el tamarindo, papaya, el plátano, la flor de jamaica, la sandía, el limón, semilla de calabaza, entre otros.

Sin embargo, además de que en el área de afectación directa se afectan tierras con distintos usos y calidades, el proyecto repercutirá sobre actividades vinculadas al sector primario y al usufructo de recursos naturales de la zona que sirven como sustento o complemento de los ingresos obtenidos de la agricultura. En poblaciones como Xolapa se afectarían huertas cercanas al río Papagayo y el desplazamiento de la actividad comercial a orillas de la carretera; en la población de Papagayo se afecta la extracción de grava y arena del río, la pesca y el comercio de alimentos por temporada; en Dos Arroyos, Altos del Camarón, Agua Zarca de la Peña y Colonia Guerrero se afectan tierras de calidad y huertas de alta productividad cercanas al río; en Omitlán y Agua de Perro se afectan tierras de calidad destinadas a huertas y zonas destinadas a la ganadería.

Se puede decir que la microregión presenta los siguientes rasgos respecto a su estructura agraria y agrícola:

Existe un grado importante de pertenencia e identidad territorial. El origen de los poblados y núcleos agrarios data de finales del siglo XIX y las primeras cuatro décadas del siglo XX. Lo que significa de dos a tres generaciones que vienen habitando las localidades del área de inundación o cercanas a ésta.

La vida productiva sigue girando en torno a la tierra y la vida comunitaria ocurre alrededor de las estructuras político-organizativas reconocidas en formas colectivas de tenencia de la tierra que prevalecen en la zona. Ello otorga un sentido formal y legitima las decisiones colectivas de las comunidades respecto a su patrimonio.

Para la mayoría de las poblaciones, la tierra representa el principal medio de sustento. Este recurso es factor de alimentación y reproducción social. Casi el 80% de la población económicamente activa se dedica a actividades agropecuarias de autoconsumo. No se han desarrollado otras alternativas productivas importantes en la zona.

Los ríos Omitlán y Papagayo favorecen el desarrollo de tierras de humedal para las huertas y los recursos pesqueros son utilizados como una fuente de alimentos adicionales que complementan la dieta y/o los ingresos de distintas poblaciones.

Existe heterogeneidad en las extensiones de tierras de cada núcleo agrario y de las parcelas individuales, lo que significa distintos grados de afectación y, eventualmente, de negociación hacia cada uno de los poblados y los propietarios directamente afectados.

**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos**

**Cuadro CA 5. Tipología de problemas agrarios**

Núcleo Agrario	Número de expropiaciones previas	Inconformidad por Indemnizaciones pendientes	Regularización y seguridad en la tenencia de la tierra (PROCEDE)	Magnitud de la afectación (% del total del núcleo agrario)	Magnitud de propietarios afectados	Afectación de recursos agrícolas, pecuarios y actividades complementarias
Ejido Tierra Colorada	5	1 (CFE)	SI	3		2,3,4,5,6,7
Ejido Omilán	3	1 (CFE)	SI	2		1,3,4,5,6
Ejido La Palma	1	1 (CFE)	NO	1		1,2,3
Ejido El Tepehuaje	1	0	SI	5		1,3
Ejido Michapa	0	0	SI	5		1,3
Ejido El Zapote	0	0	NO	2		1,3
Bienes Comunales Dos Caminos y Anexos	1	0	NO	5		1,3
Bienes Comunales Chautipa	0	0	NO	5		1,3
Ejido Xolapa	1	0	NO	5		1,2,3,7
Ejido Agua de Perro	2	1 (CFE)	SI	3		1,3,4,5,6
Ejido Alto del Camarón	1	1 (SCT)	SI	1		1,2,3,4
Ejido Colonia Guerrero	1	1 (SCT)	SI	3		1,2,3,4
Ejido Dos Arroyos	1	1 (SCT)	SI	4		1,2,3,4,5
Ejido Sabanillas	0	0	NO	5		1,3
Propiedad Privada de Manuel Andasoll	2	0	SI	3		1,2
Bienes Comunales de Cacahuetepec	1	0	NO	5		1,3,5,6
Ejido San Juan del Reparo	0	0	SI	3		1,2,3,4
Bienes Comunales de Agua Zarca de la Peña	0	0	SI	2		1,6
Ejido Las Mesas	0	0	SI	5		1,3
Ejido Chacalapa	0	0	SI	ND		1,3

1 BC= Tierras de Buena calidad 2 A=Agostadero, MC= Monte cerril

Fuente: Elaboración propia con base en Archivos de Dotación, Ampliación y Restitución de los núcleos agrarios. Registro Nacional Agrario.



### **Situación y problemática por núcleo agrario**

#### **Ejido Tierra Colorada**

Este núcleo agrario se ubica en el municipio de Juan R. Escudero, cuyo centro rector es la población de Tierra Colorada. Este ejido fue formado con terrenos de la que fuera la Hacienda de Tierra Colorada, perteneciente al Banco de Londres y México. Su dotación original se autorizó en 1925 con 2,900 hectáreas. En 1951 obtuvo una primera ampliación de 3,551-60-00 hectáreas a partir de la afectación de terrenos de la Hacienda de Tierra Colorada y la de San Marcos.

Según la documentación del Registro Agrario Nacional, este núcleo agrario ha sido afectado por 4 procesos expropiatorios previos. En 1978 se expropiaron 102-99-48 hectáreas a favor de Banobras para la construcción de la Fábrica de Celulosa y Papel. En 1984 se expropiaron 9-67-61 hectáreas, nuevamente a favor de Banobras, para construcción de infraestructura para la empresa Celulosa del Pacífico, S.A. En 1993 se autorizó la expropiación de 42-78-80 hectáreas a favor de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para la construcción del tramo carretero Tierra Colorada-Acapulco vía corta, del total de terrenos 25-08-03 hectáreas le pertenecían al poblado del Tierra Colorada. Finalmente en 1994 se expropiaron 05-01-94 hectáreas para la construcción del entronque de la Autopista México-Acapulco, tramo Acapulco-Tierra Colorada.

De acuerdo a CFE, también está pendiente el pago a favor del ejido por expropiación de tierras hecha en 1967, para la construcción de la hidroeléctrica La Venta. En dicho pago el ejido esta realizando las gestiones correspondientes, con asesoría de la Central Campesina Independiente (CCI) y del Gobierno del Estado, a través de la Subsecretaría de Asuntos Agrarios (CFE, 2002a). La CCI, con oficinas en Tierra Colorada, también ha atraído el caso de la posible construcción de la presa la Parota para brindar asesoría en el proceso de negociación e indemnización. Sin embargo, existen opiniones de algunos campesinos en el sentido de prescindir de asesores o actores de intermediación. Ello les permitiría recibir mejores montos a los afectados al eliminar las comisiones por el proceso de asesoría.

Como parte del proceso de regularización llevado a cabo por el PROCEDE en 1999; para este ejido se certificó una superficie total de 5,436 hectáreas, de las cuales 2,999.5 corresponden a tierras parceladas, el resto están repartidas en terrenos de uso común, asentamientos humanos, infraestructura, afectaciones, áreas especiales y cuerpos de agua. Según el registro de propietarios, el núcleo agrario cuenta con 190 ejidatarios reconocidos, aunque el 15 de octubre de 1999 el PROCEDE entregó certificados a 488 beneficiados (CFE, 2002b).

La mayor parte de la superficie contemplada en el área de afectación directa es de tierras de uso común y algunas áreas parceladas, 750 hectáreas, que corresponden al 13.8% de la superficie total del ejido. Esto lo coloca en el lugar número 10, en orden ascendente, respecto a los 20 núcleos agrarios afectados por el proyecto.

En este ejido se afectan tierras y la totalidad de las poblaciones de Papagayo y El Amate. Las poblaciones se dedican principalmente a la producción de maíz para autoconsumo, también produce semilla de calabaza, ajonjolí, flor de jamaica y realizan el pastoreo de cabras y ganado vacuno. En la población de Papagayo, debido a las limitaciones que

tiene la calidad de la tierra y la presencia de terrenos abruptos, existe un sistema de rotación que consiste en que se alternan anualmente las tierras; esto es un año se dedican a la agricultura y otro a actividades de pastoreo.

En Papagayo una actividad complementaria ha sido la pesca de camarón, langostino y carpa de río entre los meses de noviembre a marzo. Una parte esta comunidad explota los bancos de grava y arena del río Papagayo, bajo concesión de la Comisión Nacional del Agua (CNA). Esta actividad genera empleo para 35 personas.

Parte de la población de estas dos localidades se dedica al comercio, a través de negocios de comida, aprovechando la ubicación al lado de la carretera y/o para atender demandas generadas por la llegada de turistas en la zona del río durante los meses de noviembre a abril. Estos negocios sirven de sustento y/o complemento al ingreso familiar y son atendidos principalmente por mujeres.

Existen problemas de linderos al interior del ejido, lo que ha llevado a la instalación de cercas para delimitar sus parcelas y los espacios de pastoreo. También, existe inconformidad en la forma de aplicación del PROCAMPO, ya que el inventario de beneficiarios de este programa se hizo previo al registro de PROCEDE. Esto ha generado beneficios desiguales en la localidad de Papagayo.

### **Ejido Omitlán**

Ubicado en el municipio de Juan R. Escudero, obtuvo su dotación por resolución presidencial en 1924. En el 2001 Procede certificó 1,317.24 hectáreas, de las cuales 850.12 corresponden a áreas parceladas (CFE, 2002). En este año se entregaron certificados de propiedad a 154 beneficiarios (CFE, 2002b).

El área de afectación directa es de 414 hectáreas que corresponde al 31.4% de la superficie total del ejido en terrenos limítrofes al Río Papagayo. Esto lo ubica en el quinto lugar de los ejidos más afectados por el tamaño de su área afectada (CFE, 2002).

Existe inconformidad por parte de los ejidatarios a causa de una indemnización inconclusa por la construcción de la Presa La Venta en una superficie de 118 hectáreas (110 de áreas parceladas y 8 de uso común).

Al interior del ejido existe conflicto respecto al reclamo por el tipo de tierras afectadas, toda vez que las autoridades ejidales las reconocen como tierras de uso común y los afectados aducen que eran tierras parceladas. Al respecto se realizaban trabajos de medición con apoyo de la Representación Estatal Agraria.

El poblado de Omitán desaparecería si se construye la presa La Parota. Se afecta a 452 habitantes y 99 viviendas (CFE, 2003). También se afectan tierras en el mismo ejido pero pertenecientes a la población de Villa Guerrero, localidad fundada a causa de reubicación de la población provocada por la primera inundación de 1967.

Una parte importante del área de afectación directa del ejido de Omitlán será sobre terrenos de calidad, pues al estar adyacentes al río del mismo nombre, conforman humedales de alta productividad. En las tierras del poblado se produce maíz para autoconsumo y una diversidad de productos como papaya, sandía, guayaba, nanche, flor de jamaica, mango y plátano. También se lleva a cabo de manera importante la crianza

de ganado vacuno para el mercado regional (Tierra Colorada) y la pesca de camarón para autoconsumo y el mercado local.

### **Ejido La Palma**

Es un ejido del municipio de Juan R. Escudero, cuya dotación según resolución presidencial, es de 1929, con una superficie de 5,590.53 has. con 123 ejidatarios registrados en la misma fecha. El área de afectación directa se ubicaría en las tierras parceladas colindantes con el río Papagayo y el ejido El Reparó, en una superficie aproximada de 2,400 has equivalentes al 44.23% de la superficie total del ejido. Esto lo ubica como el segundo ejido más afectado por el tamaño de superficie afectada.

En febrero de 2001 la Asamblea Ejidal rechazó la certificación de PROCEDE por conflictos de límites con el ejido El Zapote. Este conflicto tiene cerca de 40 años. En marzo de 2002 se realizó un convenio entre las autoridades de los dos ejidos para realizar los trabajos topográficos y llegar a una solución definitiva.

Por otra parte existe inconformidad de los ejidatarios por la falta de pago de CFE al expropiar poco más de 11 hectáreas de este ejido por la construcción de la presa La Venta y para zonas que han sido destinadas a confinamiento de desechos de ésta.

### **Ejido el Tepehuaje**

Núcleo agrario perteneciente al municipio de Juan R. Escudero. Su dotación corresponde a resolución presidencial otorgada en 1924. En el 2000 el PROCEDE lo certificó con 1,769.02 has de las cuales 239.38 corresponden al área parcelada, 1,514.17 a terrenos de uso común y el resto se reparte entre asentamientos humanos, caminos y áreas especiales. Actualmente cuenta con 39 ejidatarios registrados en su padrón (CFE, 2002b).

El área de afectación directa radicaría a su primera ampliación, área parcelada colindante con el río Omítlán, unas 35 has., equivalentes a solo el 2% del área total del proyecto, con ello se ubica en el lugar 16 de los 20 núcleos agrarios por su superficie de tierras afectadas (CFE, 2002).

### **Ejido Michapa**

Ejido perteneciente al municipio de Juan R. Escudero, cuya dotación según resolución presidencial, fue cedida en 1936. En 1996 fue certificado por el PROCEDE con 1,736.13 has de las cuales 671.5 corresponden al área parcelada, 1,021.3 a terrenos de uso común y el resto se reparte entre el asentamiento humano y caminos. Las afectaciones principales se ubicarían en los terrenos de uso común colindantes con el río Omítlán, aproximadamente unas 60 has., equivalente al 3% de su superficie y una mínima parte del área parcelada, que lo ubican en el lugar 14 por tamaño de afectación. Actualmente cuenta con un padrón de 52 ejidatarios registrados (CFE, 2002b).

### **Ejido El Zapote**

Ejido perteneciente al municipio de Juan R. Escudero, cuya dotación según resolución presidencial, fue dada en 1923, con un área de 1,297 hectáreas. El área de afectación

directa se ubicaría en las parcelas del lado poniente colindante con el ejido La Palma y hacia el sur, en el área colindante con el ejido Las Mesas, aproximadamente unas 78 hectáreas equivalentes al 6% de la superficie del ejido, ello lo ubica en el lugar 11 por tamaño de afectación (CFE, 2002).

Como se señaló en el caso del Ejido de la Palma, se registra un conflicto de límites entre ambos, lo que ha imposibilitado la certificación a través de PROCEDE (CFE, 2002b).

#### **Bienes Comunales de Dos Caminos y Anexos**

Este núcleo agrario es el único perteneciente al municipio de Chilpancingo. Su dotación le fue otorgada en 1951. En aquella fecha se le dotó de 19,776.5 hectáreas. De acuerdo a datos del Registro Agrario Nacional (RAN), referidos en la resolución presidencial de 1951. El área de afectación directa suma aproximadamente 200 hectáreas, que representan el 1% de su superficie y lo ubican en el lugar 18 de los 20 núcleos afectados (CFE, 2000).

Existe anuencia desde 1999, por parte de la asamblea, para que certifique PROCEDE, sin embargo el proceso está pendiente. Cuenta con 521 propietarios legalmente reconocidos (CFE, 2002b).

#### **Bienes Comunales de Chautipa**

Es el único núcleo agrario ubicado en el municipio de Tecoaanapa. De acuerdo con datos del RAN, cuenta con una superficie de 5,220.29 hectáreas. En el año 1999 fue certificado por el PROCEDE con un total de 5,377 hectáreas (CFE, 2002b). El proyecto afectaría las tierras parcelarias ubicadas en la colindante con el río Omitlán, aproximadamente 20 hectáreas equivalentes a menos del 1% de su superficie. Esto lo ubica como el núcleo agrario menos afectado respecto a su superficie de terrenos (CFE, 2000).

#### **Ejido de Xolapa**

Este ejido pertenece al municipio de Acapulco de Juárez. Su superficie total, de acuerdo a datos del RAN, es de 3,556.38 hectáreas. El área de afectación directa correspondería únicamente a terrenos colindantes con el ejido de Tierra Colorada y el río Papagayo, así como por el arroyo de Xaltianguis, aproximadamente 149 hectáreas que equivalen al 4% de la superficie del ejido (CFE, 2000). Esto lo ubica en el lugar 12 por el grado de afectación de terrenos.

Durante el 2002 se registró conflicto interno y existe división entre autoridades ejidales y municipales por irregularidades en el manejo de recursos financieros que supuestamente ha incurrido el Comisariado Ejidal, quien fue suspendido provisionalmente de su cargo (CFE, 2002a).

Existen conflictos de delimitación de parcelas ya que los resultados de deslinde y medición que llevó a cabo PROCEDE no corresponden o no satisfacen al tamaño de las propiedades reconocidas por los ejidatarios en la estructura parcelaria previa. La asamblea reclama tierras faltantes en la dotación original que señala la resolución presidencial, donde se argumenta que en 1933 se dotó al ejido de 2,700 hectáreas y en 1941 se realizó una ampliación con 1,080 hectáreas. En total 3,780 hectáreas que difieren

de las reconocidas en el Registro Agrario Nacional y las certificadas por PROCEDE (CFE, 2002b).

El ejido de Xolapa forma parte del Consejo Supremo de Pueblos del Filo Mayor y mantiene relaciones con la Unión de Pueblos Vecinos de Xaltianguis. Xolapa se compone por dos anexos adicionales casi contiguos al poblado principal: El Reparito y El Salitre.

Aunque la zona de viviendas no es afectada, la zona principal de acceso a Xolapa (un segmento de Carretera Federal México-Acapulco sería inundada). La alteración a la infraestructura carretera y los caminos de comunicación e internación del poblado, reconfiguraría la accesibilidad.

### **Ejido Agua de Perro**

Este ejido pertenece al municipio de Acapulco de Juárez. Su dotación de tierras, según resolución presidencial, fue otorgada en 1940. La superficie total certificada por el PROCEDE en 1998, fue de 1,652.42 has., de las cuales tiene de área parcelada 1,244.13 has., el resto son repartidas en terrenos de uso común, asentamientos humanos, infraestructura y cuerpos de agua (CFE, 2002b).

El área de afectación directa corresponde a la superficie parcelada colindante con el río Papagayo, aproximadamente unas 310 has., equivalentes al 18.7% de la superficie total del ejido, esto lo ubica en el lugar 7 de los 20 núcleos agrarios afectados. Cuenta con un padrón registrado de 26 ejidatarios, aunque en 1997 se entregaron certificados de PROCEDE a 112 beneficiarios (CFE, 2002).

Existen antecedentes de conflictos agrarios en la zona, debido a la construcción de la Hidroeléctrica La Venta en terrenos de este ejido en la década de los sesenta. El reclamo se debe a que durante y después de la construcción de esta obra hubo afectaciones adicionales no reconocidas por CFE a causa del ascenso en el nivel del agua, la generación de escombros y el tendido de líneas de distribución de energía provenientes de la presa.

También existe malestar por la construcción de la autopista México-Acapulco, ya que el pago de indemnización fue parcial a causa de la superficie expropiada para la carretera desde principios de la década de los noventa. Los escombros generados durante la construcción también afectaron terrenos y una fuente importante de agua al ejido.

La población de este ejido subsiste de la producción de maíz para autoconsumo, frutales y la pesca de algunas especies como camarón, langostino y carpa.

### **Ejido Altos del Camarón**

Este ejido perteneciente al municipio de Acapulco de Juárez obtuvo dotación por resolución presidencial en 1926. Actualmente cuenta con 88 ejidatarios registrados en el padrón. Desde 1997 fue certificado por el PROCEDE delimitando una superficie total de 3,601.3 has de las cuales 3,376.3 has son de tierras parceladas y el resto corresponde a asentamientos humanos, infraestructura, ríos, arroyos y cuerpos de agua (CFE, 2002b).

El proyecto no tiene afectación sobre asentamientos humanos, pero inundaría aproximadamente 1,715 hectáreas que equivalen al 47.6% del área parcelada colindante

con el río Papagayo, esto lo ubica como el núcleo agrario más afectado respecto a su propio territorio (CFE, 2002).

En Altos del Camarón existe inconformidad por la expropiación adicional de terrenos incorporados durante la construcción de la autopista México-Acapulco. Esto es que fue ocupada una superficie superior a la originalmente convenida para esta obra, de lo cual a los afectados no se les ha cubierto el pago correspondiente. Al respecto, la población afectada se ha manifestado con plantones y marchas en diferentes ocasiones, llegando en una ocasión a medidas más drásticas como el cierre de la Autopista del Sol, por lo cual los Comisarios fueron demandados penalmente por atentar contra las vías de comunicación.

La población de este ejido se dedica principalmente a la agricultura, destacando la producción de maíz para autoconsumo y de manera complementaria la producción de frijol, calabaza, limón, flor de jamaica, ejote y papaya.

En cuanto a las organizaciones agrarias presentes en este núcleo agrario destaca la Confederación Nacional Campesina.

#### **Ejido Colonia Guerrero (Los Huajes)**

El Ejido pertenece al municipio de Acapulco de Juárez, cuya dotación según resolución presidencial fue otorgada en 1944. La superficie total fue certificada por el PROCEDE en 1999, siendo de 3,622.59 hectáreas, de las cuales 1,679.38 corresponden al área parcelada y el resto quedan repartidas en terrenos de uso común, asentamientos humanos, infraestructura y cuerpos de agua. Actualmente cuenta un padrón de 195 beneficiarios del PROCEDE (CFE, 2002b).

El área de afectación directa se ubica dentro de la superficie parcelada colindante con el río Papagayo y los ejidos Dos Arroyos y Altos del Camarón, aproximadamente 654 hectáreas, equivalentes al 17% de la superficie total del ejido. Esto lo ubica en el lugar 8 respecto a la proporción de terrenos afectados por el proyecto en los 20 núcleos agrarios (CFE, 2002).

En años pasados hubo conflictos internos por el mal manejo de los recursos de pagos al ejido a causa de la expropiación de terrenos durante la construcción de la Autopista del Sol. Ello derivó en conflictos entre las autoridades ejidales y los afectados que culminaron con el asesinato del Comisariado ejidal.

Actualmente todavía existe inconformidad en la zona por la construcción de la autopista México-Acapulco, ya que no se ha cubierto la indemnización por el sobrancho de la carretera por parte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

Si se construye la presa, la totalidad del poblado de Colonia Guerrero quedaría incluido en el área de afectación directa, éste ocupa una superficie aproximada de 42.5 hectáreas. Según el registro de CFE se trata de una población de 987 habitantes, que equivalen casi a la tercera parte de los posiblemente afectados por el proyecto, es decir de los 2,812 habitantes.

### **Ejido Dos arroyos**

Este ejido pertenece al municipio de Acapulco de Juárez. Su dotación fue por resolución presidencial en 1926. En 1999 fue certificado por el PROCEDE con una superficie total de 7,171.27 hectáreas, de las cuales tiene una superficie parcelada 4,895.81 hectáreas (CFE, 2002b).

El área de afectación directa se ubicaría en las tierras parceladas y de uso común colindantes con el río Papagayo, el ejido Los Huajes y los terrenos comunales de Cacahuatpec, aproximadamente 2,841 hectáreas, esto significa el 39% de la superficie total del ejido, ubicándolo en el tercer lugar por el grado de afectación de su territorio.

Aunque el asentamiento principal queda en el área de afectación indirecta, los poblados de Pochotlaxco y El Guayabal quedarían dentro del área de afectación directa. Esto significa una afectación de 48 habitantes y 11 viviendas. Los terrenos afectados se ubican cercanos al río Papagayo, donde se produce maíz, frijol, tomate, papaya, flor de Jamaica y nopal. Además se afectaría una zona de aguas termales, Balneario Agua Caliente. La mayor parte de estos productos son para autoconsumo, aunque la jamaica y el nopal tienen como destino mercados regionales.

Existe inconformidad por falta de pago por la construcción del sobreancho de la Autopista del Sol, este último conflicto se atribuye a malos manejos en los recursos obtenidos por esta indemnización por parte de la autoridad ejidal. Esta población tiene problemas de límites con el ejido Las Marías y con Los Huajes.

Este núcleo agrario tiene presencia importante la CNC y los productores además pertenecen a organizaciones como la Sociedad de Ganaderos y la Sociedad Frutícola. Además cuentan con apoyo de los siguientes programas gubernamentales: Subsidios a fertilizantes, Oportunidades y Procampo.

Existen actividades y explotación de recursos complementarios que podrían ser importantes como fuente de ingreso de un segmento de la población. Este es el caso de la ganadería de vacunos y la pesca de camarón, langostino, lisa y cuatete. También se lleva a cabo la explotación de bancos de arena y grava del río.

### **Ejido Sabanillas**

Este ejido pertenece al municipio de Acapulco de Juárez y tiene una dotación otorgada en 1929, según resolución presidencial. A la fecha no ha sido certificado por el PROCEDE, por lo que sólo se cuenta con la información catastral del Registro Agrario Nacional, que reporta una superficie nominal de 3,624.64 hectáreas, de las cuales se afectaría la porción correspondiente a la ampliación, unas 73 has en la parte que colinda con la propiedad Manuel Andosol, ello equivale al 2% de su superficie, siendo principalmente de agostadero. Actualmente se tienen 135 ejidatarios legalmente reconocidos (CFE, 2002, 2002b).

### **Propiedad privada Manuel Andosol**

Es la única propiedad privada afectada, pertenece al municipio de Acapulco de Juárez. Tiene una superficie total, de acuerdo a datos recabados por el RAN, de 524 has de las cuales unas 94 hectáreas se incluirían en el área de afectación directa, equivalentes al 18% de su extensión (CFE, 2002b).

**Bienes Comunales de Cacahuatepec**

El núcleo agrario de Cacahuatepec pertenece al municipio de Acapulco. Su dotación, bajo el régimen de propiedad comunal le fue reconocida en 1956, con una superficie de 36,838.8 hectáreas.

Por extensión de tierras y tamaño de población es el núcleo agrario más grande del municipio de Acapulco y de los 20 núcleos de la zona de afectación directa. La población central es Cacahuatepec y cuenta con 47 anexos. (Véase Cuadro CA 6)

En este núcleo se afectarían aproximadamente 1,589 hectáreas de las tierras colindantes con los ejidos Dos Arroyos y Agua Zarca de la Peña, así como parte de la colindante con la propiedad Manuel Andasoll. Además de lo anterior, el proyecto inundaría en su totalidad a los poblados de San José Cacahuatepec y Arroyo Verde.

Existe divisionismo y conflictos internos en los órganos de representación (Comisariado de Bienes Comunales y Consejo de Vigilancia), por este motivo los comisarios no culminan su gestión, durando en promedio 6 meses en el cargo. Existen también conflictos por la representación de cada uno de sus 47 anexos, ya que tienen el mismo problema de los órganos de representación.

Cuadro CA 6. Cacahuatepec y sus anexos

Localidades	Localidades
1. Cacahuatepec	25. Arroyo Verde
2. El Cantón	26. San José Cacahuatepec
3. Espinalillo	27. Garrapatas
4. Apanhuac	28. Las Parotas
5. Los Mayos	29. Rancho Las Marias
6. Huamuchito	30. Los Hilamos
7. Barrio Nuevo los Muertos	31. Parotillas
8. El Limoncito	32. La Concepción
9. El Cerrito	33. El Embarcadero
10. Progreso Cacahuatepec	34. Agua Caliente
11. El Campanario	35. Salsipuedes
12. Apalani	36. Tazajeras
13. Las Cruces Cacahuatepec	37. El Ranchito
14. El Rincón	38. Oaxaquillas
15. El Carrizo	39. Amatillo
16. San Juan Chico	40. San Pedro Cacahuatepec
17. San Juan Grande	41. Las Chanecas
18. Tamarindillo	42. El Bejuco
19. Zoyamiche	43. La Candelilla



Cuadro CA 6. Cacahuatpec y sus anexos

Localidades	Localidades
20. El Tejoruco (La Orqueta)	44. El Arenal
21. La Arena	45. San Isidro Gallinero
22. El Río Papagayo	46. Seis de Agosto
23. San Antonio	47. Cabeza de Tigre
24. Pochotlaxo	48. Las Ollitas

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada en la Comisaría Municipal de Cacahuatpec.

La elección de órganos de representación se celebran como votación para elecciones populares y no por asamblea como se establece en la Ley Agraria. Esto podría explicarse por la complejidad para organizar una asamblea y llegar a acuerdos con más de 8 mil comuneros.

La disputa y los conflictos por los órganos de representación se deben al manejo de recursos monetarios obtenidos por el uso de bancos de materiales de la zona, la extracción de leña para carbón, productos derivados del coco y limón, así como por diferencias políticas al interior de la comunidad.

Este núcleo agrario presenta conflicto de límites con los ejidos de Dos Arroyos, Cerro de Piedra y la Estación. No ha sido posible llevar a cabo la certificación que realiza PROCEDE debido a su rechazo por una buena parte de los comuneros. Oficialmente se reconocen 3,000 comuneros y otros 8,700 exigen reconocimiento (CFE, 2002a).

Este núcleo agrario es el de mayor afectación por las obras del proyecto, ya que en este quedarían ubicadas: obras de contención, excedencias, campamentos y oficinas

En lugares como San José Cacahuatpec se produce maíz y frijol principalmente para autoconsumo. También se produce limón para el mercado regional. Para favorecer los ingresos por la venta de este producto, los productores de esta localidad se integraron al Consejo Estatal del Limón Mexicano, A.C y se adscribieron al Programa de Mejoramiento y Rehabilitación de Huertos de Limón. Reciben apoyo de Procampo y participan en la Confederación Nacional Campesina.

### **Ejido El Reparo**

Este núcleo agrario pertenece al municipio de Juan R. Escudero. Su dotación, según resolución presidencial, ocurrió en 1928. La superficie certificada por el PROCEDE en el 2001 fue de 3,253.43 hectáreas, de las cuales tiene de área parcelada 3,036.89 hectáreas, el resto se reparte en terrenos de uso común, asentamientos humanos, infraestructura y cuerpos de agua (CFE, 2002b).

Las zonas que comprendería el área de afectación directa corresponden solamente a terrenos en las áreas parceladas colindantes con el río Papagayo, unas 611 has. que equivalen al 19% de la superficie total del ejido. Actualmente cuenta con un padrón registrado de 127 ejidatarios (CFE, 2002).

Existen antecedentes de un conflicto agrario de hace 30 años, cuando el Comisariado ejidal en turno vendió ilegalmente 70 hectáreas pertenecientes a varios ejidatarios y que fueron adquiridos por el bien comunal de Agua Zarca de la Peña. Recientemente, en el año 2001, hubo controversias por la certificación realizada por PROCEDE, ya que en asamblea se reconoció que hubo errores al no considerar todas las parcelas del ejido.

El asentamiento de población principal, San Juan del Reparó, está dividido administrativamente en dos secciones (Sur y Norte). La principal actividad económica realizada por los habitantes de los poblados de San Juan de Reparó y San Juan del Reparó Sur es la Agricultura, y sus principales cultivos son el maíz, la jamaica y la calabaza, y su actividad opcional es la ganadería. La producción obtenida por la población de estas comunidades se destina básicamente para el autoconsumo.

### **Bienes Comunales de Agua Zarca de la Peña**

Este es el quinto núcleo agrario más afectado por el número de tierras proporcionales a su extensión total. Perteneció al municipio de Acapulco y tuvo su reconocimiento legal de dotación de acuerdo a resolución presidencial en 1964. Cuenta con una superficie total certificada en el 2001 por el PROCEDE de 4,535.26 hectáreas, de las cuales 4,471.34 corresponde a tierras de uso común y 63.9 se destinan a asentamientos humanos. Actualmente cuenta con 252 comuneros legalmente reconocidos (CFE, 2002b).

Aproximadamente 1,623 hectáreas quedarían en el área de afectación directa, es decir un 35.7%, casi la tercera parte de su superficie de terrenos colindantes con el río Papagayo, es decir en tierras fértiles de alta productividad, además de que sus dos anexos: el Chamizal y La Ceiba (antes La Unión), quedarían inundados (CFE, 2002).

No existe conflicto en el caso del poblado de Agua Zarca, pues no se ve afectado directamente el asentamiento. En esta población se cultiva maíz y calabaza para autoconsumo, flor de jamaica y sandía en las tierras próximas al río. También se lleva a cabo la ganadería de vacunos en pequeñas proporciones. Existe presencia de la CNC y una organización denominada “Campesinos Marginados” que gestionan apoyos para insumos al campo. Reciben apoyo de Procampo.

El Chamizal es anexo de Agua Zarca y cuenta con 30 comuneros. Según el último censo de población está compuesto por 124 habitantes y lo integran 24 viviendas. La población se dedica principalmente a la agricultura de autosubsistencia, para lo cual cultivan maíz, ejote, calabaza y flor de Jamaica. Como parte del beneficio que obtienen del río Papagayo cosechan sandía y melón, además de la captura de pescado y camarón, lo cual les permite complementar su dieta alimenticia. En el Chamizal se benefician de los Programas gubernamentales de Oportunidades y Procampo.

En el caso de la población de La Ceiba (antes La Unión) se trata de una localidad sumamente pequeña, según registros, tiene 28 habitantes y se integra por seis casas. En esta comunidad siembran calabaza, frijol, maíz, jamaica, sandía y melón.

### **Ejido Las Mesas**

Este núcleo agrario pertenece al municipio de San Marcos. Su dotación, según resolución presidencial, fue dada en 1922. En el 2001 fue certificado por el PROCEDE con un total

de 4,770.85 has de las cuales 4,635.59 has son tierras parcelarias y el resto pertenece a los asentamientos humanos y caminos (CFE, 2002b).

Las afectaciones que causaría el proyecto se localizan en la zona colindante con el ejido El Zapote, en el área parcelada de esa zona. Además se afecta el poblado de Plan Grande, es decir del camino de terracería que va de San Juan del Reparó a Plan Grande, hacia el norte. Se ha calculado el área de afectación directa en aproximadamente 87 hectáreas, equivalentes a menos del 2% de la superficie del ejido. Actualmente cuenta con 156 ejidatarios legalmente reconocidos.

**Ejido Chacalapa**

Ejido perteneciente al municipio de San Marcos. No se cuenta con información adicional.

**Servicios básicos en la vivienda**

De acuerdo al Censo 2000 de INEGI, de las 1 675 viviendas localizadas en la zona de embalse (esto es, considerando el total de las viviendas, ya que estimando las involucradas por el proyecto, se reduce a 633 viviendas), el 29.92% poseen agua entubada, 30.53% disponen de drenaje, 92.99% cuentan con energía eléctrica y 41.01% con sanitario exclusivo.

Cuadro SD 1. Servicios básicos a las viviendas en las localidades ubicadas en el área de afectación directa (embalse). Municipios: Acapulco, Juan R. Escudero y San Marcos, 1990-2000

Viviendas Particulares Habitadas y servicios que poseen									
Municipio	Total	Con servicio sanitario exclusivo	%	Con servicio de agua entubada	%	Con servicio de drenaje	%	Con energía eléctrica	%
<b>Acapulco de Juárez</b>									
1970	597	NC		64	10.72	30	5.03	196	32.83
1990	805	NC		304	37.76	143	17.79	674	83.73
1995	881	NC		327	37.12	190	21.57	847	96.14
2000	988	347	35.12	314	31.78	233	23.58	890	90.08
<b>Juan R. Escudero</b>									
1970	281	NC		5	1.78	8	2.85	71	25.27
1990	506	NC		238	47.04	85	16.80	460	90.91
1995	586	NC		415	70.82	245	41.81	563	96.08
2000	621	318	51.20	275	44.28	262	42.19	588	94.68
<b>San Marcos</b>									
1970	21	NC		1	4.76	1	4.76	3	14.29
1990	60	NC		3	5.00	2	3.33	27	45.00
1995	54	NC		8	14.81	0	-	25	46.30
2000	66	8	12.12	2	3.00	6	9.09	48	72.72
<b>Total</b>									
1970	899	NC		70	7.79	39	4.34	270	30.03
1990	1371	NC		545	39.75	230	16.78	1161	84.68
1995	1521	NC		750	49.31	435	28.60	1435	94.35
2000	1675	673	40.17	491	29.31	501	29.91	1526	91.10

NC: Información No Considerada (Son variables que no se consideraron en esos censos).

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda XI y XII, INEGI.

Las localidades del área de afectación directa no cuentan con dispositivos de manejo de residuos sólidos, sólo se identifican tiraderos al aire libre y/o clandestinos.

Por municipio, los indicadores correspondientes a los servicios básicos con los que cuentan las viviendas, se presentan de la siguiente manera:

**J. R. Escudero**

De las localidades consideradas, las que cuentan con mayores avances en servicios son las 621 viviendas ubicadas en este municipio donde 44.57% de las viviendas particulares poseen agua entubada; 42.46% disponen de drenaje, 95.30% cuentan con energía eléctrica y 51.54% con sanitario exclusivo.

**Acapulco**

Existen graves rezagos en los servicios que disponen las viviendas rurales afectadas de éste municipio. De 988 viviendas registradas en 2000, sólo 22.15% cuentan con servicio de agua entubada; 24.12% disponen de drenaje; 92.13% poseen energía eléctrica y 35.92% cuentan con sanitario exclusivo. Cabe destacar que las 22 viviendas pertenecientes a la localidad Arroyo Verde (11 viviendas) y Pochotlaxco (11 viviendas), no poseen ningún servicio de los considerados en este análisis. Las 45 viviendas pertenecientes a San José Cacahuatpec tampoco poseen servicio alguno a excepción de energía eléctrica con una cobertura de 90.7% de las viviendas.

**San Marcos**

Las localidades afectadas pertenecientes a éste municipio, son las que presentan condiciones de vida más deterioradas, lo que se manifiesta claramente en la muy limitada disposición de los diferentes servicios. Según el censo 2000, de las 66 viviendas afectadas sólo 3.45% cuentan con agua entubada; 10.34% poseen drenaje; 82.76% disponen de energía eléctrica y 13.79% cuentan con sanitario exclusivo. Cabe subrayar que en El Chamizal (24 viviendas) no disponen de otro servicio que no sea energía eléctrica misma que tiene una cobertura 100%. Vista Hermosa ni siquiera contaba con energía eléctrica.

**Materiales con que están construidas las viviendas**

De acuerdo con el Censo 2000, de las 1 675 viviendas particulares totales del área de afectación sólo 3 poseen **paredes de material de desecho**; 238 (14.5%) ostentan **techo de material de desecho y lámina de cartón**, y 1103 (67.22%) poseen **piso de material diferente de tierra**.

Cuadro SD 2. Tipo de material con que están construidas las viviendas en las localidades ubicadas en el área de afectación directa (embalse). Municipios: Acapulco, Juan R. Escudero y San Marcos. 1990-2000

Municipio	Viviendas particulares habitadas						
	Total	paredes de desecho y lámina de cartón	%	techo de desecho y lámina de cartón	%	piso diferente de tierra	%
Acapulco de Juárez							
1970	597	NC		NC		67	11.22
1990	805	4	0.50	60	7.45	436	54.16
2000	988	2	0.21	135	13.98	643	66.56
Juan R. Escudero							
1970	281	NC		NC		31	11.03
1990	506	3	0.59	42	8.30	302	59.68
2000	621	1	0.16	94	15.24	422	68.40
San Marcos							
1970	21	NC		NC		2	9.52
1990	60	0	-	12	20.00	22	36.67
2000	66	0	-	9	15.52	38	65.52
Total							
1970	899	NC		NC		100	11.12

Cuadro SD 2. Tipo de material con que están construidas las viviendas en las localidades ubicadas en el área de afectación directa (embalse). Municipios: Acapulco, Juan R. Escudero y San Marcos. 1990-2000

Municipio	Viviendas particulares habitadas						
	Total	paredes de deshecho y lámina de cartón	%	techo de deshecho y lámina de cartón	%	piso diferente de tierra	%
1990	1371	7	0.51	114	8.32	760	55.43
2000	1675	3	0.18	238	14.50	1103	67.22

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda XI y XII, INEGI.

Por municipio, los indicadores son los siguientes:

#### **Juan R. Escudero**

De 621 viviendas totales, sólo una de ellas cuenta con **paredes de material de desecho y lámina de cartón**, localizada en Tejería (La Palma); 94 viviendas (15.24%) poseen **techo de material de desecho y lámina de cartón** (24 en Omitlán, 23 en Tejería (La Palma), 20 en El Zapote, 11 en Papagayo e igual cantidad de viviendas en Tlalchocohuite) y 422 viviendas (68.4%) **tienen piso de material diferente de tierra** (269 en Tejería (La Palma), 24 viviendas en Papagayo, 71 en Omitlán, 26 viviendas en Tlalchocohuite y 24 en El Zapote).

#### **Acapulco**

De 988 viviendas afectadas, sólo 2 poseen **paredes de material de desecho y lámina de cartón** localizadas ambas en Venta Vieja; 135 viviendas (13.98%) cuentan con **techo de material de desecho y lámina de cartón** (39 viviendas en Colonia Guerrero (equivalente a 19.02% del total de viviendas de la localidad), 10 en Venta Vieja (27.78%), 5 en Arroyo Verde (45.45%), 3 viviendas en San José Cacahuatpec (6.98%) y 2 viviendas en Pochotlaxco equivalente a 18.18%) y 643 viviendas (66.56%) tienen el **piso de material diferente de tierra** distribuidas de la siguiente manera: 129 en Colonia Guerrero equivalente a 62.93% del total de viviendas de la localidad, 26 en Venta Vieja (72.22%), 13 en San José Cacahuatpec (30.23%), 2 en Arroyo Verde (18.18%) y solo 1 vivienda en Pochotlaxco (9.09%).

#### **San Marcos**

Ninguna de las localidades de este municipio cuenta con viviendas cuyas paredes sean de material de desecho y lámina de cartón. Del total de 66 viviendas sólo 9 poseen **techo de material de desecho y lámina de cartón** localizadas 2 en Plan Grande, 2 en El Chamizal y 5 en Vista Hermosa, 38 viviendas poseen **piso de material diferente de tierra** distribuidas de esta manera: 19 en Plan Grande, 18 en El Chamizal y 1 en Vista Hermosa.

#### **Combustible para cocinar**

De las 1 675 viviendas totales del área de afectación directa, en 190 utilizan **gas para cocinar** (11.57%), concentradas en su mayoría en **Juan R. Escudero** con 119 viviendas que usan este combustible. Dentro del mismo municipio es la localidad Tejería (La Palma) la que reúne 95 viviendas (88%) con las características señaladas, le sigue Omitlán con 9 viviendas, Papagayo con 3 y Tlalchocohuite con 1. En **Acapulco** sólo 8 viviendas presentan esta característica, perteneciendo 7 a Colonia Guerrero y 1 a San José Cacahuatpec. En San Marcos, las 4 viviendas que poseen gas para cocinar se concentran todas en Plan Grande.

Pero el combustible predominante es la **leña** ya que en la región afectada 86.95% de las viviendas la utilizan para cocinar, lo que representa un total de 1427 viviendas, distribuidas por municipio de la siguiente manera: Acapulco con 882 viviendas equivalentes al 95.1% del total de viviendas afectadas en el mismo municipio, San Marcos con 51 viviendas (87.72%) y Juan R. Escudero con 494 viviendas, equivalente a 79.02% de las viviendas afectadas en su municipio. Resulta obvio destacar las graves consecuencias que acarrea a los ecosistemas, la utilización de leña como principal combustible para cocinar.

Cuadro SD 3. Tipo de combustible que se utiliza para cocinar en las localidades ubicadas en el área de afectación directa (embalse). Municipios de Acapulco, Juan R Escudero y San Marcos, 1990-2000

Municipio	Viviendas	Tipo de combustible que utilizan en la vivienda					
		gas	%	leña	%	carbón	%
Acapulco	988	67	6.94	882	91.3	2	0.21
Juan R Escudero	621	119	19.29	494	80.06	2	0.32
San Marcos	66	4	6.90	51	87.97	0	0
Total	1675	190	11.57	1427	50.39	4	0.24

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda XI y XII, INEGI.

### **Acapulco**

En cuatro localidades estudiadas en este municipio, sus viviendas utilizan **exclusivamente** leña para cocinar, ellas son: Arroyo Verde, Pochotlaxco, Venta Vieja y San José Cacahuatpec (con excepción de una vivienda). En Colonia Guerrero, 93.17% de sus 205 viviendas utilizan también la leña, en Dos arroyos, 90.93% y en Xolapa 86.02%.

### **San Marcos**

Al igual que en Acapulco, el consumo de leña para cocinar es muy elevado: en Plan Grande 22 viviendas utilizan leña (78.57% del total de viviendas de la localidad); El Chamizal con 22 viviendas, equivalentes a 95.65% y las 7 viviendas de Vista Hermosa sólo utilizan ese combustible.

### **Juan R. Escudero**

En las localidades de este municipio el consumo de gas es más alto que en los demás, por ello los porcentajes en consumo de leña para cocinar son levemente inferiores a los que se presentan en los otros dos municipios. Aún así, en tres localidades, el consumo de leña es muy elevado: Tlalchocohuite con 45 viviendas equivalentes al 98% del total de las

mismas en la localidad, Papagayo con 30 viviendas (91%), Omitlán con 88 viviendas (88.89%) y por último Tejería (La Palma) con 255 viviendas que utilizan leña (72.65%).

El **consumo de carbón** para cocinar no es significativo en toda la zona afectada ya que sólo 3 viviendas lo utilizan, 2 en Juan R. Escudero y 1 en Acapulco.

### ***Características e infraestructura para la salud en el área de afectación directa***

Con base en la Encuesta a los Hogares ubicados en la zona de embalse del proyecto hidroeléctrico La Parota (versión de julio, 2003), el 71 por ciento de la población no tiene derecho a los servicios médicos. La mayor parte de las localidades tienen proporciones entre el 50 y 85.7 por ciento de personas que no tiene derecho a servicios médicos (pregunta 40). Tienen derecho a servicio médico a través del Seguro Social, principalmente, las comunidades de El Amate (25 por ciento), La Venta Vieja (17.6 por ciento) y Papagayo (13.3 por ciento). Todo indica que la atención médica de estas localidades se otorga en el puerto de Acapulco de Juárez o bien en la de Tierra Colorada, cabecera municipal del municipio de Juan R. Escudero.

En éste último, de acuerdo con la Encuesta de Autoridades, de un total de 3 centros de salud, sólo funcionan los de La Palma y Omitlán. En las demás localidades, no hay estos centros y los de la localidad de Venta Vieja se dirigen a los servicios de salud en Tierra Colorada (Pliego, F. 2003 y Guzmán Andrade, A. 2003).

### ***Derechohabencia y discapacidad***

#### ***Análisis cuantitativo de las localidades afectadas<sup>1</sup>.***

Una de las características dominantes en la población que habita la zona afectada es la carencia de prestaciones o cobertura para acceder a las diferentes instituciones de salud. El 91% de la población presenta este perfil debido, entre otros factores, a que la actividad laboral predominante es la agropecuaria, principalmente para autoconsumo, misma que genera escasos excedentes para cubrir este aspecto tan vital para las familias campesinas y a la escasa importancia que se le otorga en la escala de valores para la supervivencia. Resulta obvio señalar que ante la presencia de enfermedades, las familias les hacen frente como pueden, siendo muy limitada su capacidad económica para ello, razón por la cual, es posible observar la muerte por enfermedades curables y el agravamiento de enfermedades por escasa o nula atención médica.

La situación descrita se agrava en las localidades que pertenecen al municipio de San Marcos donde 93.27 % de su población no tiene protección social en materia de salud, Acapulco tiene 89.82% de la población que no es derechohabiente, siendo las localidades correspondientes al municipio de Juan R. Escudero quienes presentan un indicador

---

<sup>1</sup> Las cifras presentadas corresponden sólo al Censo de Población y Vivienda d2000 elaborado por el INEGI, los censos o conteos anteriores no presentan información respecto a los indicadores manejados, por lo que no es factible elaborar series históricas.



## Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos

---

relativo más bajo con 89.32%, lo cual es por demás alto con respecto al índice estatal y nacional.

Cuadro SD 4. Población sin derechohabiencia en el área de afectación directa.  
Municipios: Acapulco de Juárez, Juan R Escudero y San Marcos

Municipio	Población Total	Población sin derechohabiencia	%	Población con discapacidad	%
Acapulco	4509	4050	89.82	162	3.59
Juan R. Escudero	2875	2568	89.32	48	1.67
San Marcos	297	277	93.27	7	2.36
Total	7681	6895	89.77	217	7.62

Fuente: Elaboración propia con base al censo general de población y vivienda XII, INEGI.

En lo concerniente a la población con discapacidad, 2.82% de la población que habita en las localidades afectadas presentan esta situación (217 habitantes). De los tres municipios considerados, Acapulco reúne la mayor cantidad de población con estas características representando el 74.65% del total (162 habitantes) seguido por Juan R Escudero con 22.11 (48 habitantes). A San Marcos le corresponde un 3.22%, con 7 habitantes que padecen alguna discapacidad.

La principal discapacidad que se observa en la población total, es la visual, que afecta a 106 habitantes (48.85%), concentrándose en mayor medida en el municipio de Acapulco con 91 habitantes afectados. En segundo lugar debemos considerar a los habitantes con discapacidad motriz cuyo indicador es de 24.42%, correspondiéndole 53 habitantes afectados, concentrándose en el municipio de Acapulco 32, en Juan R Escudero 17 y en San Marcos 4. En tercer lugar tenemos la discapacidad auditiva misma que representa 17.05% teniendo Acapulco a 27 personas con este problema, Juan R Escudero a 8 y San Marcos a 2. Finalmente se encuentra la población con discapacidad mental y de lenguaje que representan 7.37% y 6.91% respectivamente, lo que implica a 16 y 15 personas en el mismo orden.

Cuadro SD 5. Población con discapacidad correspondiente a los municipios de las comunidades del área de afectación directa. Municipios: Acapulco de Juárez, Juan R Escudero y San Marcos

Municipio	Población Total	Población con discapacidad	%	Tipo de discapacidad									
				Motriz	%	Auditiva	%	Visual	%	Mental	%	Lenguaje	%
Acapulco	4509	162	3.59	32	19.75	27	16.67	91	56.17	8	4.94	7	4.32
Juan R. Escudero	2875	48	1.66	17	35.42	8	16.67	14	29.17	8	16.67	8	16.67
San Marcos	297	7	2.36	4	57.14	2	28.57	1	14.29	0	-	0	-
<b>Total</b>	<b>7681</b>	<b>217</b>	<b>2.82</b>	<b>53</b>	<b>24.42</b>	<b>37</b>	<b>17.05</b>	<b>106</b>	<b>48.85</b>	<b>16</b>	<b>7.37</b>	<b>15</b>	<b>6.91</b>

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda IX, XI y XII, y conteo 1995, INEGI.

### **Acapulco**

#### **Derechohabiciencia**

A pesar de que el municipio de Acapulco es considerado de baja marginación su área rural presenta graves rezagos. Esta situación se manifiesta en la población sin derechohabiciencia a servicios de salud de las localidades afectadas donde sólo 459 habitantes de un total de 4509 son derechohabientes en alguna institución de salud, representando apenas 10.18%. Se acentúa la carencia de este beneficio en las localidades Arroyo Verde y Pochotlaxco donde en la primera sus 70 habitantes no cuentan con derechohabiciencia y en la segunda sólo 2 habitantes de 48 tienen acceso a este servicio. Cabe mencionar que las localidades referidas son las que presentan indicadores de mayor marginación de las que consideramos en el estudio y este municipio es el que posee el indicador porcentual de mayor población sin derechohabiciencia de los tres municipios considerados.

Como contraparte San José Cacahuatpec y Venta Vieja están levemente por debajo de la media municipal donde en ambos casos el 92% de su población no es derechohabiente, mientras que en Col. Guerrero 65 habitantes de un total de 987 cuentan con esta prestación, representando el 6.59%, prácticamente similar a la media municipal. Xolapa también tiene un muy alto índice de población sin derechohabiciencia, 92.36, mientras que Dos Arroyos, es el más bajo, con 86.38%.

#### **Discapacidad**

Respecto a la población con discapacidad, 0.8% del total de la población que habita las localidades afectadas presenta algún tipo de discapacidad, ocupando el segundo lugar con relación al total de discapacitados en los tres municipios considerados, representando 22.64%. De las 5 localidades consideradas la que presenta mayor población discapacitada es la Col. Guerrero con 8 habitantes, es decir 66.6% del total municipal, a

Venta Vieja le corresponde 3 habitantes y el 25%, respectivamente y a Pochotlaxco 1 habitante y 8.3 %, respectivamente. Tanto Arroyo Verde como San José Cacahuatpec no presentan población con discapacidad

La discapacidad predominante es la motriz con 7 habitantes, presentándose 3 casos en Col. Guerrero y Venta Vieja y uno en Pochotlaxco. Las dos últimas localidades mencionadas no poseen habitantes con otro tipo de discapacidad, en tanto que en Col. Guerrero existen 2 casos con discapacidad visual y de lenguaje y uno con discapacidad mental.

### **San Marcos**

#### **Derechohabiencia**

De los 297 habitantes pertenecientes a las tres localidades afectadas, 20 son derechohabientes; ocupando en términos porcentuales el segundo lugar de los tres municipios considerados, a pesar de que su indicador relativo de la población que carece de esta cobertura, 80%, está por encima de la media regional. De las tres localidades analizadas, El Chamizal presenta mayor rezago con 94.31%, es decir, 116 habitantes de un total de 123 no es derechohabiente a servicios de salud, luego continúa Plan Grande con 90.44%, donde 123 habitantes de 136 carecen de esta cobertura y por último Vista Hermosa población que en su totalidad no es derechohabiente.

#### **Discapacidad**

En lo referente a la población con discapacidad, en las 3 localidades analizadas 8 habitantes presentan algún tipo de discapacidad, lo que equivale al 15% del total de discapacitados en los tres municipios. La localidad Plan Grande es la que presenta mayor cantidad de discapacitados con 5 habitantes, ocupando el segundo lugar entre las localidades consideradas de la región de embalse; en El Chamizal existen 2 casos y en La Unión 1. La discapacidad predominante es la motriz con 4 casos, que se distribuyen en Plan Grande (3) y El Chamizal (1). Existen 2 casos con discapacidad auditiva, localizados en Plan Grande (2). Existe sólo un solo caso de discapacidad visual ubicado en El Chamizal sin presentarse afectados con discapacidad mental y de lenguaje.

### **Juan R. Escudero.**

#### **Derechohabiencia**

Es el municipio que presenta cifras mas bajas en lo referente a población sin derechohabiencia con 88.72%, el único por debajo de la media correspondiente a los tres municipios (90.66%), de 2 402 habitantes pertenecientes a las localidades afectadas, 2 131 carecen de esta cobertura.

La localidades que presentan menor rezago es Tlalchocohuite y Tejería (La Palma) con indicadores relativos de 85.57% y 86.6%, respectivamente, mismas que muestran el menor rezago comparado con el conjunto de localidades ubicadas en la posible zona del embalse en lo referente a esta categoría. En tanto, Papagayo y Omitlán, con 95.6% y 95.13%, respectivamente, se ubican por encima de la media municipal y regional.

#### **Discapacidad**

Con relación a la población que posee algún tipo de discapacidad, como ya se mencionó, es el municipio que presenta mayor cantidad de casos con relación a los tres analizados. De los 33 habitantes afectados con alguna discapacidad, 21 se concentran en la localidad Tejería (La Palma) lo que equivale al 64% de los casos registrados en las 4 localidades municipales analizadas, ocupando también el primer lugar si tomamos en cuenta las 13 localidades afectadas. Le siguen Tlalchocohuite con 15%, Omitlán con 12% y Papagayo con 9%.

La discapacidad predominante es la motriz con 15 casos, equivalente al 45% del total, siendo la localidad Tejería (La Palma) la que presenta mayor cantidad de habitantes afectados (11 personas). La siguiente discapacidad en importancia de acuerdo al número de afectados es la mental con 8 personas que la padecen (24% del total) siendo de nueva cuenta en Tejería (La Palma) donde se concentra el mayor número de habitantes en esta situación. Le siguen por su impacto en la población, las discapacidades visual y de lenguaje con seis casos cada una. En la primera, Tlalchocohuite presenta el mayor número de casos con 3, es decir, el 50%; en la segunda es Tejería (La Palma) la que concentra el mayor número de casos con 4 personas. Por último, de 5 personas con discapacidad auditiva, 3 se concentran en Tejería (La Palma).

### **Características e Infraestructura educativas en el área de afectación directa**

En las localidades del embalse, se analizarán las características de la educación básica de la población total analfabeta, sin instrucción y primaria incompleta de 6 a 14 años y de 15 años y más, en cada caso. (Cuadro IE 1)

Las localidades de Pochotlaxco y Arroyo Verde tienen un aumento del analfabetismo y en Cacahuatpec aumenta la población que no sabe leer y escribir. En las localidades de Plan Grande se detecta un aumento de la población que no sabe leer y escribir. En La Ceiba este aspecto se ve reducido y en El Chamizal aumenta la población analfabeta. Hay una disminución de la población analfabeta, un aumento de la población que no sabe leer y escribir, y una disminución de la población que asiste a la escuela. Del patrón educativo anterior, se exceptúan las localidades de Omitlán y Tejería donde existe un aumento de la población que no sabe leer y escribir y una disminución de la población que asiste a la escuela.

A partir de la información entregada por la Encuesta de Autoridades, Juan R. Escudero concentra el 50 por ciento de la infraestructura educativa a nivel localidad, es decir en Tlalchocohuite, La Palma y Omitlán. La infraestructura disponible en 3 municipios, Juan R. Escudero, Acapulco y San Marcos, es de 6 jardines de niños (84 alumnos), 6 primarias (540 alumnos), 1 secundaria (180 alumnos), 1 tele secundaria (38 alumnos) y un CEBETEF (80 alumnos). Respecto a la educación primaria, esta infraestructura atiende al 53 por ciento de la población de 6 a 14 años, que es de 1016 personas. Y a 10.7 por ciento de la población de 15 años y más. Por la información de la Encuesta a los Hogares, se sabe que el 24.41 por ciento de la población de 6 a 14 años no sabe leer ni escribir y el 10.33 por ciento no asiste a la escuela y, respecto a la de 15 años y más, el 22 por ciento es analfabeta y el 19.3 por ciento no tiene instrucción y el 33.7 por ciento tiene primaria incompleta (Pliego, F. 2003 y Guzmán Andrade, A. 2003)

Cuadro IE 1. Analfabetismo en la población de 15 años y más de trece localidades del área de embalse, correspondientes a los municipios de Juan R. Escudero, San Marcos y Acapulco de Juárez, Guerrero, 2000

Periodo	Población de 15 años y más	% población de 15 años y más analfabeta	% población de 15 años y más sin instrucción	% Población de 15 años y más con primaria incompleta
1970	sd	sd	sd	
1990	2253	24.19	23.88	44.03
1995	2548	23.23	sd	sd
2000	2427	22.04	19.32	33.75

sd sin dato (son variables que no se consideran en estos censos)

Fuente: INEGI, 2000

A detalle se presenta información de las localidades que cuentan con datos:

#### **Acapulco**

**Colonia Guerrero** entre 1990 y 2000 este rango de población creció 5.88%, pasando de 476 a 604 habitantes con este rango de edad. Asimismo para el mismo periodo la población analfabeta se redujo en menos de 5 puntos, colocándose el índice de analfabetismo en 31.79% índice superior al del estado, que de por sí es más alto que el existente en el ámbito nacional. Con respecto a la población que no concluyó la primaria, en la década de los 90 se redujo apenas en 5 puntos, quedando en 29.14% en 2000.

**San José Cacahuatpec** prácticamente mantuvo el mismo número de habitantes en este rango poblacional entre 1990 y 2000, toda vez que sólo disminuyó en 5 personas quedando 111 para el último año, la reducción del analfabetismo es equivalente, casi 5 puntos en 10 años, al pasar de 41.38% a 36.94% de analfabetas a pesar de lo cual es el más alto de las localidades pertenecientes al municipio de Acapulco. La población sin ningún tipo de instrucción aunque se ha reducido en 14 puntos aún es alta, 41.44%, ello en 2000. El indicador que sufrió una considerable caída es el relativo a la población de este rango de edad que no tenía concluida la educación primaria al pasar de 74.14% en 1990 a 27% en 2000.

**Venta Vieja** tuvo un incremento considerable en este rango poblacional 14%, pasando de 90 a 103 habitantes entre este rango de edad. Con respecto a la población analfabeta se redujo en 1.25 puntos quedando en 24.27% en 2000, la población sin ningún tipo de instrucción disminuyó 18 puntos en la década del 90, reduciéndose también la población que no termina la educación primaria en 14.5 puntos quedando en 24.27% para 2000. Cabe señalar que lo reducido de su población hace que pequeñas variaciones absolutas se manifiesten en altos cambios porcentuales.

**Dos Arroyos** tiene altos índices de analfabetismo, en 1990 era de 29.29% para incrementarse en 1.14 puntos en 10 años y quedar en 30.43% en 2000. La población sin instrucción crece entre 1990 y 2000 pasando de 21% a 24.56% respectivamente. En cuanto a los que no tienen la primaria concluida el índice se mantiene prácticamente igual,

en 35%. Es decir en cuanto a capacitación de su fuerza laboral los índices son por demás alarmantes, más del 65% no tiene calificación alguna, ni se podría incorporar con facilidad a nuevas actividades productivas.

**Xolapa** en 10 años incremento su alto nivel de analfabetismo en 5 puntos pasando de 26.94% a 32.05% entre 1980 y 2000. Crece la población sin instrucción en 9 puntos ello entre 1990 y 2000, aunque reduce en 8.63 puntos la población con primaria incompleta. En general la población en este rango poblacional es pobre, muy pobre.

**Arroyo Verde** de las 28 personas que se encuentran en este rango de edad en 2000, 12 son analfabetas, 10 no tiene instrucción y 12 no terminaron su educación primaria.

**Pochotlaxco** tiene de 28 habitantes mayores de 15 años en 2000, de los cuales 8 son analfabetas, 7 no tienen instrucción y 12 no tienen la primaria incompleta.

#### **Juan R Escudero**

**Tejería** (La Palma) en este rango de edad la población de esta localidad cae en 14 personas entre 1990 y 2000, pasando de 973 a 959 habitantes. Cabe señalar que el indicador de analfabetismo es el más bajo de la región. En 1990 tenía 12.85% para reducirse a 12.83 en 2000, de igual manera el índice de población sin instrucción pasó de 12.13% a 9.38% en los 90, aunque el porcentaje de la población que no concluye la primaria se mantiene alto, 36.91% en 2000, índice que se redujo en menos de 5 puntos en la década del 90.

**Omitlán** crece 33.49% entre 1990 y 2000, toda vez que en 1990 eran 203 habitantes que se ubicaban en este rango de edad y para 2000 alcanzaba la cifra de 271. El porcentaje de la población analfabeta se contrajo en 4.34 puntos para quedar en 21.77% en 2000, en menor medida se redujo la población sin instrucción al pasar de 24.14% en 1990 al 18.82% en 2000. Asimismo la población con primaria incompleta bajo su porcentaje en la década del 90 en 15.56 puntos, quedando este índice en 2000 en 31.73%.

**Tlalchocohuite** se redujo en términos absolutos en 2 personas el número de sus habitantes de más de 15 años. En 10 años aumenta en 1 las personas analfabetas ya que en 1990 eran 20 y para 2000 son 21. En lo que respecta a la población sin instrucción este índice creció en 7.59% en la década del 90 para quedar en 21.15% en 2000. El índice relativo a la población con primaria incompleta se redujo en 12.82 puntos, quedando en 2000 en 38.53%.

**Papagayo** también reduce en 2 su población de 15 años y más entre 1990 y 2000. La población analfabeta se redujo en 7.59 puntos en los años referidos teniendo un índice de 20% en 2000, también se reduce el número de personas sin instrucción al pasar de 26 en 1980 a 15 en 2000, asimismo la población con primaria incompleta pasó de 28.74% a 20% entre 1980 y 2000.

**El Zapote** incrementa en 46 la población que se ubica en este rango de edad, y aunque en términos relativos se reduce el analfabetismo en un poco menos de 4 puntos el número de analfabetas aumentó en 3, también se reduce el porcentaje de la población sin instrucción ello en 6.56 puntos, en menor medida disminuye la población de este rango de edad, 2.91 puntos, que no tiene la primaria completa quedando en 34.13% en 2000.

**El Amate** para 2000 cuenta con 18 personas en este rango de edad de los cuales 3 son analfabetas otras 3 no tienen instrucción alguna y también 3 no han concluido la educación primaria.

**El Palacio** tiene una población de 35 personas que se ubican en este rango de edad de los cuales 14.29% son analfabetas, 14.29% que no tiene instrucción y 45.71% que no concluye su instrucción primaria, todo ello en 2000.

#### ***San Marcos***

**Plan Grande** sólo aumenta en 5 el número de sus habitantes de 15 años y más entre 1990 y 2000. En términos absolutos aumento la cantidad de analfabetas en 3 reduciéndose en una persona la población sin instrucción, aunque se incrementa en 4 las personas con primaria incompleta. Es decir en cuanto a los indicadores de educación parece que el tiempo no ha pasado por esta localidad.

**El Chamizal** reduce en 3 personas su población con 15 años y más. La población analfabeta se reduce en poco menos de 19 puntos al pasar de 41.27% a 21.67% ello entre 1990 y 2000. La población sin instrucción bajo considerablemente en 10 años toda vez que pasó de 42.86% en 1990 a 20% en 2000, aunque hay que considerar que lo reducido de su población hace que pequeñas variaciones absolutas puedan reflejarse en grandes variaciones porcentuales. En lo que respecta a la población con primaria incompleta el porcentaje aumentó en casi 12 puntos al pasar de 36.51% a 48.33% entre 1990 y 2000.

**Vista Hermosa** incrementa en 5 el número de habitantes que se ubica en este rango de edad quedando en 19 para 2000, de los cuales 5 son analfabetas, 5 no tiene instrucción y 4 no han concluido su primaria.

**La Ceiba**, a pesar de ser una localidad con pocos habitantes en el rango de 15 años y más, la mayoría de estos no cuentan con preparación académica. De 1990 al 2000, la población analfabeta pasa de 51.28 a 61.11, respectivamente, y la que no concluyó la primaria pasa de 33.33% a 44.44% en este mismo período. Se presenta un decremento significativo de 15 puntos en lo referente a la población sin instrucción

#### ***Infraestructura y servicios turísticos***

La información recabada durante el trabajo de campo, que se realizó en los meses de marzo y mayo del 2003, nos permitió identificar, clasificar y evaluar de manera general, la infraestructura y servicios turísticos existentes en el área de afectación directa e indirecta.

En el se presenta la infraestructura identificada, indicando la localidad y el tipo de actividad que se ha desarrollado. La muestra indica con claridad el tipo de turismo que se ha desarrollado en la zona de estudio. La infraestructura se puede clasificar como rudimentaria (pozos de aguas termales, albercas) a excepción de las instalaciones del Shotover Jet, empresa que se dedica a la atención de turistas nacionales e internacionales que llegan directamente de Acapulco para practicar descenso en río, lancha rápida o escalada.

**Cuadro CE 1. Infraestructura turística por localidad**

POBLADO	INFRAESTRUCTURA TURÍSTICA
Dos Arroyos	Pozas de aguas termales, Plaza de Toros
Papagayo	SHOTOVER JET: embarcadero, alberca, estacionamiento, tienda de souvenirs, cocina, comedor, baños, pared para escalada en roca.
Omitlán	El puente que lleva el mismo nombre ha sido utilizado como set cinematográfico.
La Providencia	Cuenta con restos del edificio pertenecientes a la hacienda la Providencia.
Tierra Colorada	Cuenta con 3 albercas
Laguna de Tres Palos	Cuenta con enramadas en los distintos frentes de la Laguna.
Acapulco	Zona arqueológica <i>Palma Sola</i>
Pochotlaxco	Sitio arqueológico con vestigios de cerámica Olmeca y basamentos piramidales del señorío Yopiltzinca.

En el Cuadro CE 2 se citan los festejos para los cuales se pudo recopilar información durante el trabajo de campo destacando las fiestas religiosas, así como, tradiciones milenarias, que se están perdiendo paulatinamente, como es el “pedimento de lluvias”.

**Cuadro CE 2. Fiestas patronales que se efectúan en algunas localidades**

Poblado	Festejo en honor a	Fechas
San José Cacahuatpec	Pedimento de Lluvia	24 de abril
Dos Arroyos	San Felipe de Jesús	3 y 7 de febrero
Alto el Camarón	Virgen de Guadalupe Virgen de la Concepción	27 al 30 de diciembre 8 de septiembre
Xolapa	Santo Patrón de Chalma	Primer viernes de Semana Santa
Tierra Colorada	Virgen de Guadalupe San José San Santiago	Del 12 al 24 de diciembre. 19 de marzo 25 de julio
Papagayo	San Antonio Virgen de Guadalupe	17 de enero 11 de diciembre
Omitlán	San José Virgencita aparecida	19 de marzo 8 de mayo
La Palma	Virgen de la Concepción	8 de diciembre
Las Mesas	San José	19 de marzo
San Juan del Reparó y San Juan del Reparó Sur	Pedimento de lluvia Fiestas de las comunidades	14 de septiembre 15 de mayo y 6 de agosto
Agua Zarca de la Peña	Virgen de Guadalupe Vía Crucis	24 al 26 de enero Semana Santa
El Treinta	Virgen Aparecida	14 de febrero

Respecto a las actividades recreativas, las entrevistas realizadas nos permitieron conocer algunas de las que realizan frecuentemente los habitantes. En el Cuadro CE 3 se indica la localidad y la actividad identificada. El tipo de actividad indica por si misma la existencia de infraestructuras y servicios turísticos, generalmente de carácter rudimentario e informal.



**Cuadro CE 3. Actividades recreativas locales**

POBLADO	ACTIVIDADES RECREATIVAS
Dos Arroyos	Ir a las márgenes del río Papagayo los fines de semana a bañarse y comprar sandias
Alto el Camarón	Ir a bañarse al río
Papagayo	Ir a las márgenes del río para bañarse
Xolapa	Ir a las márgenes del río o a las Albercas en Tierra Colorada
Omitlán	Ir al río del mismo nombre.
Tierra Colorada	Ir a las Albercas
Laguna de tres palos	Recorridos en lancha a la “Isla de los Pájaros”
El Treinta	Ir a las Aguas termales de Dos arroyos

Además se realizan otras actividades económicas (estacionales) ligadas al turismo, como las que se citan en el Cuadro CE 4, las que se caracterizan por realizarse sólo en determinadas temporadas del año y generalmente como actividades complementarias:

**Cuadro CE 4. . Actividades económicas relacionadas con el Turismo**

Poblado	Actividad	Época
Papagayo	Pesca de camarón, langostino y carpa de río Construcción de enramadas y venta de comida (en las márgenes del río)	noviembre a marzo
El Chamizal	Construcción de enramadas y venta de comida (en las márgenes del río) Pesca de camarón y pescaditos tipo charal.	noviembre a marzo
Laguna de Tres Palos	Venta de comida y refrescos , renta de lanchas	Todo el año.
Tlalchocohuite	Venta de comida	Todo el año.

Enseguida se indican las localidades en las que se pudo identificar la elaboración de productos que pueden ligarse a cuestiones culturales y demandas turísticas, sin embargo, la producción, se concentra en unos cuantos productos y su significado económico es reducido.

**Cuadro CE 5. . Producción artesanal registrada por localidad**

Poblado	Artesanías
La Ceiba	Elaboración de ollas y comales de barro
El Treinta	Elaboración de hamacas y cintos bordados
Alto el Camarón	Elaboración de sillas de montar
Tierra Colorada	Redes de pesca y canastas para captura de langostino.
Xolapa	Elaboración de hamacas
Papagayo	Elaboración de hamacas
Omitlán	Elaboración de muebles

En el Cuadro CE 6 se describen algunos platillos que se elaboran en las comunidades de la zona estudiada.

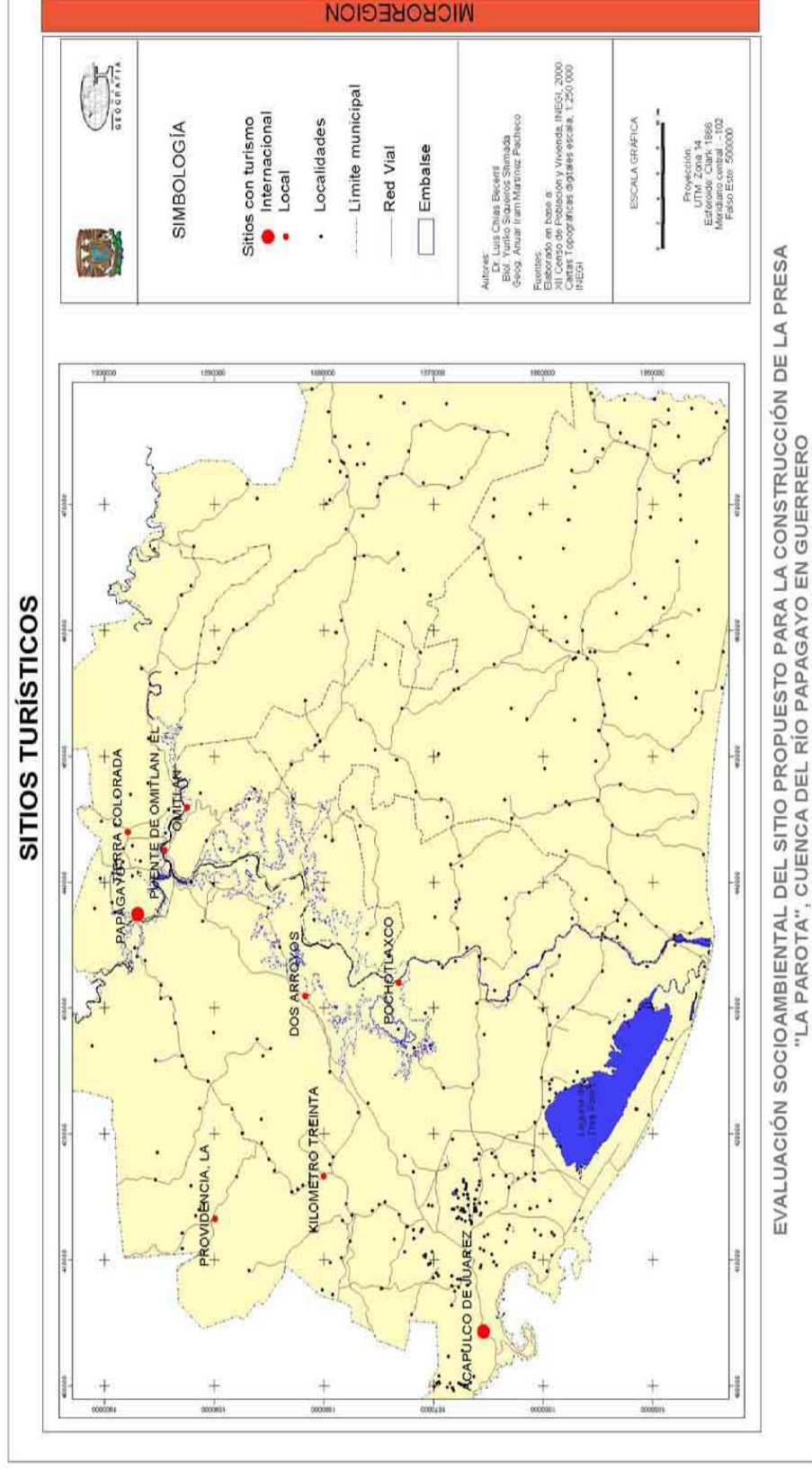
Cuadro CE 6. . Platillos típicos por localidad

Poblado	Platillo tradicional
Alto el Camarón	Caldo rojo de camarón
Tierra Colorada	Barbacoa de chivo y
Omitlán	Tamal de cuatete y otros platillos a base de codorniz, iguana, langostino y camarón
Las Mesas	Tamales de hoja de maíz rellenos de mole rojo, elote, arroz Tamales de hoja de plátano rellenos de puerco y pollo.
La Ceiba	Pan de muerto (sólo en temporada)

### **Conclusiones**

La zona de estudio se caracteriza por ser un territorio con localidades de reducido tamaño, con altos niveles de marginación y acentuadas corrientes migratorias de expulsión, por lo que: se advierte una pobre riqueza cultural y religiosa, los pocos elementos que se pudieron identificar se caracterizan por tener un atractivo básicamente local, infraestructura rudimentaria y de reducido atractivo, edificios incluso muy deteriorados como el viejo casco de la Hacienda La Providencia. El sentir general de la población es que, las pocas tradiciones culturales y religiosas de la zona se están perdiendo, por ejemplo la música de “chilefrito” o los “pedimentos de lluvia” ya no interesan a los jóvenes que emigran hacia los Estados Unidos. Ver mapa CE I.

Mapa CE1. Sitios Turísticos



### ***Población Económicamente Activa por Sector***

#### ***Acapulco***

**Colonia Guerrero** tiene un incremento en su población ocupada de 22.85% en los 10 años al pasar de 210 a 258 personas ocupadas para el periodo. En cuanto a su distribución por sectores el primario incrementa su participación en 4.71 puntos al pasar de 82.86% a 86.05% entre 1990 y 2000, el sector secundario prácticamente se mantiene igual toda vez que pasa de 5.71% a 5.04%, el terciario igualmente casi no varía su participación 8.1% en 1990 y 8.14 en 2000.

**Dos Arroyos** reduce en 286 las personas ocupadas entre 1990 y 2000, lo que significa una reducción de 42.72% toda vez que pasó de 674 a 386 en los 10 años considerados. Es el sector primario el que cae fuertemente, más 11.73 puntos en estos 10 años, pasando de representar 65.88% en 1990 a 54.15 en 2000. Cabe recordar que esta localidad sufre una fuerte emigración de allí tal situación. El sector secundario también reduce la población ocupada en 23 puestos de trabajo toda vez que en 1980 ocupaba a 69 personas, pasando al 2000 a ocupar a 46. Es el sector terciario el que más crece pasando de representar 13.68% a 32.28% lo que implica pasar de 102 a 125 personas ocupadas en 1990 y 2000 respectivamente.

**Xolapa** tiene un incremento de 34 personas ocupadas para el periodo pasando de 186 a 220. Es el sector primario el que en términos absolutos más crece al incrementar al personal ocupado en 30 personas, quedando en 150 personas ocupadas en 2000. El sector secundario decrece 0.75 puntos para ocupar a 10% de los ocupados en 2000, por su parte el sector terciario incrementa en 16 personas a las ocupadas lo que se traduce en que pase de un 17.2% en 1990 a un 21.82% en 2000.

**San José Cacahuatpec** reduce su población ocupada en un 25.71% al pasar de 70 a 52 entre 1990 y 2000. El sector primario mantiene su aportación al pasar de representar 92.86% a 92.23% para el periodo dejando el resto para actividades no especificadas ya que no aparece el sector terciario y el secundario apenas representa 1.92% en 2000.

En **Venta Vieja** crece su población ocupada en 21.42% aunque hay que señalar que es una población pequeña por lo que el peso que tiene cada individuo es mayor comparado con las poblaciones grandes. En el aspecto de distribución por sectores se presenta una fuerte caída del sector primario al pasar de 85.71% que representaba en 1990 al 49.06% d2000 incrementándose tanto el sector secundario como el terciario, el primero al pasar de 7.14% a 13.21% mientras que el segundo de 4.76% a 33.96% ello entre 1990 y 2000.

**Arroyo Verde** tiene en 2000 a 16 habitantes ocupados y todos dedicados al sector primario.

**Pochotlaxco** ha incrementado también el número de población ocupada teniendo 9 en 1990 y 18 en 2000 y todos ocupados en el sector primario.

De las demás localidades no existe tal información.

**Juan R. Escudero**

**La Palma** (Tejería) en términos absolutos su población se incrementa en 37 personas, esto es 13.21% entre 1990 y 2000 al pasar de 280 a 317 habitantes ocupados. En cuanto a su estructura sectorial el sector primario se incrementa en 9.3 puntos al transitar de 60.7% al 70% mientras que sector secundario se mantendrá prácticamente igual 12.5% para el primer año y 12.6% para 2000, el sector terciario se reducirá en 6.2 puntos quedando en 17.4 en 2000.

**Omitlán** crece en su población ocupada en 31 personas toda vez que de 99 llega a 130, esto es un incremento de 31.3% en 10 años. Y mientras el sector primario crece en 5 puntos al pasar de 69.7% en 1990 a 74.6% en 2000 es el sector secundario el que decrece en 15.3 puntos quedando 10.0% en 2000. El sector terciario se incrementa en 10.3 puntos llegando a representar 15.4% en 2000.

**Tlalchocoquite** incrementa su población ocupada en 23 personas, 127% al pasar de 18 a 41 en el periodo considerado. En cuanto a su distribución sectorial el sector primario reduce su participación al pasar de representar 72.2% a 68.3% mientras que el sector secundario incrementa su participación al pasar de 11.1% a 14.65 en el periodo, el sector terciario reduce su nivel al representar 16.7% en 1990 y 14.6 en 2000.

**Papagayo** prácticamente se mantiene estable durante el periodo, incrementa en 4 su población ocupada en los 10 años considerados, quedando en 36 en 2000, algo similar se da en su estructura sectorial. El sector primario aumenta en 0.3 puntos al pasar de representar 71.9% a 72.2% entre 1990 y 2000. El sector secundario no aparece en 1990 y significa 5.6% en 2000. El sector terciario reduce 14.21 puntos en el periodo pasando de 28.1% a 13.89% en los 10 años considerados.

**El Zapote** incrementa su población ocupada en 14 personas quedando en 57 en 2000. El sector primario reduce su participación de 83.72% a 73.68% en el periodo considerado, aumentando en los otros dos sectores, 4.12 puntos en el sector secundario, 5.9 puntos en el terciario, para quedar en 2000 con 8.77% y 17.54% respectivamente.

**El Palacio** de 14 personas ocupadas 13 se dedican a la agricultura y sólo 1 a los servicios.

**El Amate** de 4 cuatro personas ocupadas 3 están en el sector primario y la otra en el terciario.

De las otras localidades no se tiene información.

### **San Marcos**

**El Chamizal** pasa de tener 10 personas ocupadas en 1990 y llega a 30 en 2000. El sector primario tiene una reducción en su participación ya que de ocupar el 100% en 1980 se reduce al 63% en 2000. El sector secundario no aparece en el periodo mientras que el sector terciario ocupa a 9 personas en 2000 mismos que representan 30%.

**Plan Grande** pasa de 20 a 48 personas ocupadas en el periodo, mientras que su estructura sectorial sufre cambios a favor del sector terciario al crecer éste 25 puntos en los 10 años considerados al pasar de 5% a 31.25%, mientras que el sector primario pasa de 85% a 60.42% es decir se reduce en 24.6 puntos, el sector secundario tiene poca variación pasa de 5% a 6.25% en el periodo.

**Vista Hermosa** tiene 6 personas ocupadas y todas en el sector primario, ello en 2000.

**La Ceiba**, el único sector económico que proporciona empleo a la población es el primario. Durante la década referida decreció de 18 a 6 la población ocupada en las actividades agropecuarias, no existiendo ninguna participación en cuanto empleo generado de los otros dos sectores económicos.

## Ingresos

### **Población ocupada según niveles de ingreso mensual**

En general los ingresos que perciben las personas ocupadas en estas localidades son sumamente bajos. Para empezar, de las 1 691 personas ocupadas, 40.86% no perciben ingresos y 22.77% reciben menos de 1 salario mínimo, 25.96% percibe 1 y hasta 2 salarios mínimos, 6.39% de 2 y hasta 5 y ni siquiera el 1% entre 5 y 10 o más de 10 salarios mínimos mensuales. Por municipios Acapulco es el que tiene la peor distribución, ya que 43.37% no recibe ingresos por su trabajo, 31.11% menos de 1 salario mínimo, 18.15% recibe 1 y hasta 2 salarios mínimos y sólo 3.89% entre 2 y 5 salarios mínimos, ninguna persona ocupada percibe más de 5 salarios mínimos.

Cuadro SD 6. Niveles de ingresos de la población ocupada. Municipios de Acapulco, Juan R. Escudero y San Marcos 2000

Municipio	Población Ocupada								
	Total	No percibe ingreso	%	Menos de 1 SMM	%	1-2 SMM	%	2-5 SMM	%
Acapulco	988	435	43.37	312	31.11	182	18.15	39	3.89
Juan R. Escudero	621	221	36.59	56	9.27	238	39.40	67	11.09
San Marcos	66	35	41.67	17	20.24	19	22.62	2	2.38
Total	1675	691	40.86	385	22.77	439	25.96	108	6.39

SMM: Salario mínimo mensual.

Fuente: Elaboración propia con base en el censo general de población y vivienda XII, INEGI.

En el municipio de San Marcos tampoco es mejor la situación distributiva ya que 41.67% no recibe remuneración alguna, 20.24% recibe menos de 1 salario mínimo y 22.62% entre 1 y hasta 2 salarios mínimos, mientras que 2.38% recibe entre 2 y hasta 5 salarios mínimos y 2.38% obtiene entre 5 y 10 salarios mínimos, esto es 2 personas, ninguna percibe más de 10 salarios mínimos. Juan R Escudero tiene 36.59% de su población ocupada que no recibe ninguna percepción, 9.27% menos de 1 salario mínimo, 39.4% recibe entre 1 y hasta 2 salarios mínimos, mientras que 11.09% se encuentra en el rango de 2 y hasta 5 salarios mínimos, los que reciben salarios entre 5 y hasta 10 salarios mínimos son 5 personas y representan el 1%, solo 2 personas reciben más de 10 salarios mínimos.

Analizando este indicador por localidades tenemos:

### **Acapulco**

#### **Col. Guerrero**

Del conjunto de localidades ninguna tiene personas ocupadas que reciban más de 5 salarios mínimos mensuales. Colonia Guerrero tiene 258 personas ocupadas, sin embargo prácticamente 56% de su población ocupada no recibe ningún tipo de percepción, 10.85% recibe menos de un salario mínimo, 10.08% recibe 1 y hasta 2 salarios mínimos, y solo 3 personas tiene ingresos mensuales entre 2 y 5 salarios mínimos, lo que representa 1.16%.

#### **Venta Vieja**

A pesar de contar con una población relativamente pequeña, en términos de personas ocupadas es alto el número de personas ocupadas (53), de las cuales 43.44% no reciben ingresos, 9 personas reciben menos de un salario mínimo, 16.98%, 17 recibe 1 y hasta 2 salarios mínimos, 32.08%, y solamente 4 tienen ingresos mensuales entre 2 y 5 salarios mínimos, 7.55%.

#### **San José Cacahuatpec**

Aunque es más grande que la anterior en cuanto al número total de habitantes, sólo tiene 52 personas ocupadas, 22 no reciben ningún tipo de ingreso (42.30%), 7 menos de un salario mínimo (13.46%), 14 entre 1 y hasta 2 salarios mínimos (26.92%), y solamente una persona obtiene entre 2 y hasta 5, quien es quien más percibe (1.92%).

La información relativa a Pochotlaxco y Arroyo Verde es poco elocuente, indicándonos que 1 y 3 personas, en el orden de presentación de las localidades, reciben menos de 1 salario mínimo, y 2 y 5 personas, respectivamente, reciben 1 y hasta 2 salarios mínimos. De las dos localidades nadie percibe salarios superiores a los 2 salarios mínimos mensuales.

**Dos Arroyos**, de sus 386 personas ocupadas sólo 5.7% no recibe ingreso alguno mientras que 63.47% recibe menos de 1 salario mínimo, 20.98% recibe entre 1 y hasta 2 salarios mínimos y sólo 23 personas tienen ingresos superiores a los 2 salarios mínimos y hasta 5.

**Xolapa** de las 220 personas ocupadas 69.09% no reciben ingresos, 8.64% menos de un salario mínimo, 16.82% reciben entre 1 y hasta 2 salarios mínimos y sólo 8 personas entre 2 y hasta 5 salarios mínimos.

#### **San Marcos**

#### **Plan Grande**

Cuenta con 48 personas ocupadas, de las cuales 56% no recibe ingresos, 12 personas ocupadas reciben menos de 1 salario mínimo que representa 25%, un equivalente recibe 1 y hasta 2 salarios mínimos, otra persona recibe 2 y hasta 5 salarios mínimos que significa 2.08%, y 2 personas reciben más de 5 y hasta 10 salarios mínimos esto es 4.17%, nadie recibe más de 10 salarios mínimos.

#### **El Chamizal**

Tiene 30 personas ocupadas, de las cuales 21 no reciben ingresos alguno (70%), 4 reciben menos de 1 salario mínimo (13.33%), y 5 recibe 1 y hasta 2 salarios mínimos (16.67%). Ninguno tiene una percepción mayor.

**Vista Hermosa** sólo tiene 6 personas ocupadas, de las cuales 2 no perciben ingresos, 1 menos de un salario mínimo, 2 obtienen más de 1 y hasta 2 salarios mínimos y sólo 1 persona obtiene ingresos entre 2 y hasta 5 salarios mínimos.

#### ***Juan R. Escudero***

##### ***Tejería (La Palma)***

Tiene 317 personas ocupadas de las cuales 20% no recibe ingreso alguno, 7.26% recibe menos de un salario mínimo (23 personas), 56.78% recibe 1 y hasta 2 salarios mínimos (180 personas), 14.51% recibe 2 y hasta 5 salarios mínimos (46 personas) y solo el 1.58% tienen salarios superiores a los 5 y hasta 10 salarios mínimos (5 personas), nadie recibe más de 10 salarios mínimos.

##### ***Omitlán***

Cuenta con 130 personas ocupadas, de las cuales 70% no recibe ingresos, 9.23% recibe menos de 1 salario mínimo (12 personas), 16.92% recibe 1 y hasta 2 salarios mínimos, esto es 22 personas, y solo 6 personas reciben 2 y hasta 5 salarios mínimos, lo que representa el 4.62%. Nadie tiene percepciones superiores a los 5 salarios mínimos mensuales.

##### ***Tlalchocohuite***

Son 41 personas ocupadas de las cuales 27 no reciben ingreso alguno, 1 recibe menos de un salario mínimo (2.44%), 6 reciben 1 y hasta 2 salarios mínimos (14.63%), 7 reciben 2 y hasta 5 salarios mínimos, lo que en porcentaje es el 17.07. Solo una persona tiene percepciones superiores a los 10 salarios mínimos mensuales (2.44%).

**Papagayo** cuenta con una población ocupada de 36 personas de las cuales 7 no reciben percepción alguna, 5 reciben menos de 1 salario mínimo, 19 que representan 52.78% perciben 1 y hasta 2 salarios mínimos y solo 4 personas reciben 2 y hasta 5 salarios mínimos. Nadie tiene percepciones superiores a los 5 salarios mínimos.

**El Zapote** tiene 57 personas ocupadas de las cuales 31 no perciben ingresos, 11 reciben menos de un salario mínimo, 9 entre 1 y 2 salarios mínimos y 4 más de 2 y hasta 5 salarios mínimos.

**El Palacio** de sus 14 personas ocupadas 10 no reciben salario y 2 perciben menos de el salario mínimo, sólo 1 recibe entre 1 y hasta 2 salarios mínimos.

**El Amate** tiene 4 personas ocupadas de las cuales 1 no recibe ingresos, 2 recibe menos de 1 salario mínimo y la otra percibe entre 1 y hasta 2 salarios mínimos.

#### ***Lugar de nacimiento***

Según el Censo de 2000, un 97.25% de la población que se ubica en el área de afectación directa nació en la entidad y sólo 0.94% viene de fuera (1.81% no queda



especificado). En las localidades pertenecientes al municipio de Acapulco, 97.18% de sus habitantes han nacido en el estado de Guerrero, detectándose que solo 0.33% han nacido fuera. San Marcos presenta un índice de 94.61% de este mismo indicador, también es el municipio que porcentualmente aporta el menor número de habitantes. Juan R Escudero tiene un índice de 97.63% de los nacidos en la entidad y con 1.77% que nacieron fuera.

Cuadro SD 7. Porcentaje de la población a nivel municipal nacida dentro y fuera de la entidad con respecto a la población total, 2000

Municipio	Población total	Población nacida en la entidad	%	Población nacida fuera de la entidad o país	%
Acapulco	4509	4382	97.18	15	0.33
Juan R. Escudero	2875	2807	97.63	51	1.77
San Marcos	297	281	94.61	6	2.02
Total	7681	7470	97.25	72	0.94

Fuente: Elaboración propia con base al censo general de población y vivienda XII, INEGI.

Analizando la información por municipio la situación es la siguiente:

#### **Acapulco**

La única localidad que tiene registrados habitantes que nacieron fuera de la entidad es Col. Guerrero, con 5 y aunque las demás no manifiestan el 100%, como lo señalamos al principio, no se puede ubicar el origen de algunas personas, 2 en Pochotlaxco, 8 en San José Cacahuatpec y 4 en Venta Vieja. Dos Arroyos tiene a 8 personas que nacieron fuera de la entidad y Xolapa a 2.

#### **San Marcos**

Plan Grande es la localidad que tiene el mayor índice de personas nacidas fuera de la entidad, 2.94%, que en términos absolutos significan 4 personas, le sigue El Chamizal con 2 personas que representa 1.63%. Vista Hermosa tiene un 100% de la población nacida en la entidad. Es decir, en 2000 se tiene certeza de que en las localidades afectadas perteneciente a este municipio solo 6 personas nacieron fuera.

#### **Juan R Escudero**

Es Tejería (La Palma) la localidad de este municipio la que en términos absolutos tiene al mayor número de personas nacidas fuera de la entidad, 26 mismas que representan 1.64%, pero en términos relativos El Palacio tiene 9.52% de este indicador, Tlalchocohuite tiene 1.49%, que implican 3 habitantes y Omitlán con 0.88% pero con 4 habitantes nacidos fuera del estado. En El Amate todos nacieron en la entidad.

#### **Hablantes de lengua indígena y religión**

La población hablante de lenguas indígenas de las localidades del área de embalse es de 20 personas mayores de cinco años. El 40 por ciento de la población se localiza en el municipio de Acapulco en las localidades de San José Cacahuatpec y Venta Vieja. En la

primera localidad existe el 87 por ciento de los hablantes. En el municipio de San Marcos el total de la población se encuentra en la localidad de Plan Grande es decir, cinco personas y finalmente en el municipio de San Juan R. Escudero habitan siete personas hablantes de lenguas indígenas, tres en Omitlán, tres en La Palma y una en la localidad de Papagayo. La población considerada es población bilingüe.

Entre las poblaciones que pueden ser parcial o totalmente afectadas por la inundación del vaso propuesto para la hidroeléctrica “La Parota”, únicamente, Omitlán mostró la presencia de un número significativo de practicantes no católicos. En la encuesta levantada por el grupo del Dr. Fernando Pliego, cerca del veinte por ciento de la población de Omitlán, tercera población en importancia del municipio de Juan R. Escudero se manifestó como no católica.

De las diversas comunidades del área de estudio, los pobladores de Omitlán fueron los únicos que manifestaron fricciones al interior de su comunidad, por causa de la profesión de una fe distinta a la católica.

La relajada aproximación de los habitantes de las áreas litorales del estado de Guerrero a la Iglesia Católica, queda reflejada en los elevados porcentajes de quienes se declaran creyentes católicos, mas no católicos practicantes, en la encuesta arriba expuesta.

Cuadro CE 7. Religiones en las comunidades del área de embalse.

COMUNIDAD	50. ¿Qué religión				
	Católic	Creyent catolic	Otra ¿Cuál	No ningun religió	No contest
	% fila	% fila	% fila	% fila	% fila
Chamiz	78.9%	21.1%			
El	25.0%	75.0%			
La Venta	45.5%	48.5%	3.0%	3.0%	
Omitlá	31.7%	42.9%	19.0%	4.8%	1.6%
Papagay	70.0%	30.0%			
Plan	55.0%	40.0%		5.0%	
Pochotlaxc	85.7%	14.3%			
Tlalchocohuit	38.5%	53.8%	7.7%		
% EN LA	49.0%	40.6%	7.4%	2.5%	.5%

### Localización y caracterización de recursos y actividades culturales y religiosas

#### *Inventario de templos*

Asentamientos localizados al interior del área de afectación directa e indirecta visitados durante la práctica de campo de marzo de 2003:

#### A. Margen izquierda de norte a sur del cauce Papagayo-Omitlán

Con templos católicos: San Isidro Gallinero, San José Cacahuatpec, Xolapa, Tierra Colorada

Sin ningún templo católico: Las Ollitas, Arroyo Verde, Pochotlaxco, Plan de Lima, Río Papagayo

#### B. Margen derecha de norte a sur del cauce Papagayo-Omitlán

Con templos católicos: Agua Zarca de la Peña, Huajintepec, San Juan del Reparo, La Palma

Sin ningún templo católico: Amatepec, La Ceiba, El Chamizal, Las Piñas.

- No se encontró ningún templo protestante

- Cabe señalar que la aproximación de la población de la Costa Chica (área cultural a la que se propone pertenece la mayor parte del área de afectación) hacia la Iglesia Católica como institución ha sido y es bastante laxa. El catolicismo del costeño, permeado por elementos indígenas y africanos, guarda respeto por las advocaciones locales – la más

importante el señor de Igualapa- y nacionales, pero no es asiduo asistente a las ceremonias religiosas.

**Localidades ubicadas en el área de afectación indirecta (adyacente).**

El conjunto de localidades que conforman esta área son aquellas que no sufrirán afectación en sus viviendas pero si la tierra perteneciente a algunos productores, situación que ante la casi total dependencia de las actividades agrícolas, implicará que para estos productores la afectación sea prácticamente total. Es decir al perder sus condiciones objetivas de producción, al no poder generar los productos que les garantizan por lo menos la alimentación, no tendría caso la permanencia de los pobladores en la localidad. Ello lo afirmamos toda vez que el grueso de la producción de la zona es destinada al autoconsumo, al igual que en las otras áreas de afectación.

Son 22 las localidades que pertenecen a esta zona de las cuales 9 corresponden a Acapulco: Amatepec, Los Mayos, Garrapatas, Altos del Camarón, Agua de Perro, Sabanillas, El Reparito, Agua Zarca de la Peña y El Chorro (La Cascada). Cabe señalar que tanto El Reparito como El Chorro son de reciente creación, la primera aparece en el censo de 1990 y la segunda en el d2000. Con respecto al municipio de San Marcos es sólo una localidad: y Chacalapa de Bravos; al municipio de Juan R. Escudero, pertenecen 12 comunidades: Palo Gordo, Plan de Lima, Barranca Apanlazaró, La Caseta (Estación Hidrométrica El Puente), El Tepehuaje, El Tepehuaje Dos, Villa Guerrero (Jovero o Tajarito), El Puente, Michapa, Las Piñas, San Juan del Reparó Norte y San Juan del Reparó Sur.

**Población**

Para el periodo comprendido entre 1970 y 2000 la población creció a una tasa de 1.76%, al pasar de 6 446 habitantes en 1970 y llegar a 10 908 en 2000, tasa que es baja con respecto tanto a la estatal como a la nacional. Sin embargo, también podemos observar que el crecimiento es diferenciado, entre 1970 y 1990 la población crece en 1.58%, para que en la década posterior, entre 1990 y 2000 alcance 2.13%, situación que es diferente con respecto al área de afectación directa, la cual baja en esta década.

Al igual que en las localidades factibles de inundación, la emigración es una de sus características, lo que podemos observar en los cambios en cuanto a la composición por sexos. El creciente deterioro en sus actividades productivas, la falta de expectativas así como lo precario de los servicios con que cuentan determinan la necesidad de buscar alternativas en otras regiones del país o fuera de este.

Mientras en 1990 los hombres representaban 50.85% y las mujeres 49.15%, para 2000 la situación se había invertido al pasar los primeros a representar 49.34% mientras que las mujeres habían avanzado hasta el 50.51%. Es decir, en un periodo de 10 años el sexo masculino perdió 1.51 puntos, mismos que avanzó el sexo femenino. Si bien el cambio es menos pronunciado que en las localidades ubicadas en el área de afectación directa, también es cierto que algunas de estas localidades se encuentran bien comunicadas y cercanas a los más grandes centros poblacionales de los tres municipios, lo que posibilita que un sector de su población trabaje en ellos y regrese a dormir en sus localidades. También al contar con mayores servicios, más apoyos gubernamentales y sobre todo

mejores condiciones para la comercialización, determina que la emigración se detenga un poco más, aunque de todas formas existe.

Analizada la información por municipio tenemos:

**Acapulco**

Representa 44.76% del total de la población parcialmente afectada, ello en 1970 para reducirse a 43.88% en 2000 siendo uno de los municipios que tiene las localidades más grandes y también las mejor comunicadas. En 1970 habitaban estas localidades 2 885 personas y para 2000 ya eran 4 799, lo que implica que durante los 30 años la población creció a una tasa de 1.7%, porcentaje ligeramente menor al promedio de la región considerada. Con respecto a su comportamiento en la estructura por sexos, también el sexo femenino desplaza al masculino al pasar este último de representar 50.09% en 1990 a 49.7% en 2000 es decir un decremento de 0.39 puntos porcentuales en 10 años. Resulta importante destacar que de las nueve localidades en sólo tres predomina el sexo masculino Garrapatas, Agua de Perro y Sabanillas.

**San Marcos**

Es el que en términos proporcionales tiene un menor peso, ya que solo representa 10.16% en 1970 y 9.56% en 2000. Su tasa de crecimiento entre 1970 y 2000 es de 1.56%. En términos de la representación por sexos, los hombres disminuyen en 2.45 puntos al pasar de 52.74% en 1990 a 50.29% en 2000, naturalmente, en esos mismos puntos avanzó el sexo femenino.

**Juan R Escudero**

Ha incrementado su participación relativa entre 1970 y 2000 ya que en el primer año implicaba 45.08% para aumentar a 46.55%. En lo que respecta a su estructura por sexos existió una pronunciada disminución toda vez que en 1990 los hombres representaban 51.40% y en 2000 bajaron a 48.81%, esto es 2.59 puntos.

Cuadro SD 8. Evolución de la población municipal según sexo. Municipios: Acapulco de Juárez, San Marcos y Juan R. Escudero, 1970-2000

Municipio	Población Total	Población masculina	%	Población femenina	%
<b>Acapulco</b>					
1970	2885	NC		NC	
1990	4302	2155	50.09	2147	49.91
1995	4575	2325	50.82	2250	49.18
2000	4799	2385	49.70	2414	50.30
<b>San Marcos</b>					
1970	655	NC		NC	
1990	565	298	52.74	267	47.26
1995	1034	527	50.97	507	49.03
2000	1046	526	50.29	520	49.71
<b>Juan R. Escudero</b>					
1970	2906	NC		NC	
1990	3967	2039	51.40	1928	48.60
1995	5183	2674	51.29	2509	48.41
2000	5091	2485	48.81	2590	50.87
<b>Total Regional</b>					
1970	6446	NC		NC	

## Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos

Cuadro SD 8. Evolución de la población municipal según sexo. Municipios: Acapulco de Juárez, San Marcos y Juan R. Escudero, 1970-2000

Municipio	Población Total	Población masculina	%	Población femenina	%
1990	8834	4492	50.85	4342	49.15
1995	10792	5526	51.20	5266	48.80
2000	10908	5396	49.34	5524	50.51

NC: Información que no se considera en el censo

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda IX, XI y XII, y conteo 1995, INEGI.

Considerando la evolución de la población por localidad y municipio observamos lo siguiente:

### **Acapulco**

Las tres localidades más grandes son: Sabanillas, Altos del Camarón y Amatepec. La primera es la que posee mayor población en toda la región, misma que ha crecido de manera constante a una tasa de 2.17% pasando de 1 008 habitantes en 1970 para llegar a 1 934 en 2000, es también de las localidades menos afectadas, esto es son pocas las tierras factibles de inundación. También es prácticamente estable en cuanto a su distribución de acuerdo al sexo toda vez tanto en 1990 como en 2000 las proporciones prácticamente se mantienen, 50.37% para los hombres para el primer año 50.47% para el segundo.

De 1970 al 2000 la comunidad Altos del Camarón registró una tasa de crecimiento de 0.41% al pasar de 871 a 987 habitantes; en la década 1990 al 2000 la población decreció en -1.59%, es decir, de 1003 habitantes que existían en el primer año se redujo a 987 para el último año. En la composición por sexos existe un predominio femenino. En 1990 el sexo masculino representaba 48.95% en 2000 equivalía a 47.62%, lo que va marcando un clara tenencia hacia la feminización de los hogares.

Amatepec en 1970 contaba con una población 457 habitantes incrementándose en 2000 a 789 habitantes con una tasa de crecimiento anual de 1.82% durante los 30 años considerados. Cabe destacar que el periodo de mayor crecimiento fue de 1970 al 1990 ya que en la década 1990 – 2000 su población se incrementó en sólo 31 habitantes al pasar de 758 a 789 para el último año. También existe predominancia femenina en la composición de la población por sexos ya que en 1990 representaba 50.79% y en 2000 se incrementó a 51.71%.

### **Juan R Escudero**

Existen dos localidades, Barranca de Apanlazaró y La Caseta (Estación Hidrométrica El Puente) que no registran datos históricos cuya población en 2000 fue de 5 y 11 habitantes, respectivamente.

San Juan del Reparó, en el censo de 1970 está registrada como una sola localidad (sus indicadores correspondientes a ese año están incluidos en San Juan del Reparó Norte, a efectos del análisis). Su núcleo de población está separado por un arroyo que divide al poblado en zona norte y sur, situación que debido al crecimiento de población fue conllevando a la independencia de ambas zonas como localidades separadas. Es hasta 1990 que el Censo de población registra esta circunstancia al presentar información específica de San Juan del Reparó Norte y San Juan del Reparó Sur, situación que se

manifiesta en una importante disminución de la población de 1970 a 1990 en San Juan del Reparó Norte.

Conforme al Censo 2000 San Juan del Reparó Sur es la localidad más grande del municipio perteneciente al área de afectación indirecta. De 1990 al 2000 su población creció en 230 habitantes al pasar de 823 para el primer año a 1053 en el segundo, es decir, su población se incrementó en 27.95% con una tasa de crecimiento de 2.46%. Con relación a la estructura por sexos, en esa década la proporción de hombres disminuyó sensiblemente en 5.63 puntos porcentuales al pasar de 52.73% a 47.10%, con el consiguiente aumento en la proporción de población femenina.

San Juan del Reparó Norte, presenta una importante reducción poblacional pasando de 1367 en 1970 a 941 habitantes en 2000, lo que hace que en promedio tenga una tasa de crecimiento negativa de -1.24% entre esos años. Con respecto a su estructura por sexos se comporta en términos parecidos al de las demás comunidades de la región, es decir, el sexo masculino pierde terreno al pasar de representar 49.40% en 1990 a 48.88% en 2000, esto es una disminución de 0.52 puntos en 10 años.

El Puente tiene un crecimiento constante con una tasa de 1.56% entre 1970 y 2000, pasando de 531 a 849 habitantes entre esos años. Con respecto a su distribución porcentual de acuerdo al sexo, la localidad es atípica toda vez que aquí los hombres avanzan 0.57 puntos entre 1990 y 2000 al pasar de representar 50.08% a 50.65%.

Palo Gordo posee una tasa de crecimiento elevada, 3.56% ya que de 1970 al 2000 creció de manera constante el número de habitantes al pasar de 274 a 797, respectivamente. El arreglo de la población conforme a sexos marca una tendencia a la feminización ya que la población masculina durante la década 1990-2000, disminuye 3.48 puntos porcentuales al pasar de 50.53% a 47.05%.

Michapa tiene también un crecimiento alto para la región, 2.02%, al pasar de 235 a 432 habitantes entre 1970 y 2000. Su distribución de acuerdo al sexo tiene un comportamiento moderado toda vez que entre 1990 y 2000 el sexo masculino disminuye en 0.52 puntos, al pasar de 49.13% a 48.61%, creciendo, en contrapartida la posición relativa del sexo femenino.

Villa Guerrero crece moderadamente a una tasa de 1.56% entre 1970 y 2000, pasando de 193 a 311 habitantes entre esos años. Su distribución poblacional de acuerdo al sexo si bien también desciende la participación de los hombres no deja de ser mayoritaria, al pasar de representar 59.34% a 56.59% entre 1990 y 2000, esto es un decrecimiento en 10 años de casi 3 puntos.

### **San Marcos**

Chacalapa de Bravos es la localidad más importante ya que concentra 97.32% de la población perteneciente al municipio que se ubica en esta área, durante las tres décadas de estudio su población se incrementó 55.42% al pasar de 655 habitantes en 1970 a 1018 en 2000, es decir, con una tasa de crecimiento anual de 1.47%. Si bien en 2000 existía un equilibrio en la composición de la población por sexo la proporción de hombres decreció en la década 1990-2000 en 3.11 puntos porcentuales al pasar de 53.11% a 50%.

### **Actividades económicas**

Entre 1990 y 2000 la población ocupada pasó de 1 811 a 2 185, es decir, se crearon 374 puestos de trabajo en el periodo. Con respecto a su distribución por sectores, el primario se incrementa en casi un punto porcentual, pasando de un 68.42% a un 69.38%, por su parte el sector secundario avanza 1.59 puntos pasando de representar 9.44% en 1990, para después alcanzar 11.03% en 2000. El sector terciario para el mismo periodo crece 4.81 puntos, pasando de representar 12.26% y llegar al 17.07% en 2000.

Analizado globalmente por municipio tenemos:

#### ***Acapulco***

En términos absolutos aumenta su población ocupada en 163 puestos, es decir 16.25% entre 1990 y 2000, para quedar en 1 166 personas ocupadas en el último año. El sector primario aumenta ligeramente en 13 puestos al pasar de representar 769 a 782 entre 1990 y 2000, proporcionalmente en el primer año significaba una participación de 76.67% y para 2000 había disminuido 9.6 puntos y colocarse con 67.07%. El sector secundario avanza 1.58 puntos en los 10 años considerados al pasar de 8.28% a 9.86%. El que tiene un crecimiento alto es el sector terciario toda vez que pasa de representar 12.06% en 1990 a 19.90% en 2000 lo que significa un incremento de más de 7.84 puntos. El sector terciario, que para la zona se compone básicamente de comercios y restaurantes, seguramente ocupa a más mujeres, toda vez que la emigración es realizada sobre todo por hombres en edad productiva.

#### ***San Marcos***

Incrementa su población ocupada en 15 personas en el periodo considerado quedando en 82 para 2000. Con respecto a su ubicación productiva el sector primario prácticamente se reduce a la mitad al pasar de representar 85.07% en 1990 a 47.56% en 2000, mientras que el sector secundario pasa de ocupar a 1 persona en 1990 a 24 en 2000. El sector terciario en términos absolutos crece en 6 personas, es decir en 1990 ocupaba a 7 para llegar a 13 en 2000.

#### ***Juan R Escudero***

En la década considerada la población ocupada incrementa en 198 personas lo que representa 26.45% pasando de 741 en 1990 a 937 en 2000. Atípicamente el sector primario crece en casi 18.43 puntos, al pasar 55.74 en 1990 a 74.17% en 2000. El sector secundario decrece en 0.85 puntos al pasar de 11.74% a 10.89% en los años considerados. El sector terciario también crece en 0.97 puntos su participación, toda vez que pasa de representar 12.69% en 1990 a 13.66% en 2000. La explicación de que todos los sectores crezcan se debe a que en 1990 la población ocupada que no tenía claramente especificada su actividad era muy alta.



**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos**

Cuadro SD 9. Evolución de la población ocupada en los principales sectores económicos Municipios: Acapulco de Juárez, San Marcos y Juan R. Escudero, 1990-2000

Municipio	Población ocupada						
	Total	Sector primario	%	Sector secundario	%	Sector terciario	%
<b>Acapulco</b>							
1990	1003	769	76.67	83	8.28	121	12.06
2000	1166	782	67.07	115	9.86	232	19.90
<b>San Marcos</b>							
1990	67	57	85.07	1	1.49	7	10.45
2000	82	39	47.56	24	29.27	13	15.85
<b>Juan R. Escudero</b>							
1990	741	413	55.74	87	11.74	94	12.69
2000	937	695	74.17	102	10.89	128	13.66
<b>Total</b>							
1990	1811	1239	68.42	171	9.44	222	12.26
2000	2185	1516	69.38	241	11.03	373	17.07

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda XI y XII, INEGI.

Considerando la información de acuerdo a las localidades por municipio tenemos:

**Acapulco**

Sabanillas aumentó su población ocupada en 22 personas entre 1990 y 2000, siendo relativamente lento su crecimiento, aunque crecimiento al final de cuentas, pasando de 435 a 457 personas ocupadas en el periodo considerado. La que sufre un cambio considerable es la distribución de acuerdo a las actividades económicas. El sector primario tiene una caída de 10 puntos al pasar de emplear 64.83% a 54.49% de la población ocupada, ello en los 10 años considerados. En cambio los otros dos sectores crecieron, 0.39 y 10.43 puntos el sector secundario y el terciario respectivamente.

Altos del Camarón también crece moderadamente, 64 personas en 10 años, pasando de 234 a 298 personas ocupadas entre 1990 y 2000. El sector primario pasa de emplear 83.33% al 63.76% de la población ocupada, esto es una reducción de casi 20 puntos mismos que se reparten en los otros sectores. El sector secundario aumenta su posición en 7 puntos, esto es de 7 a 27 personas ocupadas, estableciéndose en 9.06% en 2000 mientras que el terciario lo hace en 13 puntos quedando 26.51% para el mismo año.

Amatepec disminuye en 60 personas ocupadas para el periodo, pasando de 209 a 149. El sector primario decrece en 68 personas al pasar de 182 a 114 personas ocupadas en 2000. El sector secundario aumenta 5.85 puntos representando 8.72% de la población ocupada en 2000, por su parte el sector terciario disminuye en 7 personas ocupadas lo que se traduce en que pase de 9.56% en 1990 a 8.72% en 2000.

**Juan R Escudero**

En San Juan del Reparó Sur de 113 personas ocupadas en 1990 pasa a 178 en 2000, es decir que se crean en una década 65 nuevos puestos. El sector primario es el que absorbe más empleos aumentando de 93 a 155, lo cual se reflejó también en el incremento porcentual al aumentar 4.77 puntos y absorber 87.07% de la población ocupada. El sector secundario crece en 10 nuevos empleos al pasar de 3 a 13 personas

ocupadas. Por último el sector terciario disminuye en 7 empleos quedando en 2000 con 10 personas ocupadas.

San Juan del Reparo Norte tiene un incremento de 28.27% en su población ocupada al pasar de 148 a 190 entre 1990 y 2000, creciendo el sector primario 3.67 puntos en el periodo, pasando de 74.32% al 77.89%, el sector secundario también incrementa su personal ocupado, ello en 12 personas quedando en 2000 en 17. El sector terciario también incrementa su parte proporcional pasando de 4.73% a 12.11% en los años considerados.

El Puente reduce en 32 las personas ocupadas entre 1990 y 2000, pasando de 149 a 117 para los años anteriores. Con respecto a su distribución por actividades el sector primario avanza 51.6 puntos, aunque en términos absolutos apenas lo haga en 52 personas y si bien el sector secundario avanza en casi 14 puntos sólo son 16 los nuevos puestos de empleo en el sector. El sector terciario incrementa en 3 los puestos de trabajo quedando en 9 para 2000. Es la población que no tiene una actividad bien especificada en 1990 lo que determina que puedan crecer todas en la siguiente década.

Palo Gordo en la década 1990-2000 disminuye de 138 a 130 las personas ocupadas. El sector primario incrementa ligeramente su población ocupada a pasar de 45 a 49 personas ocupadas y es el predominante en la economía de la localidad ya que representa 87.07%. El sector secundario también se incrementa en 10 personas al pasar de 3 a 13 en la misma década, aumentando también su participación proporcional de 2.65% a 7.30%. El sector terciario disminuye en 9.43 puntos representando en 2000, 5.61% de la población ocupada con 10 personas empleadas en este sector.

Michapa crece en 75 las personas ocupadas durante los 10 años considerados, pasando de 24 a 99, aunque es el sector primario quien incrementa su posición relativa al pasar de ocupar a 13 personas y llegar a 83 entre 1990 y 2000 lo que se traduce en un incremento porcentual de más de 29 puntos. El sector secundario ocupa 7 personas en 1990 y para 2000 aumento sólo en una persona. El sector terciario incrementa en 4 personas las que allí se empleaban entre 1990 y 2000 quedando 8 en el último año.

Villa Guerrero en los 10 años considerados sólo incrementa su población ocupada en 15 personas. También aquí crece el sector primario ya que en 1990 ocupaba a 35 trabajadores y en 2000 ya eran 63, mientras que el sector secundario pasa de 12 a 3 personas ocupadas para los mismos años, el sector terciario reduce en 3 las personas ocupadas quedando en 8 en 2000.

### **San Marcos**

Del total de la población ocupada en este municipio 92.7% se concentra en Chacalapa de Bravos donde en la década 1990-2000 se incrementó el número de personas ocupadas al pasar de 49 a 76. Si bien el sector económico predominante es el primario, su importancia relativa disminuyó en la década considerada ya que de ocupar a 39 personas, representando 79.59% en 1990, en 2000 decreció a 34 personas ocupadas y 44.74% su participación proporcional en la economía local. El sector secundario tuvo un incremento considerable al pasar de 1 a 24 el número de personas empleadas en el mismo. Como consecuencia de ello también se incrementó su participación dentro de la economía local al pasar de 2.04% a 31.58%. El número de personas ocupadas en el sector terciario se

incrementó de 7 a 13 en la misma década y su influencia dentro de la economía local paso de 14.29% a 17.11%.

**Ingresos**

Este indicador, con todo y sus limitaciones, nos da una primera aproximación a la situación de pobreza extrema de la zona. Si bien otras actividades que no se contabilizan pueden hacer menos grave tal situación de pobreza, los magros ingresos que perciben seguramente tampoco se utilizan de la mejor manera. El alcoholismo, los malos hábitos alimenticios, los bajísimos niveles de educación terminan por recrear una desesperante situación que parece no tener solución.

Para la región la situación es por demás grave, 54.23% de su población ocupada no recibe ingresos y 14.05% menos de un salario mínimo, esto es casi 70% de su población empleada ni siquiera reciben el llamado mínimo salarial. Sólo 19.22% se encuentra en el rango de 1 y hasta 2 salarios mínimos y 154 personas, 7.05% del total, recibe entre 2 y menos de 5 salarios mínimos. Ante ingresos tan bajos y ante las reducidas expectativas de mejora no es difícil optar por otras alternativas, por ello la emigración parece ser la más accesible, aunque no se descarta el conjunto de actividades ilícitas, sobre todo el robo y el secuestro, que se han incrementado aceleradamente en la región.

Acapulco tiene 53.36% de la población ocupada, esto es 1 166, de las cuales 47.94% no recibe ingresos, 15.87% menos de un salario mínimo, 22% entre 1 y 2 salarios mínimos y solo 7.63%, es decir 89 trabajadores, entre 2 y hasta 5 salarios mínimos. Por el peso que tiene, su comportamiento es similar al regional.

Las dos localidades pertenecientes a San Marcos poseen una población ocupada que representa sólo 3.75% del total regional, esto es 82 trabajadores de los cuales 25 no reciben ningún ingreso, 17 menos de un salario mínimo, 21 entre 1 y 2 salarios mínimos y solo 8 entre 2 y 5 salarios mínimos.

Cuadro SD 10. Niveles de ingreso de la población ocupada. Municipios: Acapulco de Juárez, San Marcos y Juan R. Escudero, 2000

Municipio	Población ocupada	No Percibe ingreso	%	Menos de 1 SMM	%	1 y hasta 2 SMM	%	2 y hasta 5 SMM	%
Acapulco	1166	559	47.94	185	15.87	253	22	89	7.63
San Marcos	82	25	30.49	17	20.73	21	25.61	8	9.76
Juan R. Escudero	937	601	64	105	11.21	146	15.58	57	6.08
Total	2,185	1,185	54.23	307	14.05	420	19.22	154	7.05

Fuente: Elaboración propia con base en el censo general de población y vivienda XII, INEGI.

Juan R Escudero cuenta con 42.88% de la población ocupada respecto al ámbito regional, esto es 937 trabajadores, de los cuales 64% no recibe ingresos, 11.21% recibe menos de 1 salario mínimo, es decir 75.21% de sus trabajadores ocupados no reciben los ingresos suficientes para subsistir, y sólo 21.66% obtiene más de 1 y hasta 5 salarios mínimos.

### ***Acapulco***

Sabanillas cuenta con la mayor cantidad de población ocupada, 457, de las cuales 48.36% no recibe ingresos, 12.04% menos de un salario mínimo, 21.23%, 1 y hasta 2 y 12.25% de 2 y hasta 5 salarios mínimos, lo que la convierte en la localidad con más alto número de personas que reciben ese nivel salarial.

Altos del Camarón cuenta con 298 personas ocupadas de las cuales 60.4% no reciben percepción, 13.76% menos de un salario, sólo 15.77% recibe de 1 y hasta 2 salarios mínimos y 19 personas tienen salarios de 2 y hasta 5 salarios mínimos.

Amatepec cuenta con 149 personas ocupadas de las cuales 51.01% no perciben ingresos, 12.08% reciben menos de 1 salario mínimo, 17.45% entre 1 y hasta 2 salarios mínimos y sólo 8 personas reciben de 2 y hasta 5 salarios mínimos equivalente a 5.37%.

Garrapatas de las 74 personas ocupadas 39.19% no reciben ingresos, 22.97% menos de un salario mínimo, 22.97% reciben entre 1 y hasta 2 salarios mínimos y sólo 1 persona entre 2 y 5 salarios mínimos.

Resulta importante destacar que existen 4 localidades cuya población ocupada no posee ingresos de 2 y hasta 5 salarios mínimos.

### ***Juan R. Escudero***

San Juan del Reparó Sur cuenta con 178 personas ocupadas, de las cuales 79.21% no reciben ingresos, 8.99% percibe menos de 1 salario mínimo, 14 trabajadores reciben de 1 y hasta 2 salarios mínimos y sólo 5 personas perciben 2 y hasta 5 salarios mínimos.

San Juan del Reparó Norte, de los 190 trabajadores ocupados 73.68% no percibe ingresos, y otro 10% recibe menos de 1 salario mínimo, sólo 13 trabajadores reciben 1 y hasta 2 salarios mínimos y 11 perciben 2 y hasta 5 salarios mínimos.

En Palo Gordo de 130 pobladores ocupados, 25.38% no perciben ingresos, 12.31% reciben menos de 1 salario mínimo, 38.46% perciben de 1 hasta 2 salarios mínimos y 16.15 % recibe de 2 y hasta 5 salarios mínimos.

El Puente tiene una baja percepción de ingresos toda vez que de sus 117 personas ocupadas 67.52% no recibe ingreso alguno y otro 25.24% percibe menos de 1 salario mínimo, es decir entre estos 2 grupos se explican los ingresos de 92.76% de población ocupada de la localidad, de allí que solamente 6 personas reciban 1 y hasta 2 salarios mínimos.

Michapa también tiene escasos ingresos toda vez que de sus 99 personas ocupadas 82 no reciben ingresos, otras 6 menos de 1 salario mínimo, 7 perciben 1 y hasta 2 salarios mínimos, y sólo 3 obtienen 2 y hasta 5 salarios mínimos.

Villa Guerrero tiene una muy baja percepción de ingresos. De sus 75 personas ocupadas 60 no reciben ingresos, 5 reciben menos de 1 salario mínimo, sólo 9 trabajadores obtienen 1 y hasta 5 salarios mínimos.

### ***San Marcos***

En Chacalapa de Bravos se concentra el 92.68% de la población ocupada, esto es 76 trabajadores de los cuales 21 no reciben ningún ingreso, 16 menos de un salario mínimo, 21 entre 1 y 2 salarios mínimos y solo 8 entre 2 y 5 salarios mínimos.

**Educación**

A pesar de que el analfabetismo se ha reducido y que en el área aquí considerada sea más baja que en el área de afectación directa, no deja de ser alta. En 1990 la zona tenía 30.07% de analfabetismo, disminuyendo sólo 2.38 puntos en los 10 años siguientes y quedar en 27.69% para el año 2000, índice que es superior al estatal. La población que no tiene algún tipo de instrucción representa 25.92% y 31.92% no tiene la primaria completa, ello en 1990. Es decir, por lo menos 60% de la población mayor de 15 años no tiene preparación alguna y muy probablemente son analfabetas funcionales. Esta situación prácticamente se mantiene en la década siguiente aunque por un lado disminuye la población que no tiene algún tipo de instrucción, ello en 1.24 puntos al igual que la que tiene la primaria incompleta en 6.74, por lo que en general hablamos de una zona de muy bajo nivel educativo, comparable a la de los municipios más pobres del país, lo que en general hace por demás difícil el cambio en las actividades a las que tradicionalmente se dedican los habitantes de la zona.

En 1990 Acapulco tiene 29.04% de analfabetismo, para disminuirlo hasta 25.97% en 2000, esto es 3.07 puntos en 10 años. El índice relativo a la población en este rango de edad sin instrucción es de 20.94% para incrementarse en 3.52 puntos entre los años antes señalados. El índice de la población con primaria incompleta es también alto, 33.60% en 1990, para reducirse a 28.75% en 2000. En general el nivel de preparación de su fuerza de trabajo es por demás reducido.

San Marcos tiene en 1990 una tasa de analfabetismo de 35.14% la cual se reduce en 4.6 puntos para quedar en 30.45% en 2000. En 1990 la población sin instrucción es de 34.42% y sufre una disminución considerable de 8 puntos y queda en 26.31% en 2000.

La que se reduce muy poco es la población que no tiene la primaria completa ya que en 1990 representaba 33.70% y para 2000 se situaba en 29.73%, es decir, sólo disminuyó cerca de cuatro puntos. En general, una cantidad importante de la población en este rango de edad tiene también un muy bajo nivel de instrucción.

Cuadro SD 11. Analfabetismo en la población de 15 años y más. Municipios: Acapulco de Juárez, San Marcos y Juan R. Escudero, 1990-2000

Municipio	Población de 15 años y más						
	Total	Analfabeta	%	Sin instrucción	%	Con primaria incompleta	%
<b>Acapulco</b>							
1990	2235	649	29.04	468	20.94	751	33.60
2000	2657	690	25.97	650	24.46	764	28.75
<b>San Marcos</b>							
1990	276	97	35.14	95	34.42	93	33.70
2000	555	169	30.45	146	26.31	165	29.73

Juan R. Escudero							
1990	2118	646	30.50	637	30.08	706	33.33
2000	2809	808	28.76	690	24.56	681	24.24
Total							
1990	4629	1392	30.07	1200	25.92	1550	33.48
2000	6021	1667	27.69	1486	24.68	1610	26.74

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda XI y XII, INEGI.

Juan R. Escudero nos es la excepción en cuanto a los elevados índices de analfabetismo, ya que después de tener 30.50% en 1990 para 2000 desciende escasamente 1.74 puntos quedando en 28.76%, porcentaje aún elevado. En el índice relativo a la población sin instrucción logró una considerable reducción de 5.52 puntos entre 1990 y 2000. En cuanto a los que tienen la primaria incompleta es el de más bajo índice en 2000, esto es 24.24%. Como se puede observar, los indicadores que presenta este municipio en el año 2000 es el promedio de los que muestran Acapulco y San Marcos, a excepción del indicador referente a los que tienen primaria incompleta que es el más bajo en comparación con los otros dos municipios.

### **Acapulco**

De las nueve comunidades consideradas dentro del estudio y que pertenecen a este municipio, Agua Zarca de la Peña ocupa el cuarto lugar en cuanto al número de habitantes que posee y es la tercera localidad que cuenta con un elevado índice de su población analfabeta. En 1990, 33.81% de su población de 15 años y más era analfabeta y se incrementó en 2.46 puntos para llegar a 36.27% en 2000. Esta misma tendencia se

presenta en lo que respecta a los que no cuentan con instrucción al aumentar 3.52 puntos de 1990 al 2000. Tal situación se revierte en lo referente a los que tienen primaria incompleta que disminuye en 2.78 durante este mismo período.

Sabanillas reduce en 8 puntos su índice de analfabetismo entre 1990 y 2000, quedando en este último año en 23.41%. Sin embargo, crece la población que no tiene instrucción alguna, ello en 5 puntos, siendo este índice de 23.41% en 2000. Reduce en 4 puntos el índice de los que no tienen primaria completa para quedar en 28.6% para 2000.

Altos del Camarón tiene una de la tasas más bajas de analfabetismo de la zona bajo estudio situándose en 19.1% en 2000. También es baja la tasa de la población de este rango de edad que no tiene instrucción 21.7% en 1990 y 17.61% en 2000. Con respecto a los que no poseen la primaria completa tiene un índice de 27.57% en 2000, 5 puntos menor que el de la década anterior.

Amatepec en 10 años decreció su nivel de analfabetismo en menos de un punto pasando de 24.74 % a 23.82% entre 1990 y 2000. Crece la población sin instrucción en 2.73 puntos, ello, entre 1990 y 2000, aunque reduce en 3.49 puntos la población con primaria incompleta. En general la población en este rango poblacional es pobre, muy pobre.

### **Juan R. Escudero**

San Juan del Reparó Norte reduce su índice de analfabetismo, de 32.01% a 27.17% en 10 años. La población sin instrucción también se reduce entre 1990 y 2000, ello en 8 puntos quedando para el último año en 24.34%, de igual manera la población en este

rango de edad que no tiene la primaria completa disminuye en 8 puntos en la década del 90. A pesar de ello 75% de su población mayor de 15 años tiene un muy bajo nivel educativo lo que determina que no sea nada fácil que se dediquen a otras actividades productivas. San Juan del Reparó Sur cuenta con un Índice de analfabetismo mayor. De 32.69% de la población analfabeta en el rango de 15 años y más que había en 1990, pasa a 36.52% en 2000, mientras que los que tienen instrucción se reduce en 1.97 puntos entre este mismo período. No así en lo que respecta a los que tienen primaria incompleta que muestra un incremento de 2.44 puntos quedando para este último año en 30.32%.

El Puente disminuye en poco menos de 10 puntos su tasa de analfabetismo entre 1990 y 2000, a pesar de lo cual es muy alta, 29.87% para este último año. Y aunque también reduce los índices de la población sin instrucción y que no han terminado la primaria, 13 y 10 puntos respectivamente entre 1990 y 2000, quedan todavía muy elevados, 26.62% para los dos índices. Esto es, por lo menos 56% de su población mayor de 15 años cuenta con un muy bajo nivel de instrucción.

Michapa pasa de una tasa de analfabetismo de 32.16% a 25.97% en 10 años, también reduce considerablemente tanto el porcentaje de la población de más de 15 años que no tiene instrucción como de la que no termina la primaria, la primera disminuye prácticamente en 10 puntos, quedando en 12.55% en 2000, mientras que la segunda en 28 puntos al pasar de 40.94% en 1990 a 12.55% en 2000. Aunque con indicadores menos graves que los de las demás comunidades de la zona considerada, no dejan de manifestar la limitada educación de la población.

Villa Guerrero pasa de tener un índice de analfabetismo de 25.98% a 22.36% entre 1990 y 2000. El indicador de la población sin instrucción sólo se redujo en 2 puntos en la misma década, quedando en 22.36%, también se reduce de manera significativa el índice de los que no terminaron la primaria, 12 puntos quedando para 2000 el mismo porcentaje que el indicador anterior.

Una de las comunidades más grandes y la que presenta ligeras disminuciones en las variables referentes a la educación es Palo Gordo, sin embargo, todavía una considerable parte de su población de 15 años y más es analfabeta, lo que conlleva a que ésta no esté en posibilidades de acceder a empleos que le permitan mejorar su situación económica. En 1990, 27.17% de su población no sabía leer ni escribir, disminuyendo a 26.90% para 2000, así también, en la variable que nos muestra aquellos que no cuentan con instrucción, la cual decrece en 1.42 puntos para este mismo periodo. Los que no terminaron la primaria en 1990 era 31.16% de la población en este rango de edad, quedando para 2000 en 24.29%.

### **San Marcos**

Chacalapa de los Bravos tiene en 1990 una tasa de analfabetismo de 32.49% la cual se reduce en 3 puntos para quedar en 29.42% en 2000. En 1990 la población sin instrucción es de 32.07% para disminuir en 6 puntos y quedar en 26.07% en 2000. La que se reduce muy poco es la población que no tiene la primaria completa, ya que en 1990 representaba 33.73% y para 2000 se situaba en 29.24%.

## **Vivienda**

### **Número de viviendas particulares habitadas y ocupantes**

Durante el período considerado 1990-2000 el incremento en el número de viviendas fue de 35.93% al pasar de 1 645 viviendas particulares habitadas en 1990 a 2 236 en 2000. De 1990 a 1995 existe un incremento de 22.43% registrándose 2 014 viviendas en el censo de este último año, y hacia 2000 crece 11.02%.

Conforme al censo 2000, Juan R. Escudero ocupa el primer lugar de la región en cuanto a mayor número de viviendas situación que se produce a partir de 1995. En 1990 Acapulco tenía el predominio en este aspecto. De los tres municipios considerados Juan R. Escudero posee 1 034 viviendas equivalente a 46.24%, Acapulco de Juárez cuenta con 981, que representa 43.87% y por último el municipio de San Marcos con 221, es decir 9.88%.

De acuerdo con el último censo, el número total de ocupantes en las viviendas particulares era de 10 824 habitantes.

Al igual que con el número de viviendas, Juan R. Escudero concentra el mayor número de habitantes, registrando 5 063 ocupantes de viviendas, lo que equivale a 46.78% del total. Continúa Acapulco de Juárez con 4 715 con 43.56%, y por último San Marcos con 1 046 ocupantes de vivienda lo que equivale a 9.7% del total.

En 1990 se registraban en el área considerada 8 820 ocupantes en viviendas particulares, incrementándose en 1995 a 10 789 ocupantes, lo que equivale a 22.32%. En 2000, con 10 824 ocupantes, se incrementa sólo 3.21%, ello con respecto a 1995.

Las localidades pertenecientes a Juan R. Escudero, presentan mayor grado de hacinamiento con 4.90 ocupantes en viviendas particulares. Si lo identificamos como una característica de la pobreza observamos que toda la zona de referencia presenta altos grados de hacinamiento, lo cual es fiel reflejo de la pobreza imperante.

El promedio de ocupantes en viviendas particulares de acuerdo al censo 2000 es de 4.84 habitantes. Cabe señalar que en 1990 y 1995 existe el mismo promedio para la región es decir 5.36 habitantes, disminuyendo en 2000 lo que nos habla de un mayor crecimiento en la construcción de viviendas respecto al crecimiento poblacional. Ello puede ser por las remesas de los emigrantes.

Cabe destacar que Juan R. Escudero presenta una leve disminución en cuanto al número de ocupantes por vivienda durante el período 1995-2000 al pasar de 5 183 a 5 063, respectivamente, es decir, 120 ocupantes menos. Sin embargo, durante ese mismo período se incrementa el número de viviendas en 75, lo cual se refleja en la disminución del promedio de ocupantes por vivienda al pasar de 5.40 a 4.90.



Cuadro SD 12. Ocupantes en viviendas particulares y promedio de habitantes por vivienda. Municipios: Acapulco de Juárez, San Marcos y Juan R. Escudero, 1990-2000

Municipio	Viviendas Particulares habitadas	Ocupantes en Viviendas particulares	Promedio de ocupantes en viviendas particulares
<b>Acapulco</b>			
1990	801	4288	5.35
1995	880	4572	5.20
2000	981	4715	4.81
<b>San Marcos</b>			
1990	108	565	5.23
1995	175	1034	5.91
2000	221	1046	4.73
<b>Juan R. Escudero</b>			
1990	736	3967	5.39
1995	959	5183	5.40
2000	1034	5063	4.90
<b>Total regional</b>			
1990	1645	8820	5.36
1995	2014	10789	5.36
2000	2236	10824	4.84

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda XI y XII y conteo 1995, INEGI.

### **Acapulco**

#### **Número de viviendas**

Durante el período considerado 1990-2000 el incremento en el número de viviendas fue de 22.47% al pasar de 801 viviendas particulares habitadas en 1990 a 981 en 2000. De 1990 a 1995 existe un incremento de 9.86% registrándose 880 viviendas en el censo de este último año, y hacia 2000 crece 11.48%.

Si consideramos las 9 localidades afectadas parcialmente en el municipio, tomando en cuenta el Censo 2000, obtendremos los siguientes resultados:

Sabanillas y Altos del Camarón reúnen entre ambas 64.52% de las viviendas en el ámbito municipal. Si a estas localidades le agregamos Amatepec y Agua Zarca de la Peña entre las cuatro localidades concentran 90.41% de las viviendas.

Sabanillas registra los siguientes incrementos históricos: durante el período 1990-2000 crece 17.39% con 345 y 405 viviendas, respectivamente. De 1990 a 1995 aumenta a 379 viviendas, representando un incremento de 9.85%. En 2000 crece a 405 viviendas, existiendo un aumento relativo de 6.86%. Es la primera localidad en importancia en cuanto a mayor número de viviendas no sólo del municipio sino del total de localidades consideradas.

Durante el período 1990-2000, Altos del Camarón ostenta un crecimiento de 10.14% al pasar de 207 a 228 viviendas. En 1995 se reduce el número de viviendas particulares habitadas a 194, para nuevamente incrementarse en 2000 a 228 (17.53%).

En 1990, Amatepec presentaba 115 viviendas particulares habitadas; en 1995 crece a 125 viviendas, correspondiéndole 8.7% de incremento. En 2000 presenta el mayor

aumento con 16.8% llegando a 146 viviendas. Si consideramos el período 1990-2000, el incremento en el número de viviendas fue de 26.96%.

En Agua Zarca de la Peña se registra de 1990 al 2000 un incremento del 80% en el número de viviendas, al pasar de 60 a 108, respectivamente, en 1995 se incrementa a 95 viviendas (58.33%) y en 2000 la tasa es de 13.68%.

Garrapatas presenta un comportamiento histórico con una tendencia al crecimiento, pasando de 45 en 1990, a 48 viviendas en 1995 y en 2000 a 57 viviendas. De 1990 al 2000 existió un aumento de 12 viviendas, equivalente al 26.7%. Agua de Perro, presenta, aunque con escasas viviendas, una tendencia de crecimiento entre 1990 y 2000 del 75% al pasar de 12 viviendas a 21.

El Reparito, Los Mayos y El Chorro (La Cascada) son las localidades con menor cantidad de viviendas en el municipio presentando en 2000, 8, 5 y 3 viviendas, respectivamente. Cabe destacar que en El Reparito de 9 viviendas que existían en 1990 paso a 14 en 1995 disminuyendo a 8 viviendas para 2000, es decir, una vivienda menos que en 1990.

#### ***Ocupantes por vivienda y hacinamiento***

Considerando el período 1990-2000, existe en el municipio un incremento de 427 ocupantes en viviendas particulares en las nueve localidades analizadas al pasar de 4 288 en 1990 a 4 572 en 1995 y a 4 715 en 2000. El promedio de ocupantes en viviendas particulares disminuye en todo el período de 5.35 a 4.81 debido al crecimiento en 180 viviendas particulares habitadas durante la década considerada.

Garrapatas registra el mayor hacinamiento de las localidades consideradas en municipio. En 1990 con 304 habitantes su promedio de ocupantes por viviendas particulares fue de 6.75. En 1995, con 300 habitantes (cuatro habitantes menos) disminuyó a 6.3 el promedio de ocupantes por vivienda debido a que disminuyó levemente la población y se contabilizaron tres viviendas más. En 2000 con 309 habitantes, el promedio de ocupantes por vivienda disminuye a 5.42 ya que se registraron 9 viviendas más.

Agua Zarca de la Peña pasa de 293 ocupantes en viviendas particulares en 1990 a 579 en 2000. Su promedio de ocupantes en viviendas particulares fue de 4.88 en el primer año considerado, aumentando a 5.36 en 2000.

Por último, Agua de Perro y Amatepec también presentan indicadores de hacinamiento muy por encima del municipal ya que en ambas se registró el mismo indicador de 5.29 habitantes por vivienda. En Agua de Perro, en 1990 el promedio de ocupantes por vivienda fue de 7, disminuyendo en 1995 a 5.9 y a 5.29 en 2000. En Amatepec este promedio fue de 6.45 en 1990, disminuyendo a 6 en 1995 y a 5.29 en 2000.

#### ***Juan R. Escudero***

#### ***Número de viviendas***

Las doce localidades consideradas, durante la década, registraron un crecimiento en su conjunto de 298 viviendas. En 1990 fueron censadas 736 viviendas; en 2000, 1 034 viviendas, presentando un crecimiento de 40.49% para todo el período. En el quinquenio 1990-1995 aumenta 223 viviendas registrando 959 viviendas incrementándose de nueva cuenta en el siguiente quinquenio en 75 viviendas al alcanzar un total de 1 034.

Conforme al Censo 2000, la participación porcentual de cada localidad respecto al total municipal es la siguiente:

En cuatro localidades se concentra 71.09% de las viviendas lo cual nos indica una elevada concentración. Estas localidades son: San Juan del Reparó Sur con 222 viviendas lo que equivale a 21.47% del total municipal, San Juan del Reparó Norte con 213 viviendas y 20.60%, Palo Gordo con 153 viviendas y 14.8% y El Puente con 147 viviendas y 14.22%.

En San Juan del Reparó Sur durante la década 1990-2000 se dio un incremento de 74 viviendas al pasar de 148 a 222, pero fue en el primer quinquenio en el que se produjo el mayor crecimiento ya que aumentó en 67 viviendas alcanzando la cantidad de 215 en 1995. En el segundo quinquenio el incremento fue de sólo 7 viviendas, situación que puede ser explicada por la disminución de población en dicho periodo.

San Juan del Reparó Norte, es la segunda localidad en importancia, al considerar el comportamiento histórico de este indicador, observamos un crecimiento de 28.3% entre 1990 al 2000 al pasar de 166 a 213 viviendas. En 1995 aumenta a 198 viviendas y en 2000 a 213.

Palo Gordo presenta el siguiente comportamiento: durante el período 1990-2000 crece en 69 viviendas particulares habitadas al pasar de 84 viviendas a 153 para el último año considerado lo que representa el 82.14%, con los subperíodos 1990-1995 cuyo crecimiento fue de 48.81%, llegando a 125 y el período 1995-2000 con un crecimiento de 22.4%.

En 1990 en El Puente se registraron 123 viviendas y en 2000, 147 viviendas mostrando en ese lapso un incremento de 19.51%. En 1995 aumenta a 138 viviendas, aumentando también en 2000 a la cantidad señalada más arriba. La localidad Michapa durante el período 1990-2000 creció de 63 viviendas a 80, es decir, 17 viviendas, correspondiéndole un incremento de 26.98%. En 2000 contribuía con el

7.74% de las viviendas. Crece de manera constante durante el período considerado. En 1995 se eleva a 71 viviendas (12.7%) incrementándose también en 2000 en 12.7%, en todos los casos con respecto a las cifras del censo inmediato anterior.

Villa Guerrero (Jovero o Tajarito) presenta un crecimiento constante durante la década. En 2000 aportaba 6.19% de las viviendas pertenecientes al municipio. El crecimiento durante el período 1990-2000 fue de 39.13% al pasar de 46 a 64 viviendas. En 1995, ya había 56 viviendas para el siguiente quinquenio se sumaron otras 8.

Las Piñas contribuía en 2000 con 57 viviendas correspondiéndole 5.51% de las viviendas. Presenta un crecimiento de 42.5% si consideramos el período 1990-2000 al incrementarse de 40 a 57 viviendas.

#### ***Ocupantes por vivienda y hacinamiento***

De 1990 al 2000, existe un incremento de 1 096 ocupantes en viviendas particulares en las doce localidades analizadas al pasar de 3 967 en 1990 a 5 063 en 2000. Durante esta década existe también un incremento de 298 viviendas, razón por la cual el promedio de ocupantes en viviendas particulares disminuye de 5.39 a 4.9. En el período 1990-1995 existe un incremento en el número de ocupantes en viviendas particulares de 30.65%,

contabilizándose para este último año 5 183 ocupantes. Sin embargo, en 2000 disminuye a 5 063 ocupantes. Esta desaceleración tiene su impacto en el promedio de ocupantes por vivienda que tiende a reducirse ya que en el mismo período también existe un incremento en el número de viviendas. Este promedio baja de 5.40 en 1995 a 4.90 en 2000.

San Juan del Reparo Sur, Palo Gordo, El Puente y Michapa presentan un incremento sostenido en el número de ocupantes durante el período 1990-2000. Las demás localidades crecen en el primer quinquenio y disminuye el número de ocupantes durante el último quinquenio con excepción de El Tepehuaje que presenta una disminución en ambos periodos y El Tepehuaje Dos que no está registrada en el censo de 1990.

Pese a contar con 7 viviendas El Tepehuaje Dos presenta el mayor hacinamiento con un promedio de 7.57 habitantes por vivienda.

En El Puente, en 1990 se registran 645 ocupantes en viviendas particulares aumentando a 800 habitantes en 1995, siendo su promedio de ocupantes por viviendas particulares 5.24 y 5.80, respectivamente. En 2000, con 845 ocupantes, disminuyó levemente este promedio a 5.75.

Michapa también presenta cifras por encima del promedio municipal. En 1990 con 344 ocupantes en viviendas particulares, presentaba un promedio por vivienda de 5.50 ocupantes. En 2000 con 432 ocupantes en viviendas particulares, disminuyó a 5.40 el promedio por vivienda.

Palo Gordo también presenta este indicador por encima del promedio municipal con un promedio de 5.21 ocupantes por vivienda. En las demás localidades se presentan indicadores elevados en lo referente al promedio de ocupantes por vivienda pero por debajo del promedio municipal.

### **San Marcos**

#### **Vivienda**

La localidad considerada de Chacalapa de Bravos con 215 viviendas concentra el 97.29% del total de viviendas municipal.

En 1990 Chacalapa de Bravos contaba con 90 viviendas y en 2000 con 215, correspondiéndole un incremento de 139%. En el primer quinquenio de los 90 hubo un incremento considerable de 83.33% registrándose 165 viviendas, volviéndose a incrementar en 2000 en 30.30%.

#### **Ocupantes por vivienda y hacinamiento**

El número de ocupantes por vivienda presentó un crecimiento permanente durante la última década considerada al pasar de 565 ocupantes en 1990 a 1 034 en 1995 y a 1 046 en 2000 con los incrementos respectivos de 83.01% y 1.16%, por lo que el crecimiento porcentual entre 1990 y 2000 fue de 85.13%

El promedio de ocupantes por vivienda en 1990 era de 5.23, se incrementa a 5.91 en 1995, disminuyendo a 4.73 en 2000. Este último dato se encuentra por debajo del promedio de toda la región.

## Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos

En Chacalapa de Bravos hubo un crecimiento sostenido durante la década en el número de ocupantes en viviendas particulares al pasar de 482 ocupantes en 1990 a 976 en 1995 y 1 018 en 2000.

El promedio de ocupantes en viviendas particulares se manifestó un crecimiento en este indicador durante el primer quinquenio disminuyendo en el segundo quinquenio hasta quedarse ligeramente por debajo del promedio regional. En Chacalapa de Bravos este indicador pasó de 5.36 en 1990 a 5.70 en 1995 y 4.73 en 2000.

### Servicios

Conforme al Censo 2000, de las 2 236, viviendas pertenecientes a esta área 33.05% (739 viviendas) poseen agua entubada, 13.28% (297 viviendas) disponen de drenaje, 93.25% (2 085 viviendas) cuentan con energía eléctrica y 23.21% (519 viviendas) poseen sanitario exclusivo.

De 1990 al 2000, el servicio de drenaje es el que presenta un mayor crecimiento en la región, el cual aumenta de 120 a 297 viviendas con un crecimiento de 147.5%, seguido del servicio de energía eléctrica que se incrementa en 48.93% pasando de 1 400 a 2 085; mientras que el servicio de agua entubada se incrementó sólo en 174 viviendas representando 30.8% de crecimiento.

Es el municipio de San Marcos el que tiene mayor cobertura en los servicio de agua entubada con 53.85% seguido por el municipio Juan R. Escudero con 53%, en tanto que Acapulco sólo 7.34% de las viviendas cuentan con este servicio siendo el municipio más rezagado. En este último municipio existió una disminución significativa de 1990 al 2000 ya que en el primer año se registraron 233 viviendas que contaban con este servicio representando 29.09% de cobertura en tanto que en el último año disminuyó a 72 viviendas equivalente a 7.34% del total de viviendas municipal. Por otra parte, cabe señalar que Acapulco se nutre de agua de los pozos localizados en el Río Papagayo, sin embargo, las localidades cercanas al mismo, carecen de este vital líquido.

Cuadro SD 13. Servicios básicos en viviendas particulares habitadas. Municipios: Acapulco de Juárez, San Marcos y Juan R Escudero, 1990-2000

Municipio	Viviendas particulares habitadas con:								
	Total	Sanitario exclusivo	%	Agua entubada	%	Drenaje	%	Energía eléctrica	%
<b>Acapulco</b>									
1990	801	NC		233	29.09	61	7.62	648	80.90
2000	981	199	20.28	72	7.34	113	11.52	922	93.99
<b>San Marcos</b>									
1990	108	NC		39	36.11	11	10.19	83	76.85
2000	221	50	22.62	119	53.85	28	12.67	193	87.33
<b>Juan R Escudero</b>									
1990	736	NC		293	39.81	48	6.52	669	90.90
2000	1034	270	26.11	548	53.00	156	15.09	970	93.81
<b>Total</b>									
1990	1645	NC		565	34.35	120	7.29	1400	85.11
2000	2236	519	23.21	739	33.05	297	13.28	2085	3.25

NC: Información que no se considera en el censo

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda XI y XII, INEGI

Con relación al drenaje, el municipio Juan R. Escudero presenta mayor cobertura ya que 15.09% de las viviendas consideradas poseen este servicio, es decir, 156 viviendas. San Marcos se encuentra en segundo lugar con una cobertura de 12.67% de las viviendas (28 viviendas) y el más rezagado es Acapulco, donde 113 viviendas disponen de drenaje (11.52%). En los tres municipios se presentó un incremento en este servicio durante la década 1990-2000.

El servicio de energía eléctrica presenta incrementos en los tres municipios durante la década considera, siendo el que posee mayor cobertura. San Marcos en la localidad más rezagada con 87.33% de las viviendas que poseen este servicio.

En lo concerniente a sanitario exclusivo sólo se cuentan con datos correspondientes al censo 2000 cuyos registros son los siguientes: Juan R. Escudero con 26.11%, San Marcos con 22.62% y Acapulco de Juárez con 20.28% de sus viviendas que poseen el servicio.

### **Acapulco**

Conforme al Censo 2000, las localidades que presentan mayor rezago son: Los Mayos donde las viviendas no cuentan ningún tipo de servicio, prosiguiendo Garrapatas donde con excepción del servicio de energía eléctrica, las 57 viviendas establecidas, no poseen otro servicio de los considerados en este estudio; Agua Zarca de la Peña que cuenta con 108 viviendas y también, con excepción de la energía eléctrica cuya cobertura es de 100%, presenta una vivienda con agua entubada, dos viviendas con drenaje y dos viviendas con sanitario exclusivo; Agua de Perro que registra 21 viviendas pero ninguna posee agua entubada ni drenaje y sólo 2 sanitario exclusivo. Ninguna de las viviendas pertenecientes a Altos del Camarón y Amatepec (con 228 y 146 viviendas, respectivamente) cuentan con agua entubada, en la última sólo 2 viviendas cuentan con drenaje.

De las nueve localidades sólo 3 disponen agua entubada: Sabanillas con 70 viviendas, El Reparito con 1 y Agua Zarca de la Peña con 1 vivienda, resultando importante destacar la significativa disminución en este servicio en Altos del Camarón donde de 114 viviendas que contaban con el en 1990, en 2000 se redujo a cero, Sabanillas cuya disminución en ese lapso fue de 30 viviendas al pasar de 100 a 70 y Agua Zarca de la Peña que en 1990 contaba con 18 viviendas que poseían este servicio reduciéndose en 2000 a sólo 1 vivienda.

Las 113 viviendas con servicio de drenaje se distribuyen entre 5 localidades destacando Altos del Camarón, con 60 viviendas y Sabanillas con 43 viviendas, concentrándose en ambas 91.15% de las viviendas que cuentan con este servicio.

Como ya se señaló Los Mayos es la única localidad que no posee energía eléctrica. Entre las localidades que con una cobertura menor al promedio municipal destacan Amatepec con 91.78% y Sabanillas con 93.09%. Presentan cobertura total El Reparito, Agua Zarca de la Peña y Chorro.

En lo que respecta a sanitario exclusivo, el mayor número de viviendas con este servicio se concentran en Altos del Camarón y Sabanillas con 186 viviendas de un total municipal

de 199, representando esas dos localidades el 93.47% de cobertura, destaca también El Reparito donde de las 8 viviendas, 4 cuentan con este servicio.

#### **San Marcos**

En lo referente al agua entubada, Chacalapa de Bravos, en 1990 el número de viviendas con este servicio asciende a 43.33%, es decir, 39 viviendas contaban con agua entubada. En lo que respecta al año 2000, 55.35% de un total de 215 viviendas disponen del servicio en su domicilio. Con relación al servicio de drenaje, en 1990, escasamente 3 viviendas contaban con tal servicio, representando 3.33% y para el año 2000, se cuenta con una cobertura del 13.02%, lo que nos indica que solo 28 viviendas disponen del servicio del drenaje. El indicador referente a la energía eléctrica resulta menos castigado en comparación con los anteriores. En 1990 y 2000 el porcentaje es 92.22% y 89.30% respectivamente.

Para el año 2000, 50 viviendas cuentan con sanitario exclusivo que, en términos porcentuales representa 23.26%.

#### **Juan R. Escudero**

Las localidades que presentan mayor cobertura en el servicio de agua entubada son: Villa Guerrero con 58 viviendas representando 90.63%, Palo Gordo con 131 viviendas que equivale al 85.62% de cobertura, El Puente con 124 viviendas cubriendo 84.35% de las viviendas en la localidad y Michapa con 65 viviendas lo que significa el 81.25% de las viviendas; representando entre todas el 68.98% del total de viviendas municipal. Cabe destacar también la localidad San Juan del Reparito Norte que a pesar de tener una cobertura local de 49.77% es la segunda en orden de importancia en cuanto al número de viviendas con este servicio. Entre las localidades que cuentan con menor cobertura en este servicio destacan San Juan del Reparito Sur donde se benefician sólo 5 viviendas de 222, Plan de Lima con 5.56% de cobertura, es decir 3 viviendas de 54 existentes.

Son escasas las viviendas que cuentan con el servicio de drenaje, las comunidades que presentan una cobertura superior al promedio municipal son: Plan de Lima con 13 viviendas y una cobertura local de 24.07%, El Puente con 32 viviendas lo que equivale a 21.77%, Palo Gordo con 32 viviendas lo que representa el 20.92% y San Juan del Reparito Norte con una cobertura de 17.84% equivalente a 38 viviendas. En estas cuatro localidades se concentra el 73.72% de las viviendas que disponen de drenaje. Las demás localidades están por debajo de la promedio municipal, destacando por el rezago en este servicio El Tepehuaje y El Tepehuaje Dos con sólo 1 vivienda, Michapa con una cobertura de 8.75% equivalente a 7 viviendas de un total de 80 y Las Piñas donde se benefician 8.77% de las viviendas lo que significa 5 viviendas de un total de 57.

El servicio de energía eléctrica es el que presenta mayor cobertura, encontrándose por encima del promedio municipal Las Piñas con 98.25% de sus viviendas beneficiadas por este servicio; Plan de Lima con 96.30%, San Juan del Reparito Norte con 96.24%, San Juan del Reparito Sur con 95.50% y Villa Guerrero donde 93.75% de sus viviendas disponen de energía eléctrica. En las demás localidades esta cobertura se encuentra por debajo del promedio municipal, destacando por su rezago El Tepehuaje Dos donde de las 7 viviendas existentes, ninguna posee energía eléctrica y El Puente con una cobertura de 91.84%.

Si bien es escaso el número de viviendas con sanitario exclusivo, cabe destacar entre las localidades donde se extiende el mayor número de viviendas con este servicio, a Palo Gordo con 39.22% de cobertura equivalente a 60 viviendas, El Puente con 36.05% equivalente a 53 viviendas, Plan de Lima con 18 viviendas que cuentan con este beneficio lo que significa 33.33% de cobertura local y San Juan del reparo Norte donde se benefician 29.11% de sus viviendas, es decir 62. En estas cuatro localidades se concentra 71.48% de las viviendas municipales que gozan con el servicio de sanitario exclusivo lo que equivale a 193 viviendas. Entre las localidades más rezagadas en este aspecto en términos porcentuales figuran El Tepehuaje con 13.51% de sus viviendas con esta cobertura y San Juan del Reparo Sur con 13.96%.

**Materiales con que están construidas las viviendas**

De acuerdo con el Censo 2000, de las 2 236 viviendas particulares, sólo 12 (0.54%) poseen paredes de material de desecho y lámina de cartón; 356 (15.92%) ostentan techo de material de desecho y lámina de cartón, principalmente esta última y 57.65% (1 289 viviendas) poseen piso de material diferente de tierra.

Cuadro SD 14. Tipo de Construcción de las viviendas particulares habitadas. Municipios: Acapulco de Juárez, San Marcos y Juan R. Escudero, 1990-2000

Municipio	Viviendas particulares habitadas						
	Total	Con paredes de material de desecho y lámina de cartón	%	Con techo de material de desecho y lámina de cartón	%	Con piso de material diferente de tierra	%
<b>Acapulco de Juárez</b>							
1990	801	2	0.25	89	11.11	394	49.19
2000	981	1	0.10	161	16.41	626	63.81
<b>San Marcos</b>							
1990	108	0	0	5	4.63	48	44.44
2000	221	5	2.26	28	12.67	103	46.61
<b>Juan R. Escudero</b>							
1990	736	5	0.68	68	9.24	345	46.88
2000	1034	6	0.58	167	16.15	560	54.16
<b>Total regional</b>							
1990	1645	7	0.43	162	9.85	787	47.84
2000	2236	12	0.54	356	15.92	1289	57.65

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda XI y XII, INEGI.

En la década de 1990 al 2000 el número de viviendas con piso de material diferente de tierra se incrementó en 63.77%, las viviendas con techo de material de desecho y lámina de cartón aumentaron en 119.75%, mientras que las viviendas con las paredes de material de desecho y lámina de cartón subieron un 71.43%.

De las doce viviendas con paredes de material de desecho y lámina de cartón 6 se localizan en Juan R. escudero, 5 en San Marcos y solamente 1 en Acapulco.



Del total de viviendas con techo de material de desecho y lámina de cartón 46.91% pertenecen a Juan R. Escudero y 45.22% a Acapulco, San Marcos cuenta sólo con 28 viviendas que presentan esta característica.

Con relación a las viviendas con piso de material diferente de tierra en Acapulco se concentra 48.56% de las mismas, en tanto que Juan R. Escudero reúne el 43.44% y San Marcos sólo el 7.99%.

#### ***Acapulco***

De 981 viviendas ubicadas en las 9 localidades, 1 vivienda posee paredes de material de desecho y lámina de cartón, localizada en el poblado de Garrapatas; 161 viviendas (16.41%) cuentan con techo de material de desecho y lámina de cartón: 24 en Garrapatas equivalente al 42.11% de sus viviendas, 83 en Sabanillas (20.49%), y 34 viviendas en Altos del Camarón equivalente a 14.91%, concentrando estas tres localidades el 87.58% de las viviendas con esta característica, lo que equivale a 141 viviendas.

Por último, 626 viviendas (63.81%) tienen el piso de material diferente de tierra de las cuales las más rezagadas en términos de cobertura local son: Garrapatas con 7 viviendas de 57, equivalente a 12.28% del total de sus viviendas, Amatepec con 87 viviendas equivalente a 59.59%, Los Mayos con 3 viviendas que representan el 60%, Agua Zarca de la Peña con 66 viviendas equivalente a 61.11% de sus viviendas con esta característica. Cabe mencionar que El Reparito no posee viviendas con piso de tierra.

#### ***Juan R. Escudero***

De 1 034 viviendas sólo 6 cuentan con paredes de material de desecho y lámina de cartón de las cuales 5 se localizan en San Juan del Reparito Sur y 1 en Villa Guerrero; 167 viviendas (16.15%) poseen techo de material de desecho y lámina de cartón mismas que ubican de la siguiente manera: 50 en San Juan del Reparito Sur, 32 en Palo Gordo, 28 en San Juan del Reparito Norte, 15 en El Puente, 13 en Las Piñas, 11 en Plan de Lima, 9 viviendas Villa Guerrero, 6 en Michapa, 2 en El Tepehuaje y 1 en El Tepehuaje Dos.

Del total de viviendas, 560 poseen piso de material diferente de tierra siendo las localidades más representativas en términos porcentuales: Las Piñas con 78.95% de sus viviendas con esta característica, Plan de Lima con 68.52%, Villa Guerrero con 67.19%, Palo Gordo con 66.01% y San Juan del Reparito Norte con 62.91%. Entre las localidades más rezagadas se encuentran Michapa con 33.75% de las viviendas con piso de material diferente de tierra y San del Reparito Sur con 37.84%.

#### ***San Marcos***

En Chacalapa de Bravos de 215 viviendas, 5 poseen paredes con material de desecho y lámina de cartón, lo que equivale a 2.33% de sus viviendas, 27 (12.56%) cuentan con techo de material de desecho y lámina de cartón y 103 viviendas (47.91%) tienen piso de material diferente de tierra.

#### ***Combustible para cocinar***

Conforme al Censo 2000, de las 2,236 viviendas, 172 utilizan gas para cocinar (7.69%), distribuidas de la siguiente manera: 90 viviendas (52.33%) pertenecen a Juan R.

## Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos

Escudero, 70 viviendas (40.7%) a Acapulco de Juárez y sólo 12 viviendas corresponden a San Marcos.

El combustible preponderante es la leña, ya que 90.79% de las viviendas la utilizan para cocinar, lo que representa un total de 2,030 viviendas, distribuidas por municipio de la siguiente manera: 928 pertenecen a Juan R. escudero equivalente al 45.71%, 894 corresponden a Acapulco de Juárez lo que significa el 44.04% y 208 a San Marcos (10.25%). Resulta obvio destacar las graves consecuencias que acarrea a los ecosistemas, la utilización de leña como principal combustible para cocinar.

El consumo de carbón para cocinar no es significativo ya que sólo 2 viviendas lo utilizan, 1 en Acapulco y 1 en Juan R. Escudero.

Cuadro SD 15. Tipo de combustible que utilizan para cocinar.  
Municipios Acapulco de Juárez, San Marcos y Juan R. Escudero. 2000

Municipio	Viviendas particulares habitadas	Tipo de combustible					
		Gas	%	Leña	%	Carbón	%
Acapulco de Juárez	981	70	7.14	894	91.13	1	0.10
San Marcos	221	12	5.43	208	94.12	0	0.00
Juan R. Escudero	1,034	90	8.70	928	89.75	1	0.10
Total Regional	2,236	172	7.69	2,030	90.79	2	0.09

Fuente: Elaboración propia con base al censo general de población y vivienda XII, INEGI.

### **Acapulco**

Las localidades que no utilizan el gas para cocinar son: Garrapatas , Los Mayos y Agua Zarca de la Peña donde ninguna vivienda lo emplea, en Agua de Perro, Amatepec y El Chorro (La Cascada) sólo una vivienda en cada localidad utiliza gas para cocinar y El Reparito en la que 2 viviendas usan este combustible. Las localidades que presentan mayor número de viviendas que utilizan este combustible aunque sin ser predominante, se localizan en áreas mejor comunicadas como es el caso de Sabanillas con 36 viviendas y Altos del Camarón con 29.

La leña, por mucho, es el combustible más generalizado oscilando su cobertura entre 66.67% correspondiente a El Chorro donde dos de tres viviendas la utilizan y Los Mayos donde sus cinco viviendas sólo utilizan la leña.

En Sabanillas se encuentra la única vivienda que utiliza el carbón como combustible para cocinar.

### **Juan R. Escudero**

Las localidades que poseen mayor número de viviendas que utilizan el gas como combustible de cocina son: Palo Gordo con 32 viviendas, San Juan del Reparito Norte con 24 y Las Piñas con 10. Entre las comunidades cuyas viviendas utilizan en menor medida este combustible es factible mencionar a Villa Guerrero y El Tepehuaje Dos donde ninguna vivienda recurre al gas para cocinar, Michapa con sólo una vivienda y El Tepehuaje con 2 viviendas.

Los porcentajes en consumo de leña para cocinar son elevados. En Villa Guerrero y El Tepehuaje la totalidad de las viviendas utilizan este combustible para cocinar, en Michapa

el 98.75%, en El Puente 96.6%, en San Juan del Reparó Sur 94.14% y en San Juan del Reparó Norte el 86.38%; existiendo el consumo más bajo en Palo Gordo con 76.47% y Las Piñas con 78.95%, localidades cuyo consumo de gas resulta significativo.

En San Juan del Reparó Norte se localiza la única vivienda que utiliza el carbón como combustible para cocinar.

### **San Marcos**

En Chacalapa de Bravos el consumo de leña para cocinar es muy elevado abarcando 202 viviendas de las 215 establecidas, equivalente al 93.95%. Sólo 12 viviendas utilizan el gas como combustible para cocinar.

### **Lugar de nacimiento**

Del total de la población ubicada en el área de afectación indirecta 97.09%, esto es 10 608 personas, nacieron en la entidad y únicamente 1.50% es decir 164 habitantes, nacieron fuera de la entidad. Acapulco tiene un porcentaje más bajo de los nacidos en la entidad, 96.98% lo que significan 4 654 personas y sólo 39 nacieron fuera del estado, esto es 0.81%. De Juan R Escudero 97.15% nacieron en la entidad y 2.02% fuera de ella, lo que en términos absolutos se expresa en 4 946 y 103 personas respectivamente, San Marcos tiene el mayor porcentaje de los nacidos en el estado, 97.32% que implican 1 018 habitantes mientras que los nacido fuera de la entidad son 22 que en términos proporcionales representan 2.10%.

Cuadro SD 16. Porcentaje de la población a nivel municipal nacida dentro y fuera de la entidad con respecto a la población total, 2000

Municipio	Población total	Población nacida en la entidad	%	Población nacida fuera de la entidad o país	%
Acapulco	4799	4654	96.98	39	0.81
Juan R. Escudero	5091	4946	97.15	103	2.02
San Marcos	1046	1018	97.32	22	2.10
Total	10936	10618	97.09	164	1.50

Fuente: Elaboración propia con base al censo general de población y vivienda XII, INEGI.

Al igual que en el área de afectación directa es abrumador el porcentaje de los nacidos en el estado de Guerrero, pudiendo afirmar que además han nacido en las propias localidades, siendo relativamente insignificante el asentamiento de personas de fuera de la región.

### **Acapulco**

Tanto Los Mayos, Garrapatas, Agua de Perro, El Reparito y El Chorro manifiestan que no tiene habitantes que hayan nacido fuera del estado, Amatepec sólo 1 e igualmente Agua zarca de la Peña, siendo las más cercanas al puerto Sabanillas y Altos del Camarón las

que tienen el mayor número de habitantes que nacieron fuera de la entidad, 13 y 24 respectivamente.

**Juan R Escudero**

Plan de Lima y El Tepehuaje Dos no reportan habitantes nacidos fuera de la entidad, Palo Gordo del total de sus habitantes 97.37% nació en la entidad y 17 personas, 2.13% nacieron fuera de ella, en El Tepehuaje 2 personas nacieron fuera de la entidad mientras que 148 dentro de ella, Villa Guerrero tiene 2 habitantes que nacieron fuera del estado mientras el 97.75% nació en la entidad, El Puente tiene 9 personas nacidas fuera de la entidad, 836 que nacieron dentro lo que representa 98.47%, Michapa cuenta con 99.07 de personas que nacieron en el estado y sólo 4 que nacieron fuera, Las Piñas tiene 6 habitantes que nacieron fuera del estado y 225 que nacieron en ella, San Juan del Reparo Sur tiene un 97.72% de personas nacidas en la entidad y 2.09% que nacieron fuera de ella, San Juan del Reparo Norte cuenta con un porcentaje mayor con respecto a las personas que nacieron fuera, 4.36% mientras que el porcentaje de los nacidos en la entidad es de 95.64%

**San Marcos**

En Chacalapa de los Bravos 97.25% nacieron en la entidad y 2.16% nació fuera.

**Salud: derechohabiencia y discapacidad**

De una población total de 10,908, el 92.76% no es derechohabiente. Resulta obvio señalar que ante la presencia de enfermedades, las familias les hacen frente como pueden, siendo muy limitada su capacidad económica para ello, razón por la cual, es posible observar la muerte por enfermedades curables y el agravamiento de enfermedades por escasa o nula atención médica. Demás está decir que las condiciones de vida y hábitat en un contexto de pobreza constituyen una permanente amenaza para la salud de la población.

De los tres municipios en análisis, Juan R. Escudero es el que cuenta con mayor población y el que ocupa el segundo lugar en cuanto al porcentaje de población sin derechohabiencia con 94.13%, prosiguiendo Acapulco donde el 90.54% de su población se encuentra en la misma situación. El municipio de San Marcos, con una población mucho menor a las dos anteriores, es la que posee el indicador más alto (96.27%)

Cuadro SD 17. Población sin derechohabiencia a servicios de salud. Municipios Acapulco de Juárez, San Marcos y Juan R. Escudero. 2000

Municipio	Población total	Población sin derechohabiencia a servicio de salud	%	Población con discapacidad	%
Acapulco de Juárez	4799	4345	90.54	70	1.46
San Marcos	1046	1007	96.27	21	2.01
Juan R. Escudero	5091	4792	94.13	92	1.81
Total Regional	10908	10144	92.76	183	1.67

Fuente: Elaboración propia con base al censo general de población y vivienda XII, INEGI.

**Acapulco**

Las nueve localidades que se analizan de este municipio ostentan un elevado porcentaje de su población sin cobertura de salud, lo que se expresa en que el porcentaje sea de 90.54%. Por analizar unas cuantas localidades que resultan representativas dentro de nuestro universo de estudio, podemos observar que localidades con un considerable número de pobladores no cuentan con este servicio como Sabanillas, Altos del Camarón, Amatepec y Agua Zarca de la Peña, que alcanzan porcentajes de 88.93, 83.28, 95.44 y 97.12, respectivamente. Resulta alarmante observar que en comunidades no muy grandes en cuanto a población, ninguno de sus habitantes cuenta con este indispensable servicio, como es el caso de Los Mayos y Agua de Perro, donde solamente una persona tiene derechohabencia a servicios de salud. Esta situación se torna más difícil al localizarse éstas en lugares apartados y con caminos deteriorados. La excepción es El Chorro (La Cascada) que posee 14 habitantes y 7 son derechohabientes a servicios de salud.

### ***San Marcos***

Chacalapa de Bravos presenta un elevado indicador de población sin derechohabencia ya que 96.46% (982 habitantes de un total de 1 018) no dispone de este servicio.

### ***Juan R. Escudero***

Las localidades correspondientes a este municipio presentan un indicador también elevado de población que no tiene acceso al servicio de salud alcanzando el 94.13% de sus habitantes en esas condiciones. Sin embargo, existen comunidades de este municipio en las que el porcentaje es más elevado. Por mencionar aquellas que rebasan la media municipal están: El Puente con 97.64% de la población sin este servicio, Michapa con 97.45%, San Juan del Reparó Sur con 98.01% y Villa Guerrero (Jovero o Tajarito) con 96.78%. Lo anterior, no quiere decir que las otras comunidades se encuentren en mejores condiciones respecto a este rubro, ya que superan el 84% de la población a la que no se le brinda atención médica, cifra aún elevada. Lo antes descrito nos muestran un panorama preocupante de las condiciones en que viven estas personas, situación que se ve agravada por el hecho de que no existan brigadas preventivas de salud por parte de los gobiernos municipales.

### ***Discapacidad***

En lo concerniente a la población con discapacidad, 1.67% de la población que habita en las localidades afectadas parcialmente presentan esta situación (183 habitantes). De los tres municipios considerados, Juan R Escudero reúne la mayor cantidad de población con estas características representando el 50.27% del total (92 casos) seguido por Acapulco con 38.25% (70 casos). A San Marcos le corresponde 11.47%, con 21 habitantes que padecen alguna discapacidad. El tipo de discapacidad que más se padece a nivel regional es la motriz, la que alcanza 36.61%, siendo el municipio de Juan R. Escudero quien concentra la mayor cantidad de población, con 50.74% seguido de Acapulco con 32.83% y San Marcos con 16.41%.

La discapacidad mental es, después de la motriz, la más relevante. En el ámbito regional, alcanza un porcentaje de 24.04, lo que en términos absolutos representan 44 casos,

**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos**

concentrándose, 23 de ellos en el Municipio de Acapulco (52.27%); 18 en Juan R. Escudero (40.90%) y sólo 3 casos en San Marcos (6.81%).

A nivel regional, otra de las discapacidades que se presenta con frecuencia en la población es la visual, la cual ocupa el tercer lugar con 20.22% de habitantes que la padece, es decir 37 casos, de los cuales, 22 habitan en Juan R. Escudero, lo que equivale a 59.45%, 11 en Acapulco, con 29.72% y 4 en San Marcos, representando 10.81%

Cuadro SD 18. Tipo de discapacidad de la población. Municipios Acapulco de Juárez, San Marcos y Juan R. Escudero. 2000

Municipio	Tipo de discapacidad										
	Total	Motriz	%	Auditiva	%	Visual	%	Mental	%	Lenguaje	%
Acapulco de Juárez	70	22	31.43	6	8.57	11	15.71	23	32.86	11	15.71
San Marcos	21	11	52.38	5	23.81	4	19.05	3	14.29	1	4.76
Juan R. Escudero	92	34	36.96	22	23.91	22	23.91	18	19.57	9	9.78
Total regional	183	67	36.61	33	18.08	37	20.22	44	24.04	21	11.48

Fuente: Elaboración propia con base al censo general de población y vivienda XII, INEGI.

**Acapulco**

Sabanillas ocupa el primer lugar municipal con 20 habitantes discapacitados concentrando el 28.57% de la población con estas características (70 casos). En segundo lugar podemos ubicar a Altos del Camarón con 19 discapacitados (27.14%) y Agua Zarca de la Peña con 11 discapacitados alcanzando 15.71% por señalar las localidades con mayor incidencia. Amatepec y los Mayos poseen 7 y 5 discapacitados, respectivamente, mientras que El Chorro (La Cascada) no presenta habitantes con alguna discapacidad. El Reparito y Agua de Perro poseen 2 discapacitados cada una y Garrapatas 4, entre las localidades con menor incidencia.

La discapacidad predominante es la mental con 23 habitantes afectados (32.86% de incidencia entre el total de discapacitados en el municipio) quienes están distribuidos en 6 localidades: Agua Zarca de la Peña con 7 habitantes (30.43% de incidencia), Los Mayos con 5 habitantes (21.73%), y Sabanillas, Garrapatas y Amatepec con 3 habitantes cada una con esa discapacidad (13.04%). Altos del Camarón con sólo 2 habitantes con esta deficiencia física (8.69%). El resto de localidades (Agua de Perro, El Reparito y El Chorro) no presentan ningún caso con esta discapacidad.

La discapacidad motriz es la segunda en importancia por su elevada incidencia municipal presentándose 22 casos. Las localidades que ostentan mayor incidencia son Sabanillas con 9, Altos del Camarón con 5 y Amatepec con 3 personas que sufren este mal. Entre las localidades que presentan menor incidencia están Los Mayos, El Reparito y El Chorro (La Cascada) que no registran habitantes con esta discapacidad, Garrapatas con un sólo caso, Agua de Perro y Agua Zarca de la Peña con 2 casos cada una.

Respecto a la discapacidad en lenguaje y visual, cada una de estas cuanta con 11 personas que la padecen, lo que equivale a 15.71% del total municipal. Para la primera, el

45.45% se localiza en Altos del Camarón (5 casos), 18.18% en Agua Zarca de la Peña, e igual porcentaje para El Reparito, con 2 personas cada una y 1 caso en Garrapatas y Sabanillas, respectivamente, lo que, de manera individual, equivale a 9.09%.

En lo concerniente a la discapacidad visual, son sólo tres las localidades donde se concentran estas personas, siendo Altos del Camarón la que concentra 54.54% con 6 casos mientras que Sabanillas y Amatepec con 36.36% y 9.09%, respectivamente, con 4 y 1 caso en este mismo orden. El resto de las comunidades no registran casos con esta deficiencia.

Son 6 las personas con discapacidad auditiva, registrándose 50% de los casos en la localidad Sabanillas con 3 habitantes, siendo la localidad con mayor incidencia en este rubro. Los 3 casos restantes se distribuyen entre Garrapatas (1 caso), Altos del Camarón (1 caso) y El Reparito (1 caso), lo que en términos porcentuales equivale a 16.66% para cada una de ellas.

### **Juan R. Escudero**

De los 92 habitantes considerados con alguna disfunción, 41 se concentran en San Juan del Reparito Norte, lo que equivale al 44.56% de los casos registrados en las 12 localidades pertenecientes en este municipio. Prosiguen en orden decreciente, San Juan del Reparito Sur con 15.21%, El Puente con 11.91%, Palo Gordo 9.78%, Las Piñas con 7.60%, Michapa con 5.43%, Plan de Lima con 3.26% y El Tepehuaje con 2.17%. En Villa Guerrero (Jovero o Tajarito) y El Tepehuaje Dos no se presentan casos de discapacidad.

La discapacidad predominante es la motriz con 34 casos, equivalente al 36.96% del total, siendo la localidad San Juan del Reparito Norte la que presenta mayor cantidad de habitantes con esta disfunción, 18 personas, equivalente al 52.94 % de los casos. Palo Gordo con 5 casos, equivalente a 14.70%, El Puente y San Juan del Reparito Sur, con 4 casos cada una (11.76%) y por último Las Piñas con 3 casos (8.82%).

La siguiente discapacidad en importancia de acuerdo al número de afectados e la visual con 22 personas que la padecen (23.91% del total) siendo de nueva cuenta en San Juan del Reparito Norte donde se concentra el mayor número de habitantes en esta situación con 12 casos registrados, equivalente a 54.54%, Las Piñas presenta 3 casos, Palo Gordo y San Juan del Reparito Sur con 2 casos cada una, concluyendo con El Puente, Michapa y Plan de Lima con 1 persona cada comunidad que padece esta disfunción.

Al igual que la discapacidad visual, la auditiva cuenta con el mismo número de casos (23.91% del total de casos con discapacidad en el municipio). Nuevamente San Juan del Reparito Norte reúne la mayor cantidad de casos con 7 (31.81%). 5 casos en San Juan del Reparito Sur, 3 en Palo Gordo, así como también en Las Piñas, solo 2 casos en El Puente y uno tanto en Michapa como en El Tepehuaje.

Se presentan 18 casos con discapacidad mental concentrándose 7 en San Juan del Reparito Norte, lo que equivale al 38.88% y 9 casos de discapacidad de lenguaje cuya mayor incidencia es en Michapa con 4 casos.

### **San Marcos**

De los 1,046 habitantes pertenecientes a este municipio, sólo 2.01% son discapacitadas, siendo la discapacidad motriz la de mayor impacto (52.38%). En segundo lugar, está la

discapacidad auditiva (23.81%) y la visual con 19.05%, la Mental con 14.29% y por último la discapacidad del Lenguaje con 4.76%.

Es Chacalapa de Bravos la que resulta con más casos en cuanto al número de discapacitados (20 personas), siendo la motriz la que más padece la población (55%) seguida de la auditiva y la visual con 20% cada una y la mental con 15%. Solamente 1 persona cuenta con discapacidad de lenguaje (5%).

### **Localidades ubicadas en el área de afectación indirecta (cortina abajo).**

#### **Población<sup>2</sup>**

El área de afectación indirecta (cortina abajo) incluye 24 localidades, de las cuales 21 pertenecen al municipio de Acapulco –Las Parotas, Rancho las Marías, Los Hilamos, El Cantón, Cacahuatpec, El Espinalillo, Parotillas, La Concepción, El Rincón, El Embarcadero, Aguas Calientes, Salsipuedes, Tasajeras, Bella Vista Papagayo, Teniente José Azueta, Lomas de Chapultepec, Oaxaquillas, Amatillo, El Soyamiche, El Carrizo y Cerro de Piedra; y 3 al municipio de San Marcos –El Chapopote, Las Lomitas y Las Palmitas–.

El factor determinante de su inclusión es la importancia que para el desarrollo de sus actividades económicas tiene el río Papagayo.

Conforme a los datos censales, la población del área de estudio ha tenido un crecimiento mayor al 130%, al pasar de 6 401 habitantes en 1970 a 14 746 en 2000, esto es, tiene una tasa de crecimiento de 4.17%, tasa superior al de las otras 2 zonas consideradas, aunque es diferenciado de tal manera que es menor en los 90, teniendo una tasa de crecimiento de sólo 2.32%, tasa que sigue siendo superior al resto de la zona de influencia de la hidroeléctrica. En el periodo de 1970 a 1990 la población se incrementó en 82.58%, de 1990 a 1995 en 27.60% y de 1995 al 2000 la población decrece en -1.11%. Analizando la información de acuerdo a la composición por sexo, se observa un ligero predominio de los hombres aunque tal situación ha disminuido de tal manera que en 1970 estos representaban 50.65% para contraerse en 0.43 puntos en 2000.

Cuadro SD 19. Evolución de la población total según sexo. Localidades ubicadas en el área de afectación indirecta (cortina abajo). 1970-2000

Periodo	Población total	Población masculina	%	Población femenina	%
1970	6,401	NC		NC	
1990	11,687	5,920	50.65	5,767	49.35
1995	14,913	7,568	50.75	7,345	49.25
2000	14,746	7,405	50.22	7,341	49.78

NC: No considerada

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda IX, XI y XII, y conteo 1995, INEGI.

Por municipio podemos observar lo siguiente:

#### **Acapulco**

<sup>2</sup> Este análisis esta basado en los datos de los Censos 1970, 1990, 2000 y Conteo de 1995.



## Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos

De 1970 al 2000 la población pasó de 5 865 a 14 247 habitantes, incrementándose 142.92%, esto es, una tasa de crecimiento de 4.43%, de 1990 a 1995 se incrementó en 28.07% y de 1995 al 2000 disminuye -4.75%. Respecto a la población de acuerdo a su género, al igual que a escala regional, el sexo masculino es ligeramente mayoritario aunque tiende a disminuir su participación de tal manera que en 1990 representaban 50.6% para bajar a 50.29%. La población de las localidades pertenecientes a Acapulco representa en 2000, 96.62% del total de población cortina abajo.

Cuadro SD 20 Evolución de la población total según sexo. Municipio: Acapulco de Juárez, 1970-2000

Periodo	Población total	Población masculina	%	Población femenina	%
1970	5,865	NC		NC	
1990	11,177	5,656	50.60	5,521	49.40
1995	14,315	7,269	50.78	7,046	49.22
2000	14,247	7,165	50.29	7,082	49.71

NC: No considerada

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda IX, XI y XII, y conteo 1995, INEGI.

### San Marcos

Entre 1970 y 2000 la población disminuye en 37 personas, esto es -6.9%. En 1970 se registra una población de 536 habitantes, en 1990 disminuye a 510, y de 1995 al 2000 vuelve a disminuir la población en -16.55%.

Cuadro SD 21. Evolución de la población total según sexo. Municipio: San Marcos, 1970-2000

Periodo	Población total	Población masculina	%	Población femenina	%
1970	536	NC		NC	
1990	510	264	51.76	246	48.24
1995	598	299	50.00	299	50.00
2000	499	240	48.10	259	51.90

NC: No considerada

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda IX, XI y XII, y conteo 1995, INEGI.

De 1990 al 2000 la población femenina se incrementa continuamente, en 1990 las mujeres representaban 48.24%, en 1995 el 50% y en 2000 asciende a 51.90%. Es decir, en la década avanzaron más de 3.5 puntos en condiciones de disminución de la población, lo que seguramente nos indica una fuerte emigración de estas localidades lo que conlleva una tendencia a la feminización de los hogares.

Por localidad:

### Acapulco

Con excepción de la comunidad Lomas de Chapultepec, las localidades ubicadas cortina abajo pertenecientes al municipio de Acapulco, forman parte de los Bienes Comunales de Cacahuatepec.

De acuerdo con el Censo d2000, las comunidades con mayor población son: Amatillo (2,868 habitantes), Lomas de Chapultepec (1,977 hab.), Aguascalientes (1,437 hab.), La Concepción (1,249 hab.) y Cerro de Piedra (1,192 hab.), reuniendo entre las cinco a más de 59% de la población total del área considerada.

Amatillo se ubica en un corredor urbano que va desde la carretera federal hasta Aguascalientes lo que incluye las siguientes localidades: San Pedro Cacahuatepec, Oxaquillas, Aguascalientes y El Embarcadero. Con una tasa de crecimiento de 4.9% anual es de las poblaciones de más alto crecimiento, pasando de 658 a 2868 habitantes en 30 años. En cuanto a su estructura por sexos si bien los hombres siguen siendo mayoría, su posición relativa ha disminuido de 53.86% a 52.02%, ello entre 1990 y 2000. Cabe aclarar que en el Conteo 95, el INEGI no tomó por separado la localidad San Pedro Cacahuatepec, sino que la consideró integrada en Amatillo, razón por la cual en ese año su población se incrementa de manera considerable. En 2000, el INEGI vuelve a separar ambos poblados con la consecuente disminución en los indicadores de Amatillo.

Lomas de Chapultepec es una localidad que se ubica en la desembocadura del río Papagayo y ha tenido una tasa de crecimiento de 1.6% anual entre 1970 y 2000. Y si bien en 1990 los hombres eran mayoría para 2000 habían descendido en su participación en 1.08 puntos quedando con 48.91% del total de la población.

Aguascalientes cierra el corredor urbano al que nos referíamos anteriormente. Con una tasa de crecimiento de 3.1% pasó de 560 a 1437 habitantes en el periodo considerado. Contrariamente a las localidades antes consideradas la población masculina ha incrementado su posición relativa pasando de representar 50.32% a 51.77% ello entre 1990 y 2000.

La Concepción dobló su población en 30 años pasando de 613 a 1249 habitantes entre 1970 y 2000, lo que implica una tasa anual de crecimiento de 2.8%. También aquí los hombres han aumentado su posición relativa al pasar de representar 50% en 1990 a 50.6% en 2000.

Cerro de Piedra se crea con el desarrollo de las graveras y ha mantenido su crecimiento de tal manera que en los 90 su tasa fue de 2.04%, pasando de 972 a 1192 entre 1990 y 2000. El sexo masculino aunque todavía es menor que el femenino creció al pasar de 47.63% a 49.41% ello entre 1990 y 2000.

### **San Marcos**

Las Lomitas es la localidad con mayor cantidad de población en este municipio y para el periodo comprendido entre 1970 y 2000 su población desciende en 102 personas al pasar de 536 a 432. La caída en el porcentaje que representan los hombres también es alto 4.5 puntos entre 1990 y 2000 quedando dicho indicador para este último año en 47.7%.

Tanto El Chapopote como Las Palmitas no aparecen en el censo de 1970 y sólo tienen 32 y 33 habitantes respectivamente en el año 2000. Entre 1990 y 2000 en El Chapopote el sexo masculino, aunque mayoritario, disminuye su participación relativa en 2.43 puntos para quedar en el último año en 53.13%, mientras que Las Palmitas se mueve en sentido

contrario ya que en 1990 los hombres representaban 38.46% y llegan al 48.48% esto es más de 10 puntos en una década, situación anormal para el conjunto de localidades de la zona, aunque también hay que considerar lo reducido de su población.

**Vivienda**

Conforme al Censo 2000 la afectación total comprende 2,705 viviendas particulares habitadas, de las cuales 2,601 están localizadas en Acapulco, equivalente a 96.16% y sólo 104 están ubicadas en San Marcos. Tal situación implica que en el análisis de conjunto, los indicadores de las localidades de San Marcos, van a estar absorbidos por los que corresponden a Acapulco.

Durante la década que se analiza se produjo un crecimiento de 34.98% en el número de viviendas particulares habitadas en toda la región considerada. En 1990 fueron censadas 2,004 viviendas, incrementándose hacia 2000 en 701 viviendas. Sin embargo, las 3 localidades pertenecientes a San Marcos, aumentaron en su conjunto sólo 11 viviendas, equivalente a 11.83%, al pasar de 93 viviendas en 1990 a 104 en 2000, en tanto que en Acapulco se produjo un incremento en el número de viviendas de 36.11%, vale decir que aumentó de 1,911 viviendas a 2,601.

**Ocupantes por vivienda y hacinamiento**

De acuerdo con el censo 2000, el número total de ocupantes en las viviendas particulares establecidas en toda esta zona fue de 14,622 habitantes. A Acapulco le correspondía 96.61% del total con 14,127 habitantes y a San Marcos sólo 3.39% con 495 habitantes.

El crecimiento en el número de ocupantes durante la década considerada fue de 25.18%, registrándose en 1990 11,681 ocupantes. Sin embargo, a pesar del crecimiento señalado para la zona, en las localidades de San Marcos existió una leve disminución de 504 a 495 ocupantes durante el período 1990-2000, es decir, 9 habitantes menos (-1.79%). Acapulco fue quien impuso su tendencia al crecimiento en el número de ocupantes registrando un aumento de 26.39%.

Cuadro SD 22. Promedio de ocupantes en viviendas. Municipios: Acapulco de Juárez y San Marcos. 1990-2000

Municipio	Viviendas particulares habitadas	Ocupantes en viviendas particulares	Promedio de ocupantes en viviendas particulares
<b>Acapulco de Juárez</b>			
1990	1911	11177	5.85
2000	2601	14127	5.43
<b>San Marcos</b>			
1990	93	504	5.42
2000	104	495	4.76
<b>Total</b>			
1990	2004	11681	5.83
2000	2705	14622	5.41

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda XI y XII, INEGI.

Con relación al promedio de ocupantes por viviendas particulares, disminuye levemente durante la década de estudio de 5.83 a 5.41, muy similar al indicador de Acapulco. En San Marcos, si consideramos lo señalado en cuanto al incremento en el número de viviendas y la disminución en el número de ocupantes, ambas situaciones impactaron para que el promedio de ocupantes en viviendas particulares disminuyera de 5.42 a 4.78.

### ***Acapulco***

De las localidades analizadas, 20 de ellas correspondientes a Acapulco, pertenecen a los Bienes Comunales de Cacahuatpec, región caracterizada por un ancestral abandono y por la extrema pobreza dominante, misma que se agrava en las localidades ubicadas sobre el margen izquierdo del Río Papagayo.

Las localidades que reúnen mayor cantidad de viviendas son Amatillo con 18.45% (499 viviendas) del total de la región, continúa Lomas de Chapultepec, localizada en la desembocadura del Río Papagayo con 15.3% (414 viviendas), Aguas Calientes con 10.16% (275 viviendas), La Concepción con 9.09% (246 viviendas) y Cerro de Piedra con 8.13% (220 viviendas); por señalar las más relevantes. Las que menor número de viviendas poseen son: El Zoyamiche y El Embarcadero con 8 viviendas cada localidad, Los Hilamos con 21 viviendas, Rancho las Marías con 29 viviendas y El Espinalillo con 31 viviendas.

En general, durante la década de estudio, las localidades tuvieron un incremento en el número de viviendas con excepción de Las Parotas donde se redujo de 78 a 53 (-32.05%) y El Carrizo donde en 1990 y 2000 se registra el mismo número de viviendas, 43. Otras localidades tuvieron un incremento poco significativo como El Zoyamiche y El Embarcadero al pasar ambas de 7 a 8 viviendas; Tte. José Azueta cuyo incremento fue de sólo 4 viviendas al aumentar de 29 a 33; Los Hilamos cuyo número de viviendas creció de 15 a 21, es decir, 6 viviendas, misma cantidad en que aumentó Cacahuatpec al pasar de 84 a 90; el incremento que registró El Espinalillo fue de 7 viviendas, al pasar de 24 a 31.

El incremento en el número de ocupantes en viviendas particulares durante la década también fue generalizado, aunque hubo algunas excepciones. En Las Parotas disminuyó de 487 a 315 ocupantes, en Parotillas de 271 a 263 ocupantes y en El Carrizo también se registró una disminución al pasar de 261 en 1990 a 251 en 2000; siendo éstas las únicas localidades en las que disminuyó este indicador. Por otra parte, se produjo un crecimiento en cuanto a este indicador en las localidades más pobladas, estableciéndose para Amatillo el 51.11%, en Lomas de Chapultepec el 12.29% y en Aguas Calientes el 31.7%.

El promedio de ocupantes en viviendas particulares de las 21 localidades es elevado, existiendo varias por encima del promedio municipal (5.43). Tales son los casos de El Zoyamiche con un promedio de 6.88, Los Hilamos con 6.67, El Cantón con 6.53, Oaxaquillas con 6.25 y El Rincón con 6.2; entre otras que tienen un promedio más elevado.

### ***San Marcos***

De las tres localidades, la que posee mayor número de viviendas es Las Lomitas con 93, equivalente a 89.42% del total municipal (104 viviendas), continúa Las Palmitas con 6 viviendas y El Chapopote con 5 viviendas. El crecimiento en el número de viviendas

durante la década fue muy moderado; en Las Lomitas hubo un aumento de 85 a 93 viviendas (9.41%), en Las Palmitas de 4 a 6 viviendas y en El Chapopote de 4 a 5 viviendas. Sin embargo, el número de ocupantes en vivienda en Las Lomitas disminuye ya que durante el período 1990-2000 se pasó de 448 ocupantes a 430, concentrando en este último año el 86.87% municipal. Las Palmitas tuvo un crecimiento de 7 habitantes, al pasar de 26 a 33 durante el mismo período y El Chapopote creció con 2 ocupantes al pasar de 30 a 32. La que presenta mayor hacinamiento es El Chapopote, con 6.4 ocupantes por vivienda particular, continúa Las Palmitas con 5.5 y Las Lomitas con 4.62. En todos los casos disminuyó este promedio si se compara con 1990.

**Tipo de construcción**

De las 2,705 viviendas particulares contempladas, 25 (9.24% del total) poseen paredes de material de desecho (todas localizadas en Acapulco); 693 (25.62%) ostentan techo de material de desecho y lámina de cartón, principalmente esta última y 1,351 (49.94%) poseen piso de material diferente de tierra.

De 1990 al 2000 el número de viviendas con paredes de material de desecho y lámina de cartón se reduce de 63 a 25 (-60.32%), en tanto que las que poseen techo de material de desecho y lámina de cartón se incrementan de 368 a 693 (88.32%) y las que cuentan con piso de material diferente de tierra aumenta de 783 a 1,351 (57.96%).

Del total de viviendas con techo de material de desecho y lámina de cartón censadas en 2000, 682 pertenecen a Acapulco, lo que implica 26.22% de las viviendas registradas en el municipio y 11 a San Marcos (10.58% del total de viviendas del municipio).

Casi 50% de las viviendas cuentan con piso de tierra en toda la región. En Acapulco, 48.94% de sus viviendas poseen piso de material diferente de tierra y en San Marcos, 75% de sus viviendas cuenta con estas características.

Cuadro SD 23. Tipo de construcción de las viviendas. Municipios: Acapulco de Juárez y San Marcos, 1990-2000

Municipio	Viviendas particulares habitadas						
	Total	Con paredes de material de desecho y lámina de cartón	%	Con techo de material de desecho y lámina de cartón	%	Con piso de material diferente de tierra	%
<b>Acapulco de Juárez</b>							
1990	1,911	61	3.19	356	18.63	715	37.41
2000	2,601	25	0.96	682	26.22	1,273	48.94
<b>San Marcos</b>							
1990	93	2	2.15	12	12.90	68	73.12
2000	104	0	-	11	10.58	78	75.00
<b>Total</b>							
1990	2,004	63	3.14	368	18.36	783	39.07
2000	2,705	25	0.92	693	25.62	1,351	49.94

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda XI y XII, INEGI.

***Acapulco.***

Las 25 viviendas de la región que poseen paredes de material de desecho y lámina de cartón están ubicadas en Acapulco, distribuyéndose 12 en Cerro de Piedra (48%), 4 en Amatillo y 2 en Lomas de Chapultepec, Aguas Calientes y Bella Vista Papagayo. Cuentan con 1 vivienda de estas características Parotillas, Tazajeras y Oaxaquillas.

Las viviendas con techo de material de desecho y lámina de cartón se distribuyen de la siguiente manera: 129 viviendas en Amatillo equivalente a 25.85% del total de viviendas de la localidad, 98 en Cerro de Piedra (44.55%), 86 viviendas en Lomas de Chapultepec (20.77%) y 84 en La Concepción (34.15%), por mencionar las que concentran el mayor número de viviendas con estas características. Las localidades que poseen menor número de viviendas como las descritas son: El Embarcadero con 2 viviendas, lo que significa el 25% de las viviendas de la localidad, El Zoyamiche con 3 viviendas (37.5%), El Espinalillo con 4 (12.9%), con 5 viviendas Los Hilamos (23.81%) y El Carrizo (11.63%) y con 7 viviendas Parotillas (13.73%). Durante la década considerada existió un crecimiento de viviendas con estas características, atribuible seguramente a que las viviendas nuevas son excesivamente precarias. Se pasó de 356 viviendas en 1990 a 682 en 2000, denotando un crecimiento de 91.57%.

Las viviendas con piso de material diferente de tierra equivalen a 48.94% de las viviendas en el municipio. Es decir, poco más de la mitad de las viviendas consideradas poseen piso de tierra, lo cual nos indica no solamente condiciones severas de pobreza sino la coexistencia cotidiana con una fuente desencadenante de problemas de higiene y salud, propiciatoria de enfermedades. Sin embargo, en la década considerada, existió un incremento significativo de las viviendas con piso diferente de tierra al pasar de 715 viviendas en 1980 a 1,273 en 2000, es decir, un crecimiento de 78.04%. Las localidades que poseen mayor número de viviendas con piso de material diferente de tierra son: Lomas de Chapultepec con 340 viviendas, lo que equivale a 82.13% de las viviendas de la localidad, Amatillo con 152 (30.46%), Aguas Calientes con 147 (53.45%) y Cerro de Piedra con 109 viviendas (49.55%). Es importante mencionar que en El Zoyamiche, las 8 viviendas censadas en 2000 poseían piso de tierra. Las que poseen menor número de viviendas con piso diferente de tierra son: El Embarcadero con 5 viviendas, lo que representa 62.5% de las viviendas de la localidad, Rancho las Marías con 9 viviendas (31.03%), Los Hilamos (52.38%) y El Rincón (18.03%) con 11 viviendas y El Espinalillo con 12 (38.71).

***San Marcos***

Las 3 localidades consideradas no poseen viviendas con paredes de material de desecho y lámina de cartón. De acuerdo con el Censo 2000, solo 11 viviendas de 104 cuentan con techo de material de desecho y lámina de cartón; 6 en Las Lomitas, lo que equivale a 6.45% de las viviendas de la localidad, 3 en El Chapopote (60%) y 2 viviendas en Las Palmitas, representando 33.33%. En el caso de las viviendas con piso de material diferente de tierra, el 75% posee estas características. Esto significa que en todos los casos las viviendas de San Marcos presentan mejores condiciones que las pertenecientes a Acapulco.

***Tipo de combustible***

## Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos

El combustible predominante para cocinar es la leña; ya que de 2,705 viviendas censadas en 2000, 2,357 ocupan este material para cocinar, lo que equivale a 87.13%. Utilizan gas 308 viviendas (11.39%) y sólo 3 viviendas utilizan carbón, localizadas éstas en el Municipio de Acapulco.

De las 308 viviendas que ocupan gas, el 95.78% se concentra en las localidades del Municipio de Acapulco (295 viviendas) y 4.22% equivalente a 13 viviendas en San Marcos, concentrándose a su vez el 100% en la localidad Las Lomitas.

De las viviendas que ocupan leña, 2,268 se concentran en Acapulco, que equivale al 96.22% del total regional y 89 viviendas corresponden al Municipio de San Marcos, lo que significa el 3.78%.

Cuadro SD 24. Tipo de combustible que utilizan para cocinar. Municipios: Acapulco y San Marcos, Censo: 2000

Municipios	Viviendas particulares habitadas						
	Total	Que utilizan gas	%	Que utilizan leña	%	Que utilizan carbón	%
Acapulco de Juárez	2601	295	11.34	2268	87.20	3	0.12
San Marcos	104	13	12.50	89	85.58	0	0.00
Total	2705	308	11.39	2357	87.13	3	0.11

Fuente: Elaboración propia con base en el censo general de población y vivienda XII, INEGI.

Si bien en todas las localidades existen viviendas que utilizan la leña, son sólo 13 las localidades donde existen viviendas que ocupan gas, de las cuales 12 se ubican en el Municipio de Acapulco y solo 1 en San Marcos.

Esta situación ha provocado severos deterioros ecológicos, producto de la tala inmoderada de árboles, lo cual se manifiesta en la desertización de amplias zonas concentradas en especial en la margen izquierda del Río Papagayo. Tal fenómeno se agrava debido a la nula reforestación por parte de los habitantes de ésta área aunado a la falta de programas de gobierno que incentiven ésta actividad ya que la leña no sólo se ocupa para autoconsumo, sino también para la venta.

### **Acapulco**

De las 2,601 viviendas registradas, 11.34% utilizan gas, concentrándose el 62.03% en Lomas de Chapultepec, lo que representa 183 viviendas del total que ocupan este combustible. Entre las localidades más representativas cuyas viviendas ocupan gas cabe mencionar a: Aguas Calientes, 35 viviendas (11.86%); Cerro de Piedra, 33 viviendas (11.19%) y Amatillo, 19 viviendas (6.44%).

Las viviendas establecidas en las demás comunidades utilizan este combustible en menor proporción.

Como ya se señaló, la leña es el combustible predominante; ya que 87.20% de las viviendas del Municipio la utilizan. En Rancho las Marías, Los Hilamos, El Espinalillo, El

Rincón, El Embarcadero y Salsipuedes el 100% de sus viviendas ocupan leña. Aparte de las comunidades señaladas están por encima del promedio municipal las siguientes localidades: Parotillas con 98.04% de sus viviendas, El Carrizo con 97.67%, El Cantón con 97.44%, Bella Vista Papagayo con 96.91%, Tazajeras con 96.85%, La Concepción con 96.75%, Las Parotas con 96.23%, Cacahuatpec con 95.56%, Amatillo con 94.19%; por solo mencionar las más representativas.

Son 3 las viviendas que utilizan carbón como combustible, localizadas en Cacahuatpec, Lomas de Chapultepec y Amatillo, con una vivienda cada una.

### **San Marcos**

De las 104 viviendas, 89 utilizan leña, equivalente al 85.58% del total municipal. Tanto en Chapopote con 5 viviendas y Las Palmitas con 6 viviendas, la leña constituye el combustible exclusivo. En Las Lomitas son 78 las viviendas que ocupan leña, equivalente a 83.87% del total de viviendas

Ninguna de las viviendas censadas utilizan carbón como combustible de cocina.

### **Servicios**

De 2,705 viviendas registradas 808 (29.87%) disponen de agua entubada, 381 (14.09%) poseen drenaje, 2,586 (95.6%) cuentan con energía eléctrica y 605 (22.37%) tienen el servicio de sanitario exclusivo.

Estas cifras van dibujando el mapa de los rezagos existentes en la región; ya que, con excepción de la energía eléctrica, los demás servicios existen de manera marginal. Es importante destacar que a pesar de contar con el Río Papagayo muy próximo a las localidades consideradas (el cual abastece la mayor proporción de agua a la Ciudad y Puerto de Acapulco), muchas de ellas carecen del servicio de agua domiciliar y en otras son muy pocas las viviendas que cuentan con este vital líquido.

En la década 1990-2000 aumentó la cobertura del servicio de agua entubada de 349 a 808 viviendas, incrementándose 131.52%. De las 808 viviendas registradas con este servicio en 2000, 725 pertenecen a Acapulco, correspondiéndole 89.73% del total regional y 27.87% con respecto al total de viviendas consideradas en el Municipio.

En San Marcos son 83 las viviendas que disponen de agua entubada, equivalentes a 10.27% del total de viviendas de la región que disponen de este servicio y 79.81% del total de viviendas que le corresponden a este Municipio.

Con respecto al servicio de drenaje, en la década señalada existió un crecimiento de 74.77% en el número de viviendas que cuentan con este servicio, al pasar de 218 a 381 viviendas. De esta última cifra, 363 viviendas cuentan con esta cobertura en el Municipio de Acapulco, equivalente al 95.28% del total regional y al 13.96% del total de viviendas registradas en el Municipio.

En San Marcos son 18 las viviendas que disponen de drenaje, lo que representa 4.72% del total regional que cuenta con este servicio y 17.31% el total de viviendas con que cuenta este Municipio.

La energía eléctrica es el servicio mas generalizado con un crecimiento en la década considerada de 66.62%; ya que pasó de 1,552 viviendas con esta cobertura en 1990 a



**Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos**

2,586 viviendas en 2000. Acapulco representa el 96.52% del total regional de viviendas con este servicio, indicador que corresponde a 2,496 viviendas, significando también 95.96% del total de viviendas pertenecientes al Municipio

En San Marcos 90 viviendas cuentan con esta cobertura representando 3.48% del total regional y 86.54% del total de viviendas que pertenecen a este Municipio.

De las viviendas que disponen de servicio de sanitario exclusivo, 578 corresponden a Acapulco, lo que representa 95.54% con respecto al ámbito regional y 22.22% con relación al total de viviendas en el Municipio.

En San Marcos son 27 las viviendas que cuentan con sanitario exclusivo, que equivalen a 4.46% del total de viviendas con este servicio en el ámbito regional y 25.96% del total de viviendas en el Municipio.

Cuadro SD 25. Servicios en viviendas. Municipios: Acapulco de Juárez y San Marcos. 1990-2000

Municipio / Periodo	Viviendas particulares habitadas	Viviendas particulares habitadas que disponen de servicio sanitario exclusivo	%	Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada	%	Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje	%	Viviendas particulares que disponen de energía eléctrica	%
<b>Acapulco de Juárez</b>									
1990	1,911	NC		349	18.26	211	11.04	1,478	77.34
2000	2,601	578	22.22	725	27.87	363	13.96	2,496	95.96
<b>San Marcos</b>									
1990	93	NC		0	-	7	7.53	74	79.57
2000	104	27	25.96	83	79.81	18	17.31	90	86.54
<b>Total</b>									
1990	2,004	NC		349	17.42	218	10.88	1,552	77.45
2000	2,705	605	22.37	808	29.87	381	14.09	2,586	95.60

NC: No Considerada

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda XI y XII, INEGI.

**Acapulco**

Durante la década 1990-2000 hubo un crecimiento de 107.74% en el número de viviendas que disponen de agua entubada, al pasar de 349 a 725. A pesar de ello existen localidades totalmente marginadas de este servicio, como son los casos de Las Parotas, Rancho las Marías, los Hilamos, El Cantón, El Espinalillo, Parotillas, La Concepción, Tte. José Azueta y EL Carrizo, donde ninguna vivienda dispone de agua entubada.

Entre las localidades más favorecidas podemos mencionar El Rincón, con un cobertura de 96.72%; equivalente a 59 viviendas; Aguas Calientes con 87.82% que representa 236 viviendas; Tazajeras con 63.78% correspondiente a 81 viviendas; Oaxaquillas con 54.74% lo que equivale a 75 viviendas; Lomas de Chapultepec con 28.99% que representa 120 viviendas, todas ellas por encima del promedio municipal. Entre las localidades más

representativas por debajo del promedio municipal podemos mencionar a Salsipuedes con 26.25% de sus viviendas con esta cobertura; El Embarcadero con 25%; Amatillo con 23.85% y El Zoyamiche con 12.5%.

El número de viviendas que disponen de drenaje tuvo un crecimiento durante la década considerada de 72.04% pasando de 211 a 363 viviendas. A pesar de este crecimiento, continúa siendo una de las grandes carencias que se presenta en toda la región. Es muy frecuente observar la circulación de aguas negras a cielo abierto por las calles de los poblados, constituyendo grandes focos de contaminación con la consecuente secuela de enfermedades.

Al igual que con el agua entubada, existen localidades que carecen de este servicio, tal es el caso de las Parotas, Parotillas, El Rincón y El Carrizo, donde ninguna de sus viviendas disponen de dicho servicio.

Por otra parte, existen localidades con una cobertura marginal como Aguas Calientes donde 6.55% de sus viviendas disponen de este servicio, Tazajeras 6.3%, Los Hilamos 4.76%, Salsipuedes 3.75%, Rancho las Marías 3.45%, Cacahuatpec 3.33%, Tte. José Azueta 3.03%, El Cantón 1.28%; entre las más representativas en esta situación, todas ellas por debajo del promedio municipal.

Entre las de mayor relevancia, por encima del promedio municipal mencionaremos El Embarcadero con 62.5% de cobertura del total de viviendas con que cuenta la comunidad, Lomas de Chapultepec con 37.68% y La Concepción con 28.46%.

De 1990 al 2000 existió un crecimiento en el número de viviendas con energía eléctrica de 68.88%, al pasar de 1,478 a 2,496. Existen localidades donde el 100% de sus viviendas disponen del servicio mencionado, como Los Hilamos, El Embarcadero, Salsipuedes y El Carrizo.

La localidad más rezagada en este servicio es El Zoyamiche donde 1 vivienda de un total de 8 cuenta con energía eléctrica (12.5%). Las demás localidades presentan una cobertura muy próxima al promedio municipal (95.96%).

Otro de los servicios donde se manifiesta un atraso considerable, es en el sanitario exclusivo en las viviendas. En este sentido, las localidades en que sus viviendas carecen de este servicio son: Las Parotas, Los Hilamos, El Embarcadero, y El Zoyamiche. Las que presentan mayor cobertura en este sentido son Lomas de Chapultepec con 48.55% equivalente a 201 viviendas, Aguas Calientes con 39.27% lo que representa 108 viviendas, Rancho las Marías con 34.48% que corresponde a 10 viviendas, El Carrizo con 32.56% representando a 14 viviendas, Cerro de Piedra con 30.91% equivalente a 68 viviendas, Cacahuatpec con 28.89% que equivale a 26 viviendas, entre las más representativas.

### **San Marcos**

En 1990 no se registran viviendas que dispongan de agua entubada. En 2000 son 83 las viviendas que cuentan con este servicio, todas concentradas en Las Lomitas, lo que equivale a 89.25% del total de viviendas de la localidad. Tanto El Chapopote como Las Palmitas no disponen de este servicio.

Con relación al drenaje, durante la década considerada se incrementó esta cobertura en 157.14% al pasar de 7 a 18 viviendas que disponen de este servicio, aún así la cobertura es extremadamente insuficiente. Es en la localidad Las Lomitas donde se presenta la totalidad de viviendas con este servicio, careciendo de el las otras dos comunidades.

Con referencia a la energía eléctrica, en 1990 se registraron 74 viviendas con este servicio y en 2000, 90; lo que significa un incremento de 21.62%. En Las Lomitas, 92.47% de sus viviendas disponen de energía eléctrica. En el Chapopote 2 de 5 viviendas cuentan con este servicio y en Las Palmitas 2 de 6 viviendas.

En el Chapopote y Las Palmitas ninguna vivienda dispone de sanitario exclusivo, sin embargo, en Las Lomitas 27 viviendas cuentan con este servicio, representando 29.03%.

**Salud: derechohabencia y discapacidad**

**Derechohabencia**

De una población total de 14,746 hab., se aprecia que el 90.20% no cuenta con servicios básicos de salud.

Esta falta de servicios médicos inclina a los pobladores de ésta área a la utilización de medicina tradicional (herbolaria, brujos-curanderos, parteras, hueseros, etc.); dando como resultado que en ocasiones las enfermedades del cuadro básico se compliquen.

Cuadro SD 26. Población sin derechohabencia a servicios se salud. Municipios: Acapulco de Juárez y San Marcos. 2000

Municipio	Población				
	Total	Sin derechohabencia a servicio de salud	%	Con discapacidad	%
Acapulco de Juárez	14,247	12,883	90.43	163	1.14
San Marcos	499	418	83.77	9	1.80
Total	14,746	13,301	90.20	172	1.17

Fuente: Elaboración propia con base en el censo general de población y vivienda XII, INEGI.

**Tipo de discapacidad**

Bajo el concepto de tipo de discapacidad encontramos que el 1.17% de la población total del área cortina abajo presenta estas limitaciones.

Así tenemos que en el municipio de Acapulco se concentra el 94.76% de la población discapacitada.

Cuadro SD 27. Tipo de Discapacidad de la población. Municipios: Acapulco de Juárez y San Marcos. 2000.

Municipio	motriz	%	auditiva	%	visual	%	mental	%	de lenguaje	%
Acapulco de Juárez	65	39.88	33	20.25	53	32.52	28	17.18	22	13.50
San Marcos	5	55.56	4	44.44	2	22.22	1	11.11	0	-
Total	70	40.70	37	21.51	55	31.98	29	16.86	22	12.79

Fuente: Elaboración propia con base en el censo general de población y vivienda XII, INEGI.

Totalizando ambos municipios tenemos que el 40.70% padecen discapacidad motriz, seguida de dificultades visuales con el 31.98% y en menor grado se presentan problemas de lenguaje, ya que sólo lo padece el 12.79% de la población.

Como punto importante a señalar, algunos pobladores padecen más de una discapacidad, por lo cual se registran más de una vez.

### **Acapulco**

#### **Salud y derechohabiencia**

En las 21 localidades afectadas se puede observar que cuentan con una cobertura de servicios de salud muy raquítica, casi nula.

El total de pobladores sin derechohabiencia asciende a 12,883 habitantes, de los cuales las localidades que concentran el mayor índice son: Amatillo con 20.98%, Lomas de Chapultepec con 12.41%, La Concepción con 9.33% y Aguacaliente con 9.27%. Las Localidades de El Embarcadero y El Zoyamiche poseen menor incidencia con 0.30% y 0.41% respectivamente.

#### **Tipo de discapacidad**

La localidad de Lomas de Chapultepec presenta el mayor número de casos con 49 hab., representando 30.06% de la población con estas características; le sigue Cerro de Piedra con el 15.33% y Amatillo con 13.49%.

Las localidades que sólo presentaron un caso de discapacidad son: Los Hilamos, Parotillas, El Rincón y El Carrizo.

Y en las localidades de Rancho Las Marías, El Embarcadero y El Zoyamiche no se registró ningún habitante con discapacidad.

El censo d2000 divide las discapacidades en cinco tipos: motriz, auditiva, visual, mental y de lenguaje.

La discapacidad motriz es la que más predomina, con un total de 65 habitantes que la padecen, las localidades que concentran el mayor número de casos son: Lomas de Chapultepec con el 23.07%<sup>7</sup> seguido de Cerro de Piedra con el 15.38%, agregándose Amatillo y Aguas Calientes con el 10.76% cada uno<sup>3</sup>.

La discapacidad visual es la segunda que registra el mayor número de individuos; ya que de un total de 53 casos 18 corresponden a Lomas de Chapultepec, 16 a Cerro de Piedra y 6 a Bella Vista Papagayo; las localidades restantes presentan un mínimo de casos.

Se observa que la discapacidad auditiva contempla a 33 personas, teniendo mayor incidencia en Lomas de Chapultepec con 8 casos (24.24%), seguido de Amatillo con 7 casos (21.21%). Las localidades que registraron sólo un habitante con este padecimiento son: Los Hilamos, El Cantón, La Concepción, Tasajeras, Tte. José Azueta y El Carrizo.

El 17.18% del total de discapacitados corresponde a deficiencias mentales; la localidad con mayor índice es Lomas de Chapultepec con 6 casos. De las 21 localidades afectadas de Acapulco, sólo 9 no presentan éste problema.

La discapacidad de lenguaje se presenta con menor frecuencia ya que sólo existen 22 personas (13.50%) de las 21 localidades del municipio de Acapulco que presentan esta discapacidad. Amatillo concentra el 27.27% del total de los casos registrados.

### ***San Marcos***

#### ***Salud y derechohabiencia***

El 83.77% de la población no cuenta con servicios médicos.

La población de la localidad de Chapopote y Las Palmitas no tienen acceso a ningún tipo de atención médica; sólo en el poblado de Las Lomitas cuentan con un limitado servicio, que representa el 18.63% del total de su población.

#### ***Tipo de discapacidad***

En las tres localidades se visualizan 9 casos de discapacidad, que del total de la población representan el 1.80%. La localidad Las Lomitas concentra 8 casos, que equivale al 88.88% del total de discapacitados; en Las Palmitas sólo se observa un caso, y en Chapopote no se registró caso alguno.

Al analizar los tipos de discapacidad que se presentan con mayor frecuencia encontramos que la discapacidad motriz cuenta con 5 casos, de los cuales 4 se registran en la localidad Las Lomitas y 1 en Las Palmitas.

La discapacidad auditiva es la segunda en importancia ya que muestra una incidencia de 4 casos que representan el 44.44% del total de discapacitados del municipio, distribuyéndose en 3 casos de la localidad de Las Lomitas y 1 caso en Las Palmitas.

En cuanto a discapacidad mental, sólo se registró un caso, correspondiente a la localidad de Las Palmitas.

No se encontró habitantes que padecieran de problemas de lenguaje en las tres localidades del municipio de San Marcos.

#### ***Lugar de nacimiento***

Esta variable nos indica con precisión el número de pobladores que han nacido dentro del estado de Guerrero, y los que han nacido fuera del estado o del país. Sumando ambas poblaciones obtenemos el número total de pobladores de la localidad, municipal ó estatal.

Del total de los municipios ubicados cortina abajo, encontramos que el 98% son pobladores nacidos en la entidad, sólo 0.53%, han nacido fuera de la entidad o país. Y 1.47 no queda especificado su origen.

Desglosando esta información, en las localidades que serán afectadas del municipio de Acapulco de Juárez sólo el 98.05% nació dentro del estado, y el 0.46% fuera de la entidad. Haciendo un comparativo con las localidades afectadas del municipio de San

## Capítulo IV Proyecto Hidroeléctrico “La Parota” Aspectos Socioeconómicos

Marcos, éste presenta un mayor índice de pobladores nacidos fuera de la entidad con el 2.40%.

Cuadro SD 28. Población nacida dentro y fuera de la entidad. Municipios: Acapulco de Juárez y San Marcos. 2000

Municipio	Población total	Población nacida en la entidad	%	Población nacida fuera de la entidad ó país	%
Acapulco de Juárez	14247	13969	98.05%	66	0.46%
San Marcos	499	482	96.59%	12	2.40%
Total	14746	14451	98.00%	78	0.53%

Fuente: Elaboración propia con base en el censo general de población y vivienda XII, INEGI.

### **Acapulco de Juárez**

La localidad que tiene el más alto índice de pobladores no originarios de la entidad es Lomas de Chapultepec con 1.52% con respecto al total de la población de la localidad, pero Tazajeras aunque no manifiesta tener pobladores nacidos fuera de la entidad, presenta 20 personas sin especificación de nacimiento, así como también nueve localidades más presentan éste mismo fenómeno.

### **San Marcos**

En Las Palmitas 6.06% de su población nació fuera de la entidad, seguida de Las lomas –localidad con el mayor número de habitantes 434- con el 2.30%, pero en ésta localidad no se ubica el origen de 5 de sus habitantes. Y sólo en El Chapopote el 100% de sus pobladores son originarios del estado.

### **Población Ocupada**

Para el año 2000, 64.17% de la población total tienen más de 12 años, es decir, existen 9,462 habitantes con 12 años y más, de los cuales 60.54% (5,728 habitantes) pertenece a la población económicamente inactiva y 39.14% constituye la población económicamente activa. El municipio de Acapulco aporta 96.26% de población económicamente activa, debido a que agrupa un mayor número de localidades así como las comunidades con mayor población.

Cuadro SD 29. Población económicamente activa e inactiva. Municipios: Acapulco de Juárez y San Marcos. 2000

Municipio	Población de 12 años y más	PEA	%	PEI	%
Acapulco de Juárez	9,111	3,573	39.22	5,509	60.47
San Marcos	351	130	37.04	219	62.39
Total	9,462	3,703	39.14	5,728	60.54

Fuente: Elaboración propia con base en el censo general de población y vivienda XII, INEGI.

### **Acapulco de Juárez**

Existen 9,111 habitantes de 12 años y más, esto representa 63.95% de la población total.

La población económicamente activa asciende a 3,573 habitantes, las comunidades Lomas de Chapultepec y Amatillo aportan 33.4% de la población de la zona económicamente activa, Aguas Calientes, Cerro de Piedra y La Concepción contribuyen con el 28.03% (9.96%, 8.68% y 7.47%, respectivamente) las 16 comunidades restantes contribuyen con el 38.57%.

Las localidades que proporcionalmente cuentan con mayor población económicamente activa son: Las Parotas con 48.88%, Rancho Las Marías con 48.84% y Lomas de Chapultepec con el 42.85%.

#### ***San Marcos***

Existe una población de 499 habitantes, de los cuales 351 habitantes tienen 12 años y más, esto constituye 70.34% de la población total. Las Lomitas aporta 84.62% de la población económicamente activa e internamente presenta, respecto a las demás localidades, la mayor población económicamente inactiva, es decir, de los 311 habitantes de 12 años y más 199 pertenecen a la población económicamente inactiva.

Las comunidades El Chapopote y Las Palmitas, presentan la misma cantidad de habitantes en cada uno de los conceptos.

#### ***Población ocupada por actividad***

Porcentualmente se presenta una caída del sector primario toda vez que en 1970 ocupaba 84.8% de las personas empleadas y para 1990 ya había descendido hasta 62.67% y seguir su caída hasta 53.17% en 2000. El sector secundario crece en casi 15.5 puntos en los 30 años comprendidos pasando de un 4.54% al 19.99% mientras que el sector terciario aumentó todavía más al crecer casi en 20 puntos y ocupar al 24.19% en 2000. Este crecimiento del sector terciario se debe a que algunas comunidades, sobre todo las más cercanas al mar, cada vez se vinculan más con la actividad turística, sobre todo en lo referente a la venta de comida.

#### ***Acapulco***

El sector primario se contrae en 31 puntos pasando de representar 83.59% en 1970 al 52.77% en 2000. Es decir, a pesar de que la población crece considerablemente, cada vez más personas se dedican a otra actividad distinta a la agricultura, que es la actividad que absorbe a casi todo el sector primario de la región considerada. El sector secundario crece 26.7 puntos mientras que el sector terciario lo hace casi en 20 puntos, quedando el primero en 20.24% y el segundo en 24.29% ello para 2000. La cercanía de sus poblaciones más grandes a la carretera federal o a la playa, hace que sean las actividades terciarias las que crezcan más en esta zona.

#### ***San Marcos***

Como aquí la población desciende el sector más afectado es el primario de tal manera que en 1970 ocupaba 95.48% de la población ocupada y para 2000 sólo al 63.85%. El sector secundario pasa de ocupar 2 a 17 personas para los mismos años, mientras que el sector terciario pasa de ocupar 5 a 28 personas también para los mismos años.

Cuadro SD 30. Población ocupada en los principales sectores económicos. Municipios: San Marcos y Acapulco de Juárez,.

Localidad / Concepto	Población ocupada						
	Total	en el sector primario	%	en el sector secundario	%	en el sector terciario	%
<b>Acapulco de Juárez</b>							
1970	1365	1141	83.59	67	4.91	64	4.69
1990	2,493	1,562	62.66	367	14.72	421	16.89
2000	3,532	1,864	52.77	715	20.24	858	24.29
<b>San Marcos</b>							
1970	155	148	95.48	2	1.29	5	3.23
1990	100	63	63.00	11	11.00	22	22.00
2000	130	83	63.85	17	13.08	28	21.54
<b>Total</b>							
1970	1520	1289	84.80	69	4.54	69	4.54
1990	2,593	1,625	62.67	378	14.58	443	17.08
2000	3,662	1,947	53.17	732	19.99	886	24.19

Fuente: Elaboración propia con base en los censos generales de población y vivienda IX, XI y XII, INEGI.

Nota: Con respecto a la información presentada del censo 1970, dado que no se considera la variable "población ocupada", el porcentaje de la población ocupada en cada sector económico es con base a la población económicamente activa.

### **Acapulco de Juárez**

Amatillo es de lo más representativo en cuanto a las transformaciones sectoriales, toda vez que en los 70 su población prácticamente sólo se dedica a las actividades primarias (99%), para después caer estrepitosamente a ocupar únicamente al 52.22% en 2000. Por su parte, el sector secundario de no significar nada llega a ocupar al 30.18% de la población ocupada, conjuntamente con el desarrollo del sector terciario aunque este sólo crece 13.52 puntos y quedar en 15.92% en el año 2000.

Lomas de Chapultepec por el desarrollo de la actividad turística de la región donde se ubica, es entendible que la población abandone el sector primario para dirigirse al sector terciario, de allí que si bien en 1970 las actividades primarias representaban 68.97% para 2000 habían disminuido hasta 32.66%. En contrapartida el sector terciario pasa de significar 6.9% a 48.52% para los mismos años, el sector terciario también crece aunque de manera más modesta, un poco más de 12 puntos y quedar en con 17.53% de las personas ocupadas para 2000.

Aguascalientes parece tener un sector primario relativamente estable ya que en 1970 absorbe 37.62%, sube hasta 56.79% en 1990 y se establece en 35.11% en 2000, es decir, apenas si baja 2.5 puntos en 30 años, en cambio el sector secundario tiene un descenso de 18 puntos entre 1970 y 2000 y quedar en 27.53% de la población ocupada. El sector terciario es el que tiene un significativo crecimiento, de absorber 9.9% de la población ocupada avanza hasta un 35.39%.



La Concepción reduce en un poco más de 11.5 puntos la participación del sector primario para representar 78.11% en 2000, el sector secundario no representa nada en 1970 y avanza hasta el 12.83% en 2000, mientras que el sector terciario pierde un punto en el periodo considerado, ya que en 1970 absorbía 8.99% y para 2000 ya sólo era 7.92%.

***San Marcos***

Las Lomitas en el periodo considerado 1970-2000 desciende en la población ocupada en 45 personas y es el sector primario quien resulta afectado, de representar 95.48% en 1970 pasa a 63.64% en 2000. El sector secundario para los mismos años pasa de ocupar 2 personas a 13, mientras que el sector terciario crece aún más de ocupar 5 personas en 1970 llega a 25 en 2000.

## **V IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**

### **V.1 Identificación de las afectaciones a la estructura y funciones del sistema ambiental regional.**

En este capítulo se identifican, describen y evalúan los impactos ambientales significativos que serán generados por la realización del proyecto sobre el sistema ambiental regional.

El sistema ambiental regional en torno al proyecto hidroeléctrico “La Parota” tiene componentes sociales y ambientales tanto acuáticas como terrestres de relevancia, que interactuarán en mayor o menor medida con diferentes aspectos del proyecto hidroeléctrico.

La estructura y función del sistema ambiental debe contemplarse de forma unificada, ya que las acciones que se realicen en el área de afectación, repercutirán de alguna manera en el área de influencia aguas debajo de la cortina. De igual manera, el progresivo deterioro de la parte alta de las cuencas (aguas arriba de la presa) por desmonte y tala de terrenos con vegetación natural para abrir terrenos agrícolas y pastoriles, aumentará el volumen de partículas arrastradas por los escurrimientos repercutirá en el adecuado funcionamiento de éste y en su vida útil.

#### **V.1.1. Construcción del escenario modificado por el proyecto.**

En la sección IV.2.4 se presentó el modelo esquemático de la estructura y funcionamiento del sistema socioambiental actual del área de influencia del proyecto. El desarrollo del P.H. La Parota tendrá diferentes impactos sobre el entorno natural y social, pero sólo algunos de ellos modificarán de manera sustancial los diferentes componentes del sistema, así como las relaciones que se presentan entre éstos. En este apartado se presentan las interacciones fundamentales del proyecto con el entorno y se discuten los cambios que pueden generar sobre el funcionamiento del sistema. En la figura V.1.1.1 se muestra el modelo del sistema socioambiental incluyendo el P.H. La Parota.

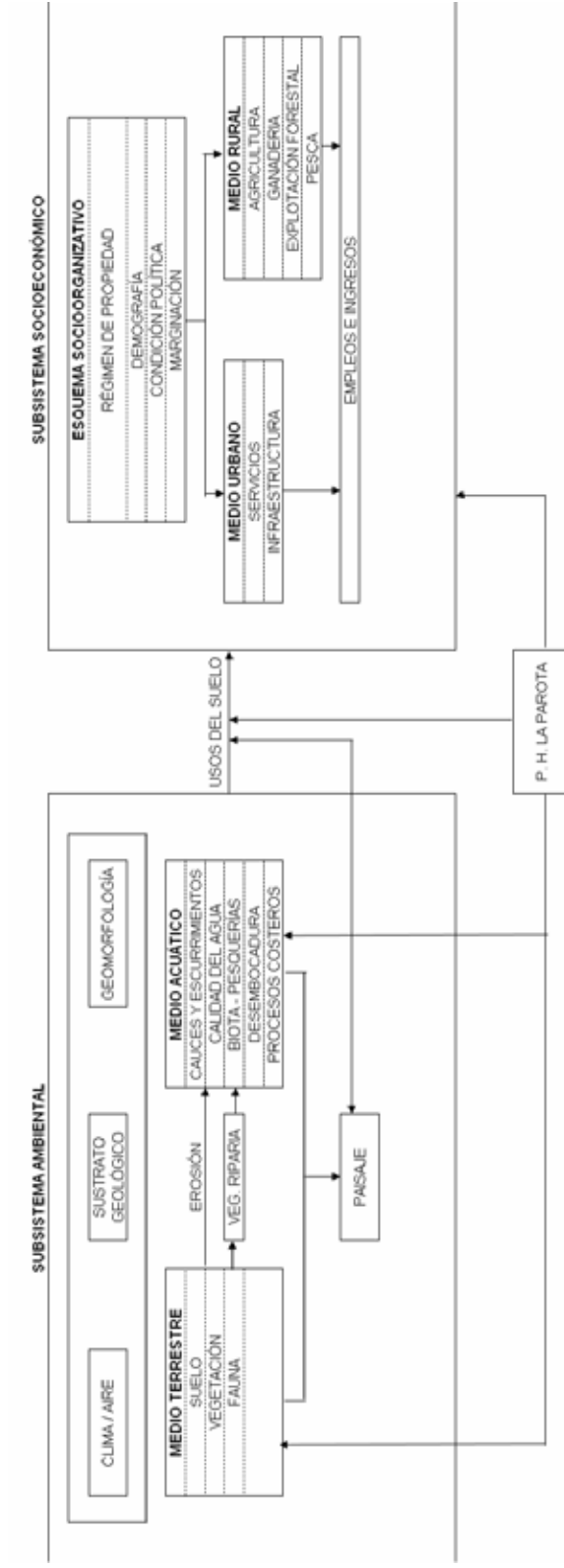


Figura V.1.1.1 - Sistema socioambiental con P.H. La Parota

La etapa de construcción causará cambios en el entorno social y natural del área de estudio, sin embargo, los cambios permanentes y con repercusiones relevantes a nivel de sistema se presentarán por la creación del embalse y la regulación del flujo del río, razón por la cual el análisis se centra en los cambios que producirán éstas acciones. En un segundo término, el reacomodo de la población que habita en la zona que será embalsada también puede modificar la estructura del sistema, ya que será necesario desarrollar nuevas áreas habitacionales y abrir nuevas zonas para la agricultura.

Los impactos esperados por la ejecución del P.H. La Parota son múltiples y debido a las relaciones que se presentan entre los diferentes componentes, se tendrán tanto impactos directos como indirectos sobre el medio natural y socioeconómico. Por esta razón no es factible realizar la proyección del escenario considerando todos los impactos que puede causar el proyecto. En virtud de ello, en el análisis del escenario ambiental esperado se incluyen solo los cambios que tienen un efecto sustantivo sobre la estructura y funcionamiento del sistema.

El proyecto La Parota tendrá repercusiones relevantes sobre el medio acuático y terrestre, así como en el uso del suelo que actualmente se tiene en la zona y los elementos socioeconómicos del sistema. Los principales cambios asociados al llenado del embalse y a la regulación del flujo del río se presentan de manera esquemática en las figuras V.1.1.2 y V.1.1.3.

Es importante remarcar que la construcción de este escenario no es el elemento clave para determinar la factibilidad ambiental del P.H. La Parota, ya que para ello es necesario considerar las medidas de mitigación, compensación y prevención que se presentan en el capítulo VI.

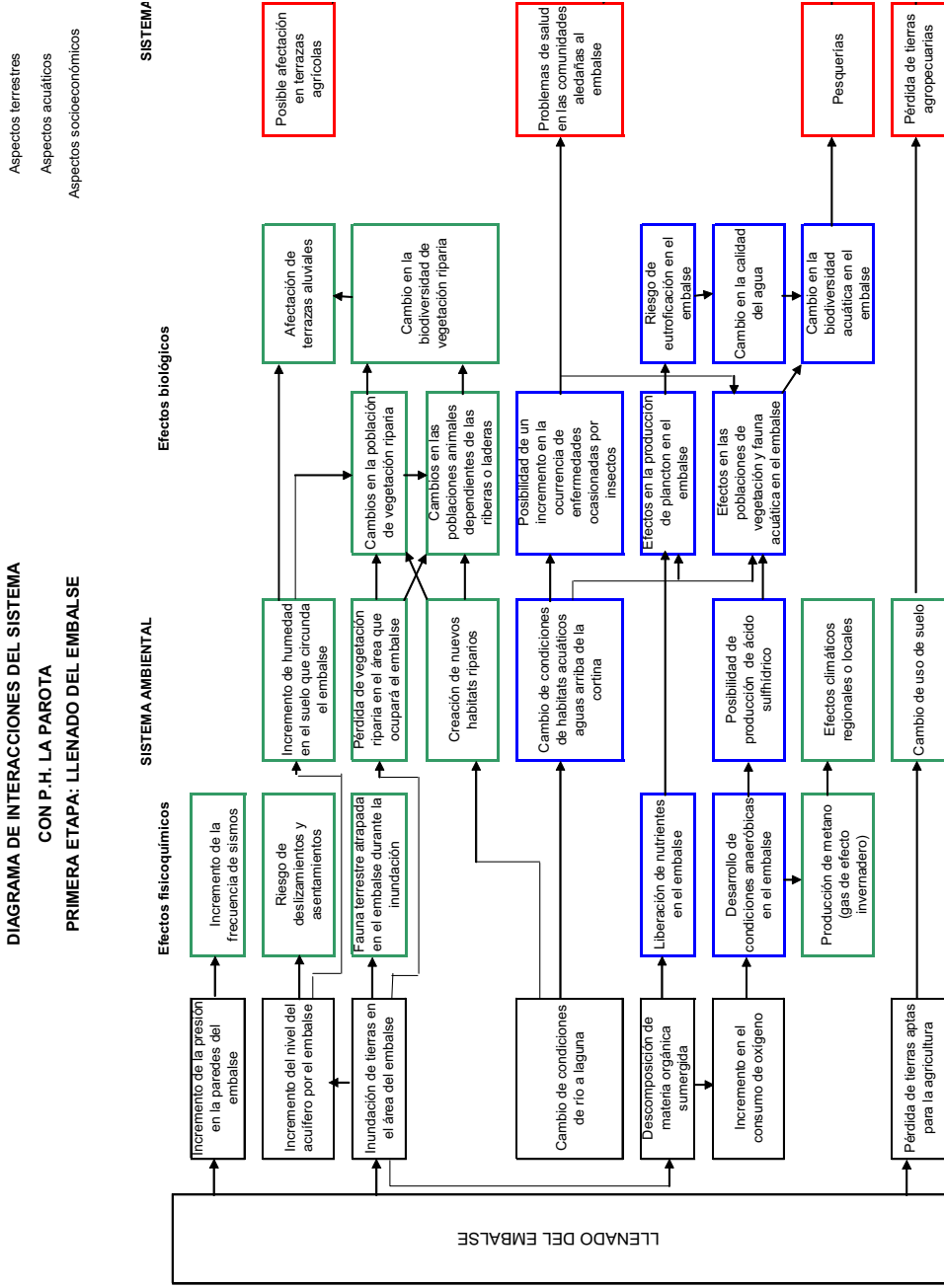


Figura V.1.1.2.- Principales cambios asociados al llenado del embalse

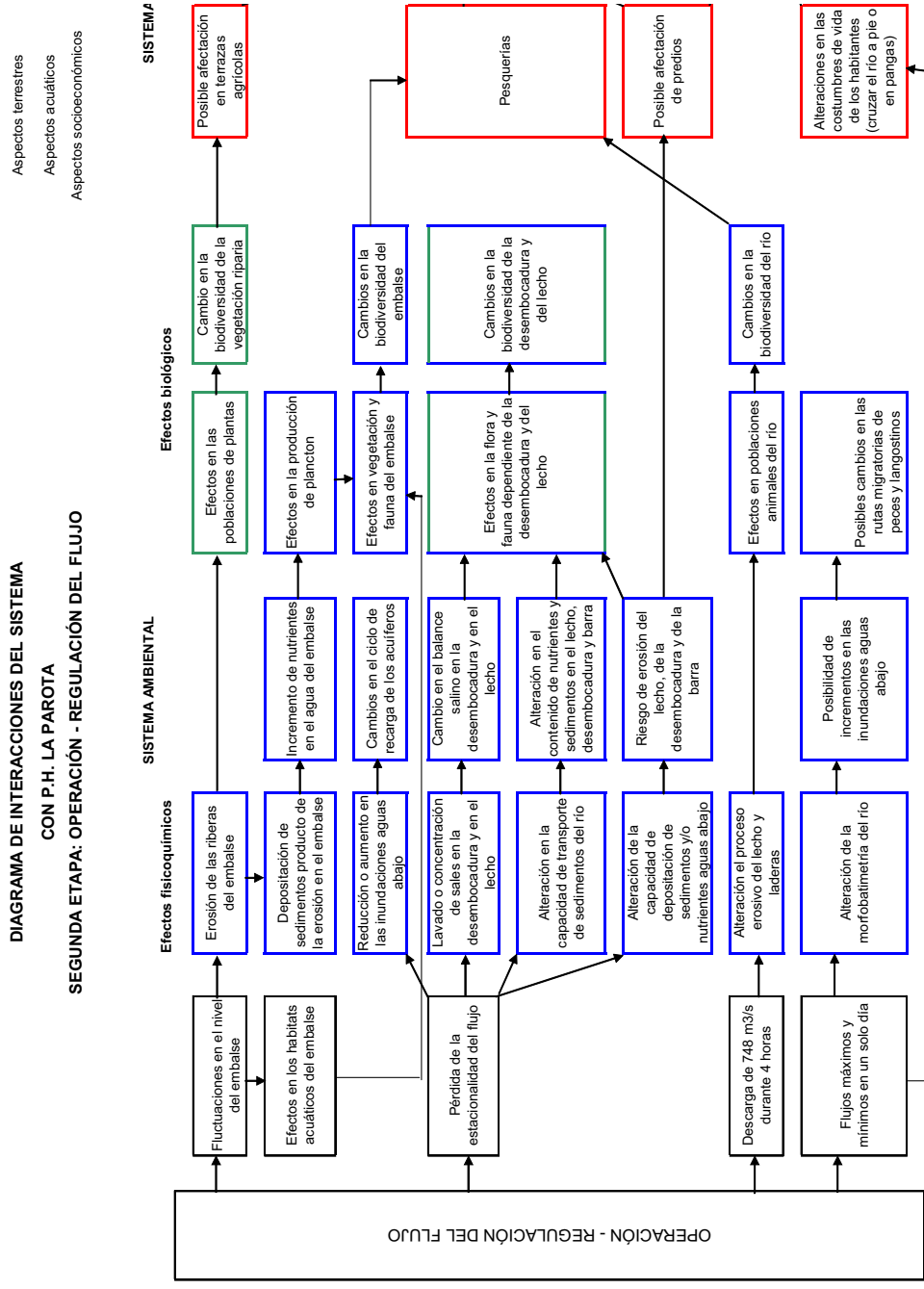


Figura V.1.1.3.- Principales cambios asociados al cambio del flujo de agua en el río Papagayo

**Llenado del Embalse**

El primer cambio de gran magnitud, se presenta en el momento en el que comienza el llenado del embalse, ya que se modificará el caudal del río Papagayo, eliminando la fluctuación natural (estacional) y manteniendo un flujo constante de entre 10 y 30 m<sup>3</sup>/s durante el periodo que dure el llenado que será de aproximadamente 16 meses. Cabe señalar que el gasto de 30 m<sup>3</sup>/s es superior al promedio mínimo del mes más seco del año (aproximadamente en un 50%).

Al reducir la velocidad del agua, el embalse funcionará como una trampa de sedimentos ocasionado una reducción del material en suspensión y disminuyendo en consecuencia la turbidez del río. El nuevo caudal provocará un cambio en el orden de magnitud de las corrientes, lo que generará una zona de calmas en la desembocadura que ayudará a que los sedimentos que llegan a esta zona se depositen. La influencia del río sobre el comportamiento de la desembocadura contribuye, pero la marea es la que gobierna el sistema y muy posiblemente, la barra en la desembocadura quede más propensa a ser erosionada durante el llenado.

Por las características del río, no se espera que durante esta etapa se tengan repercusiones relevantes sobre la biota acuática ni la vegetación riparia existente aguas abajo de la cortina de la presa, salvo aquellos organismos bentónicos y plantas que se encuentren sobre las márgenes fuera del área del nuevo cauce del río.

Otro cambio evidente es el paso de un cuerpo de agua lótico (el río) a un cuerpo de agua léntico (el embalse creado). Este nuevo cuerpo de agua tendrá condiciones hidrodinámicas y de calidad del agua diferentes a las que prevalecen en el río. La profundidad del embalse ocasionará que en algunas épocas del año se presente una estratificación térmica, lo que limitará la circulación del agua, generando condiciones de anoxia en las partes más profundas del embalse, lo cual favorecerá el proceso de degradación de la materia orgánica. La presencia de gran cantidad de materia orgánica proveniente de la vegetación que fue inundada tendrá un efecto relevante durante los primeros años de existencia del embalse, aportando grandes cantidades de nutrientes, lo cual puede ocasionar que se de un desarrollo relevante de fitoplancton y de los niveles tróficos superiores, así como un incremento en la demanda bioquímica de oxígeno (DBO); contribuyendo a la generación de condiciones anóxicas, en especial en las zonas profundas del embalse. Es posible que las condiciones anaeróbicas en el embalse den lugar a la producción de metanos y ácido sulfhídrico; este último puede tener efectos en las poblaciones de vegetación y fauna acuática del embalse.

Por el cambio sustantivo en las condiciones del cuerpo de agua, en el embalse se espera que la comunidad biótica, en especial del necton y bentos, cambie sustancialmente. En el caso de la comunidad planctónica que predomina en el río, ésta es dominada por las poblaciones que existen actualmente en el embalse de la presa La Venta, por lo que la expectativa sería una comunidad similar a la que se observa actualmente. En las partes profundas del cuerpo de agua se espera que la riqueza biológica sea reducida debido a la menor penetración de la luz y a las condiciones de anoxia que se podrán presentar de manera recurrente.

Durante los primeros años de vida útil del embalse es posible que se presente una mayor abundancia de especies neotónicas (peces), lo cual puede convertirse en un recurso económico relevante; sin embargo, después de algunos años se esperaría un declive en la productividad de la presa (por el agotamiento de la materia orgánica inundada, fuente primaria de nutrientes).

Otro aspecto relevante de la formación del embalse, es la inundación de 14 213 ha, con lo cual se perderá una superficie considerable de terrenos forestales o con aptitud forestal. También se inundará la mayor parte de los terrenos de clase II y III, en los cuales se obtiene una gran proporción de la producción agrícola del área de estudio, además de una cantidad considerable de terrenos, que si bien son de baja aptitud agrícola, son utilizados para cultivos anuales mediante el sistema de roza - tumba y quema. Estos terrenos son también la fuente de recursos forestales, los cuales son la principal fuente de combustible en la zona, además de ser empleados para construcción y cercas. Aproximadamente el 49 % de la superficie del terreno que será inundado está cubierto por vegetación modificada de manera sustancial por las actividades agropecuarias y la mayor parte de ellas son desmontadas periódicamente. El embalse se convertirá además, en una barrera para la dispersión de muchos de los seres vivos; pero debido a las condiciones actuales de fragmentación y aislamiento de las zonas de vegetación original en buen estado de conservación, se estima que la presa no tendrá un efecto relevante en este sentido.

La pérdida de terrenos por el embalse reducirá la producción agrícola en los ejidos que serán afectados, lo cual podrá ocasionar mayor presión humana sobre las áreas circundantes, en especial sobre los suelos y los recursos bióticos. Esta pérdida de producción agrícola repercutirá en el ingreso de los habitantes de la zona, lo cual puede afectar negativamente sus condiciones de vida e incrementar el grado de marginación así como las tasas de emigración. Esta situación puede verse compensada en alguna medida por las oportunidades de actividades económicas que se pudieran abrir con el embalse, como podrían ser la pesca o actividades turístico-recreativas, y la posibilidad de que éste se utilice como una vía de comunicación que permita un mayor movimiento de insumos y productos en la región.

El embalse, en general no representa un riesgo para la sobrevivencia de las poblaciones biológicas que habitan en el área de estudio, ya que la mayor parte de la superficie que será embalsada está cubierta por comunidades secundarias y la mayoría de las especies que se encuentran en ella son de amplia distribución y muchas de ellas favorecidas por el disturbio. Las zonas donde se presenta la mayor riqueza y abundancia de especies, incluidas aquellas consideradas como prioritarias para la conservación, se encuentran fuera de la zona del embalse (Cerro del Tepehuaje y Cerro las Piñas).

El llenado del embalse inundará 24 poblados donde viven alrededor de 3000 personas. De acuerdo con los planes de reacomodo de poblados que contempla la CFE, se pretende que los habitantes tengan mejores condiciones de vida que las actuales al proporcionarles vivienda de acuerdo a lo que ellos desean y suministrarles los servicios básicos, muchos de los cuales carecen actualmente, así como desarrollar mejores comunicaciones a las actuales. Sin embargo, la construcción de los poblados generará cambios de uso del suelo, tanto en forma directa por la construcción del sistema urbano, como para el desarrollo de las actividades agropecuarias que son el sustento de la economía del área de estudio.



Una vez lleno el embalse, éste permitirá darle mayor certidumbre al suministro regional de agua ya que se tendrá un aporte regular de agua en la porción del río ubicada en la planicie costera. Esto es de relevancia por el crecimiento previsto en la oferta turística en Acapulco, ya que este puerto se abastece del agua del río Papagayo.

### ***Operación de la Central Hidroeléctrica***

Una vez que inicie la operación de la central, las condiciones hidrodinámicas del río se volverán a modificar: Se contempla un gasto promedio de 748 m<sup>3</sup>/s durante 4 horas al día (durante las horas del día con mayor demanda de energía) y las restantes 20 horas las compuertas se cerrarían, por lo que el gasto en el río llegaría prácticamente a cero. De acuerdo con las simulaciones realizadas bajo estas condiciones se producirían erosión en el cauce del río aguas abajo de la cortina y en la desembocadura. Sin embargo, estos cambios en la desembocadura no tendrían repercusiones relevantes sobre otros aspectos. Bajo estas condiciones extremas y de fluctuación tan rápida en el gasto del río se espera que las comunidades bióticas sean modificadas sustancialmente, sin que se pueda precisar cuales especies permanecerán y cuales podrán colonizar el nuevo ambiente. Es altamente probable que la riqueza y abundancia biótica en el río se reduzca y la escasa pesca podría desaparecer. Comunidades como la de los langostinos se verán afectadas al no poder seguir con su ruta habitual que los lleva del estuario hacia aguas arriba.

El gasto de operación implica una descarga de poco más de 10 millones de m<sup>3</sup> de agua en únicamente cuatro horas; se prevé que esto provoque un cambio en el perfil de fondo del río (Figura V.1.1.3) en los primeros 15 km después de la cortina de la C.H. La Parota; sin embargo, se estima que la erosión del cauce no volvería rocoso el lecho del río antes de 50 años.

La descarga de 748 m<sup>3</sup>/s durante cuatro horas modificaría la boca y probablemente la pequeña porción de la barra que limita el manglar dentro de la laguna de Tres Palos y el mar; esto debido al decremento en la concentración de sedimentos y al incremento de la velocidad del agua. Es de esperarse también, que la cuña salina del estuario desaparezca durante estas cuatro horas ya que el río sería quien dominaría el sistema en este lapso.

En las 20 horas restantes del día, cuando no se derive gasto alguno de la presa, se espera que haya una mayor penetración de agua de mar sobre su cauce, lo cual además de modificar las características físicas y químicas del agua, podrá incrementar la concentración de sales en los suelos aledaños al cauce del río en la zona próxima a la desembocadura, sin que se conozca al momento la intensidad de la penetración salina bajo estas condiciones. No obstante se estima que ello repercutirá sobre la productividad de los suelos.

Asimismo, el cambio en el caudal del río ocasionará la desaparición de zonas de rápidos, donde se desarrolla la comunidad bentónica más diversa en el río dentro del área de estudio (cabe recordar que la riqueza y abundancia en el río es baja).

La existencia del embalse permite tener un mayor tiempo de respuesta por parte de autoridades o población en el caso de que se presenten los eventos extraordinarios de

crecida del río, que ocurren de manera natural. Este es un elemento que se debe considerar para minimizar la posibilidad de que se desarrollen asentamientos humanos en áreas, que debido a la menor incidencia de eventos de inundación le diera a los habitantes la percepción de que son seguras, sin que realmente lo sean.

### **Reacomodo**

En cuanto al reacomodo de poblados, además de los cambios geográficos, puede haber un cambio al incrementarse la presión sobre el suelo y los recursos bióticos, ya que los habitantes buscarán compensar la pérdida de terrenos agrícolas y pecuarios. Para ello será necesario abrir nuevas áreas, incrementar la explotación de áreas ya modificadas y/o introducir nuevas alternativas productivas en las localidades involucradas.

Sin la modificación o introducción de alternativas productivas y, por lo tanto, manteniéndose los patrones de aprovechamiento de los recursos naturales por parte de los habitantes, la consecuencia será que se incremente la erosión del suelo y la pérdida de vegetación y hábitats de la fauna silvestre. Lo anterior, en un futuro mediano, se podrá revertir negativamente sobre las condiciones de vida de la población.

CFE desarrollará los nuevos asentamientos compensando el equipamiento afectado e incorporando algunos otros los servicios necesarios (agua luz, drenaje, etc.) y con comunicaciones adecuadas, lo cual permitirá mejorar las condiciones generales de vida de la población y con condiciones para llevar a cabo un mejor intercambio comercial.

### ***V.1.2 Identificación y descripción de las fuentes de cambio, perturbaciones y efectos***

El sistema ambiental regional donde se pretende realizar este proyecto es un sistema dinámico sujeto a cambios inducidos de forma natural por diversas fuentes, perturbaciones y efectos. Esto hace que el escenario donde se ubique el proyecto lleve de por sí ciertas tendencias de cambio, sobre las que actuarán diferentes actividades del proyecto. Las acciones del proyecto pueden ocasionar **efectos** sobre el sistema ambiental cuando modifican ligeramente algún componente ambiental y existe una relación de causa-efecto sobre algún otro componente. Asimismo se considera que un **cambio** estará dado cuando se sustituya algún aspecto de un componente ambiental por otro, mientras que una **perturbación** se refiere a una alteración o modificación en las cualidades de algún factor ambiental. En este sentido se analizaron las acciones del proyecto como posibles fuentes de cambio, perturbación y efecto; mismas que se presentan en el cuadro V.1.2.1.

Cuadro V.1.2.1.- Acciones del proyecto que constituyen fuentes de cambio, perturbación o efectos en los componentes ambientales del sistema, de acuerdo con el programa de obra señalado por CFE.

Actividades o Acciones del proyecto por etapa	Inocua o mínima alteración	Tiene cierto Efecto	Genera una Perturb.	Produce un Cambio
<b>Actividades previas a la construcción</b>				
1 Estudios de preconstrucción	X			
2 Diseño ejecutivo del proyecto	X			
3 Obtención de permisos y dictamen de viabilidad del proyecto	X			
4 Estudios ambientales	X			
5 Estudios sociales	X			
6 Estudio de reacomodo de poblados	X			
7 Obtención de derechos inmobiliarios	X			
8 Integración de paquete de concurso	X			
9 Licitación adjudicación y contratación	X			
		Nota: Estas actividades previas a la construcción ya han sido autorizadas por SEMARNAT		
<b>Construcción de obras de infraestructura</b>				
10 Línea de transmisión y subestación de 115 kV		X		
11 Camino de acceso definitivo			X	
12 Campamentos y oficinas de CFE			X	
13 Instalaciones del contratista			x	
14 Obras y acciones en materia de protección ambiental		x		
15 Reacomodo de poblados				x
<b>Construcción de obras de desvío</b>				
16 Excavación y tratamiento de portales		X		
17 Excavación y tratamiento de túneles		X		
18 Colado de plantilla de túneles	X			
19 Lumbreras y montaje de compuertas	X			
20 Desvío del río		x		
<b>Construcción de ataguías</b>			X	
21 Caminos de acceso y explotación de bancos de materiales			x	
22 Colado de pantalla impermeable	X			
23 Colocación de materiales	x			
<b>Construcción obras de contención</b>				
24 Caminos de acceso y prep. bancos materiales y almacenes			X	
25 Excavación del cauce y laderas de cortina			X	
26 Obtención de arcilla, tratam., almacenamiento y colocación			X	
27 Colocación de materiales en cortina		X		
28 Instrumentación cuerpo de la cortina	x			
29 Galerías y tratamiento de laderas		x		
30 Diques			x	
<b>Construcción obra de excedencias (vertedor)</b>				
31 Excavación y tratamientos		x		
32 Colado de concretos	X			
33 Montaje de compuertas	x			
<b>Construcción planta hidroeléctrica</b>				
<b>Obra de Toma</b>				
34 Excavación y tratamientos			x	
35 Colado de concretos	X			
36 Montaje de compuertas	x			
<b>Tuberías a presión</b>				
37 Excavación y tratamientos			x	
38 Montaje de tuberías	X			
39 Empaque e inyección de tuberías	x			
<b>Subestación eléctrica</b>				
40 Excavación y tratamientos			x	
41 Colado de concretos	X			
42 Montaje de equipos	x			

<b>Galerías de oscilación y desfogue</b>					
43	Excavación y tratamientos			x	
44	Colado de concretos	X			
45	Montaje de compuertas	x			
<b>Casa de máquinas</b>					
46	Excavación y tratamiento del portal y túnel de acceso			X	
47	Excavación y tratamientos de caverna			x	
48	Primeros colados de concreto	x			
<b>Montaje de equipos electromecánicos</b>					
49	Ingeniería y diseño de los equipos	X			
50	Fabricación y suministro de equipos	X			
51	Montaje de equipos	x			
<b>Llenado del embalse</b>					
52	Inundación del área de embalse				x
<b>Pruebas de operación</b>					
53	Pruebas, sincronización y operación comercial U1			X	
54	Pruebas, sincronización y operación comercial U2			X	
55	Pruebas, sincronización y operación comercial U3			x	
<b>Operación</b>					
56	Desfogue durante la operación (748 m <sup>3</sup> /s por 4 horas, 0 m <sup>3</sup> /s por 20 hrs)				x

**V.1.3 Estimación cualitativa y cuantitativa de los cambios generados en el sistema ambiental regional**

En el siguiente apartado se estiman cualitativa y cuantitativamente los cambios en los principales componentes del sistema ambiental regional como resultado de la construcción del proyecto hidroeléctrico. Es decir, así como en el apartado correspondiente de cambios tendenciales en los factores ambientales del capítulo IV se simulan las tendencias de cambio esperadas en diversos parámetros de los componentes ambientales, en este apartado se simulan las variaciones de dichas tendencias al momento de construir la presa y durante su operación.

El sistema ambiental regional está conformado por diversos factores ambientales que interactúan en mayor o menor medida. Los cambios que ocurren de manera directa sobre alguno de los factores, derivado o no del proyecto, repercuten en otros factores asociados a éste primero. La complejidad de las interacciones y la cantidad de factores hacen que resulte muy difícil estimar de manera conjunta (en un solo modelo) los cambios generados en el sistema, por lo que se ha diseñado un diagrama general de interacciones (figura V.1.3.1), del cual se desprenden una serie de modelos cuantitativos que permiten analizar los cambios esperados en los principales procesos del sistema ambiental regional, como producto de la construcción del proyecto.

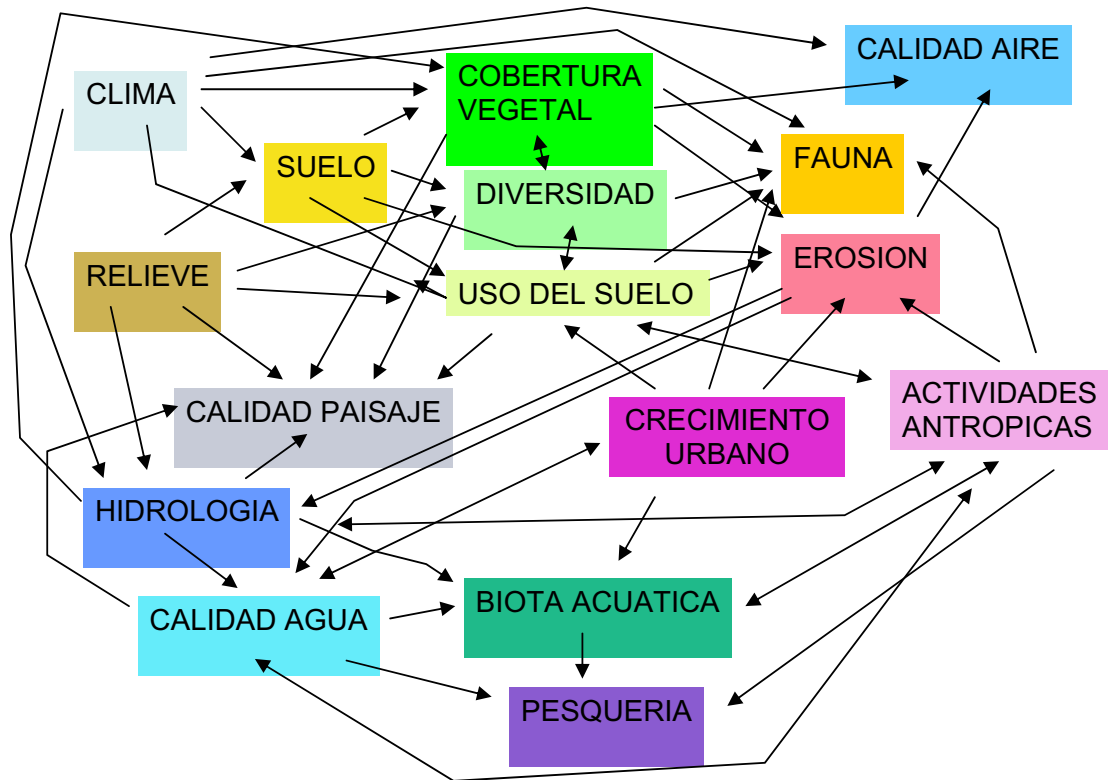


Figura V.1.3.1.- Diagrama de los principales factores dentro del sistema ambiental regional y sus principales interacciones. El sistema ambiental en el área de estudio es mucho más complejo de lo aquí esquematizado, sin embargo, por efectos de interpretación, no se incluyen todos los factores o interacciones.

La modelación del funcionamiento integral y cambios esperados en sistemas complejos como el existente en La Parota resulta difícil debido a problemas de escala, falta de datos o poco conocimiento sobre la forma y dimensiones de las interacciones, entre otros; además de que su interpretación resulta muy confusa. Hay metodologías semi cuantitativas que permiten analizar este tipo de modelos conceptuales (p.ej. K-sim y G-sim), sin embargo, éstas son hasta cierto punto subjetivas y no permiten un análisis detallado de los efectos esperados una vez construido el proyecto. Motivo de ello, en este trabajo se han seleccionado diversos procesos de importancia para analizar de forma cuantitativa el efecto del proyecto hidroeléctrico sobre diferentes componentes del ambiente. Se considera que modelar los procesos es más objetivo, cuantitativo y preciso que pretender modelar sistemas complejos.

Los modelos para evaluar los cambios en diferentes procesos importantes dentro del sistema ambiental regional han sido divididos por áreas, y en la mayoría de los casos, retoman el modelado que se hizo del comportamiento tendencial de los diferentes procesos ambientales, sin la ejecución del proyecto, y que se presentaron en el capítulo IV. Tal y como se requiere en este punto dentro de los términos de referencia, se incluyen datos detallados referentes a la metodología de cálculo y modelación utilizada.

## **A) Modelos Climáticos**

### **A.1.- Generación y disipación de niebla**

La niebla ocurre en los meses de otoño, probablemente debida al descenso de la temperatura y a la humedad remanente en vegetación y suelo como se señala en el apartado correspondiente del capítulo IV. Los eventos de neblina se mantienen hasta finales del invierno, en relación con los descensos de temperatura. La primavera está prácticamente exenta de eventos de niebla debido a que la radiación solar es máxima y la humedad en suelo y vegetación es mínima.

Debido a su importancia el pronóstico de formación y disipación de niebla constituye un problema de gran interés entre la comunidad meteorológica. Para analizar con mayor detalle espacial y temporal la formación y evolución de un evento de niebla ocurrido recientemente sobre la región de la Parota se utilizó el modelo numérico de la atmósfera con alta resolución espacial y simulación de procesos físicos (MM5). (ver anexo CFN del capítulo IV).

Como resultado de la anterior simulación, la figura A.1.1 muestra la serie de tiempo estimada para la humedad relativa en la estación de La Parota con y sin el embalse. Puede observarse que los cambios casi son imperceptibles, aunque se puede notar que, con el embalse, los valores altos de humedad relativa tardan un poco un más para disminuir, entre las 5 y 9 de la mañana, periodo de formación y disipación de la neblina. Es difícil, sin embargo, afirmar que eso alteraría el tiempo que tarda la neblina en disiparse, ya que incluso el modelo numérico no tiene la precisión espacial o temporal suficiente para tal determinación.

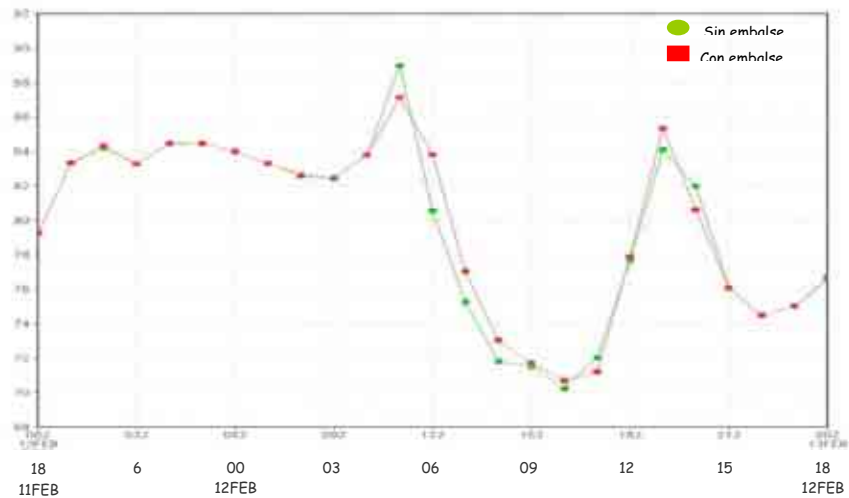


Figura A.1.1.- Evolución de la humedad relativa en superficie en la estación de La Parota con y sin el embalse simulada para el evento de 12 de febrero de 2000.

El modelo de mesoescala, alimentado por datos de escala sinóptica, reproduce adecuadamente aire con humedad relativa cercana al 80%, las bajas temperaturas y los vientos débiles presentes en la mayoría de los eventos de neblina del tipo que afecta la región.

A partir del análisis practicado se puede señalar que la conclusión más importante es que las neblinas que se formarán sobre el embalse generalmente son de un tamaño y profundidad que no se espera que afecten la operación de carreteras y otras actividades en la cercanía y desaparecen rápidamente con la salida del sol. Para el área de estudio se espera un aumento de la humedad de superficie, debido al incremento de pastizales o agua, lo cual favorece la formación de bancos de niebla someros ("patchy fog") que es generalmente muy tenue y rápidamente disipada con cielo despejado y el enfriamiento nocturno. Ese tipo de niebla es muy similar a la que ocurre en pasto húmedo por la mañana y la tarde.

Por tanto, el conocimiento que sobre estos procesos se tiene, sugiere que la duración de las neblinas del tipo que afectan las operaciones y actividades en la región no se verá sensiblemente afectada por el cambio de uso de suelo. La construcción del embalse probablemente no alterará el número de eventos de niebla que afecta significativamente las operaciones de la carretera, dado que éstas están asociadas a procesos de escala sinóptica o mesoescala.

## A.2.- Cambios esperados en parámetros climáticos con la construcción de la presa

### A.2.1.- Cambios tendenciales esperados (sin proyecto)

Como se mencionó en el capítulo IV, la predecibilidad climática en la región es alta. La tendencia de la temperatura en la región de Guerrero es de un aumento de



aproximadamente 1°C en cada 100 años (promedio en un área de 100 km X 100 km). La humedad también presenta una tendencia a aumentar (menos de 5% en 100 años) y la precipitación con una ligera tendencia a aumentar (menos del 1% en 100 años), aunque modulado por variaciones de muy baja frecuencia.

Al sumar las tendencias a los cambios modelados con la presa (cambios de uso de suelo), los aumentos esperados serían:

Temperatura: aumento en 1.5°C en cien años

Humedad: aumentos de 5.5% en cien años

Precipitación: aumento de 1% en cien años

Se puede concluir que los cambios en la región por cambio de uso de suelo, P.H. La Parota y por gases de efecto invernadero serían muy pequeños.

#### **A.2.2.- Cambios de clima esperados con la construcción del embalse de la presa la Parota utilizando el modelo de mesoescala versión 5 (MM5).**

El modelo utilizado para este estudio ha sido empleado por la comunidad meteorológica desde hace varios años y es considerado robusto para este tipo de experimentos. Los detalles del modelo pueden ser encontrados en la literatura.

En el presente informe sólo se describen las características de los experimentos desarrollados para analizar el impacto del cambio en el uso de suelo. El Modelo de Mesoescala Versión 5 (MM5) considera información sobre el uso de suelo y sobre la topografía. Estos elementos son los más importantes en determinar las características del clima y su variabilidad. En algunos casos, los cambios en el uso de suelo pueden inducir cambios a escala local.

La simulación consideró dos épocas del año contrastantes como son verano (julio) e invierno (diciembre). La metodología consiste en simular el clima de esos dos meses con el uso de suelo actual, y con el uso de suelo alterado en la región de La Parota, donde se coloca un cuerpo de agua que simula el embalse (Figura A.2.2.1a) y se alisa la topografía (Figura A.2.2.1b), como corresponde a un cuerpo de agua, y como ocurrirá en el futuro. Las diferencias entre el experimento de control y el del uso de suelo modificado se estiman, dando como resultado una medida del impacto que tendrá en el clima regional y local la presa La Parota.

**Esta metodología resulta novedosa**, pues permite generar escenarios consistentes desde el punto de vista de la dinámica del clima, en un sentido parecido al de los pronósticos climáticos.

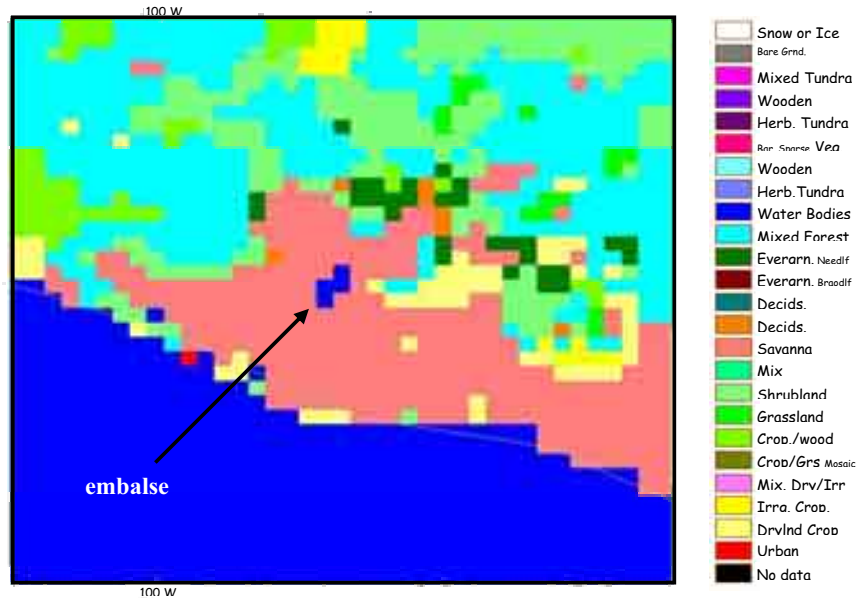


Figura A.2.2.1a.- Mapa del uso de suelo con el embalse

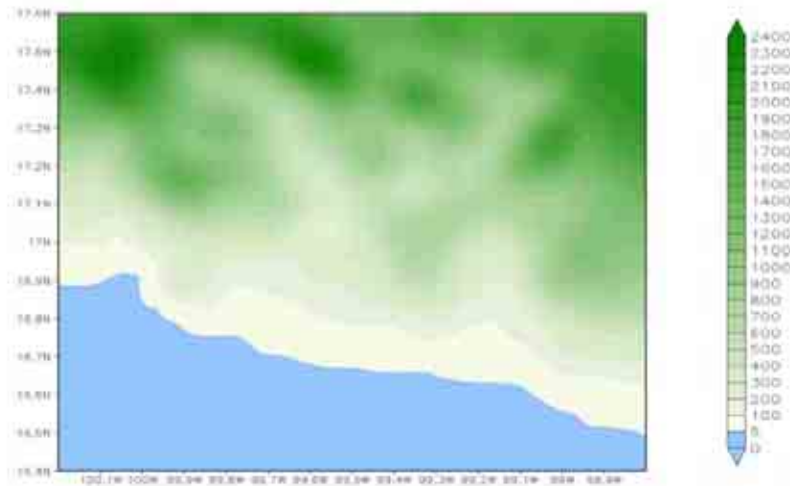


Figura A.2.2.1b.- Mapa de la topografía

La primera parte consiste en mostrar que el modelo reproduce los elementos básicos del clima como son el patrón de la temperatura de superficie (Figura A.2.2.2) o ciclo diurno tanto de temperatura, como de viento (Figura A.2.2.3). En el primer caso es claro que la temperatura en verano es mayor que la de invierno, aunque sólo en unos cuantos grados, como se encontró en las observaciones.

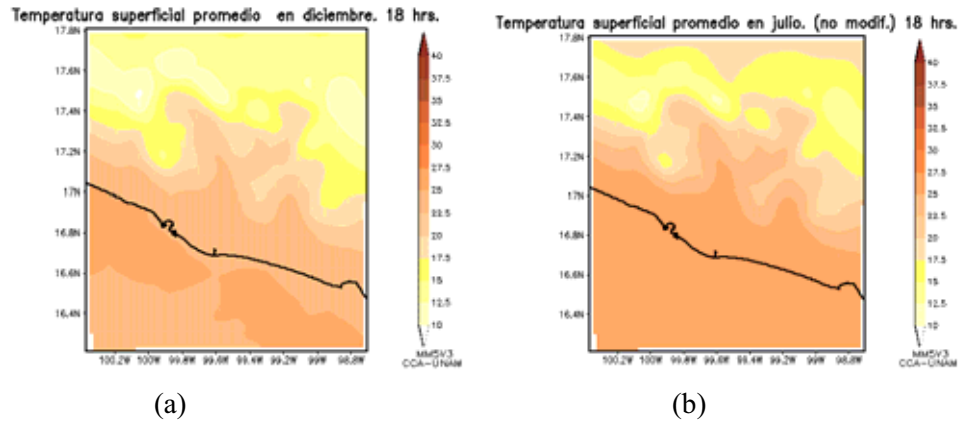


Figura A.2.2.2.- Temperatura superficial promedio en diciembre (a) y julio (b) para las 18 horas local.

En el caso del uso de viento, se observa que el modelo reproduce el ciclo diurno del viento, con una brisa de mar que se extiende casi hasta los límites del embalse, principalmente en las horas de la mañana. Este elemento resulta interesante, pues los datos hasta ahora reportados en las estaciones parecen sólo reflejar una de las horas del día. Muy probablemente, los reportes están equivocados para la mayoría de las estaciones de la región.

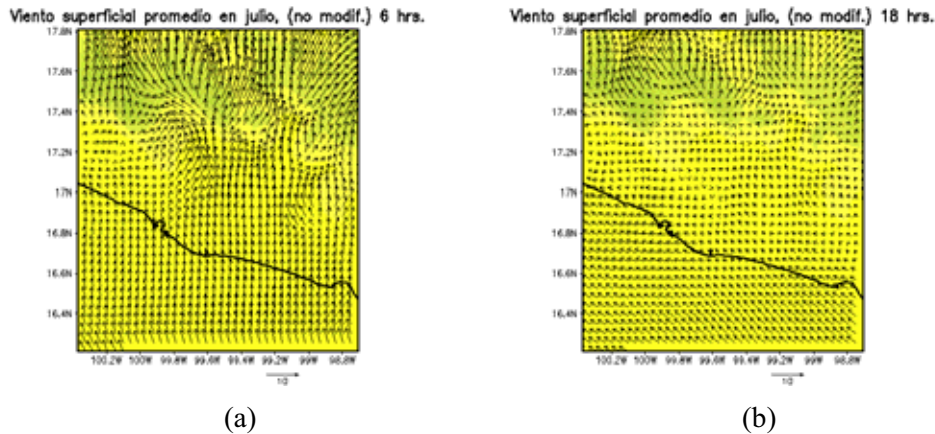


Figura A.2.2.3.- Viento superficial promedio en (a) para las 6 horas local (b) para las 18 horas local.

A continuación, se puede proceder a estimar los cambios en invierno y verano de parámetros meteorológicos de relevancia como son la temperatura, los vientos o la humedad relativa. Por simplicidad sólo se muestran algunos ejemplos de los analizados en el estudio.

La diferencia en temperatura en invierno durante la mañana, en la zona del embalse puede ser ligeramente menores que cuando se tiene selva baja. El cambio esperado en temperatura sin embargo es de 0.5°C o menor en un radio menor a 5km. Fuera de ahí, el sistema climático permanece prácticamente inalterado. En el caso del verano, los cambios

en la temperatura son también pequeños, de menos de 0.5°C, lo que haría ligeramente más fresco el ambiente, aunque sería prácticamente imperceptible para la gente. Agua abajo del embalse, los experimentos sugieren que en las horas de la tarde del verano ocurrirían temperaturas ligeramente más altas, quizá por un aumento en los vientos que descienden de la montaña y convergen hacia el embalse. Como en el caso anterior, el efecto es muy pequeño como para ser considerado de importancia, aun en los límites de la presa (figura A.2.2.4).

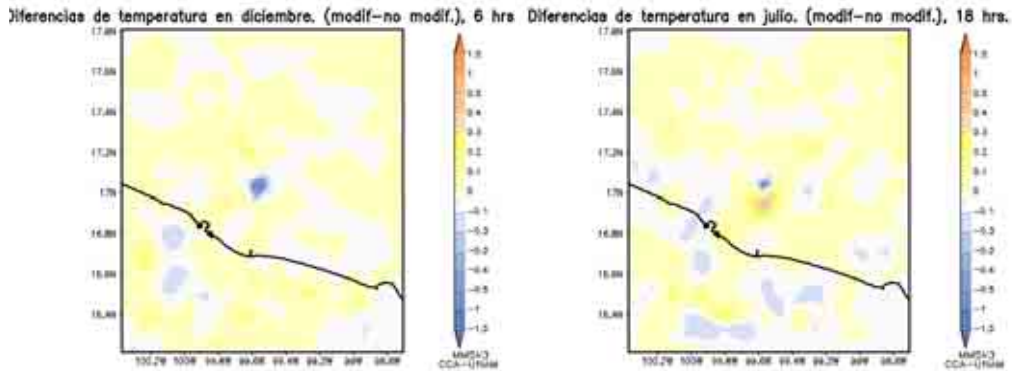


Figura A.2.2.4.- Diferencia de temperatura en promedio de superficie entre la simulación con y sin el embalse en diciembre para las 6 horas local (a), (b) julio para las 18 horas local.

La humedad relativa en la región muy cercana al embalse puede aumentar durante las horas de la mañana, y disminuir ligeramente durante la tarde (figura A.2.2.5). Tal condición podría resultar en un ligerísimo aumento hacia lo considerado como confort humano. Sin embargo, los cambios son tan pequeños que la variabilidad en estos parámetro de un día a otro los hará inapreciables.

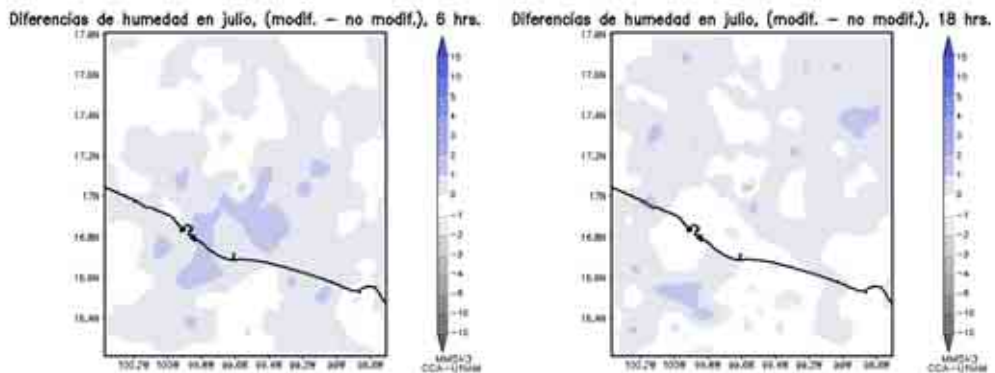
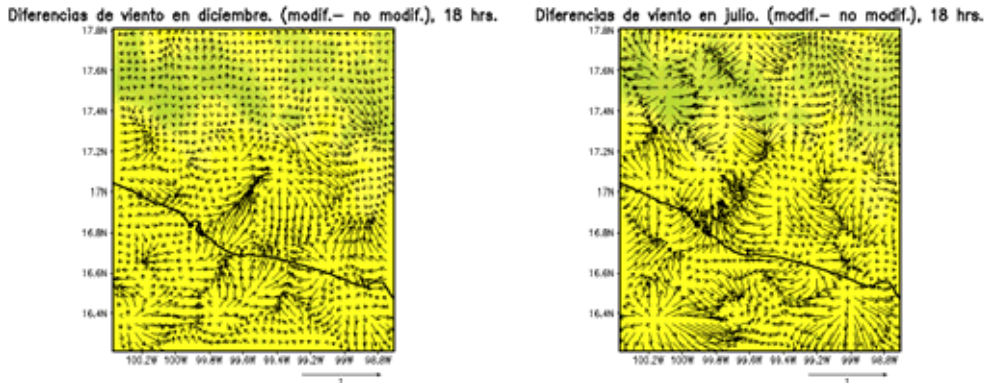


Figura A.2.2.5.- Diferencia de humedad relativa en promedio de superficie entre la simulación con y sin el embalse en diciembre (a) para las 6 horas local (b) para las 18 horas local.

En el caso del viento, la presencia de un cuerpo de agua con temperatura casi constante por la fuerte inercia térmica del agua, refuerza la convergencia hacia ese punto. Así, puede esperarse que aparezcan ligeras brisas ( $< 0.5 \text{ ms}^{-1}$ ) hacia el cuerpo de agua, pero de magnitud muy reducida (figura A.2.2.6).



*Figura A.2.2.6.- Diferencia de viento en promedio de superficie entre la simulación con y sin el embalse en (a) diciembre (b) julio para las 18 horas local.*

En resumen, los cambios, aun dentro de un radio de 5 km, serán muy pequeños y definitivamente serán poco perceptibles considerando las variaciones naturales del clima. En todo caso, los pequeños cambios registrados por el modelo indican una cierta tendencia hacia condiciones climáticas ligeramente más favorables que las actuales.

No se hace mención de cambios en la lluvia, pues los elementos que controlan las precipitaciones (ciclones tropicales, ondas del este) poco tiene que ver con las condiciones locales, por lo que su variabilidad poco tendrá que ver con la presencia de la Presa Hidroeléctrica, aun en puntos muy cercanos a ésta.

## **B) Modelos Hidráulicos**

### **B.1.- Termo-hidrodinámica del embalse**

#### *Introducción*

Para el estudio numérico de la hidrodinámica y el transporte de diferentes especies de un cuerpo de agua, como lo puede ser una presa, es necesario el uso de modelos que sean capaces de tomar en cuenta la mayor cantidad de parámetros y variables del problema, sin que esto signifique cálculos costosos y complejos. En muchos problemas hidrológicos, la utilización de modelos bidimensionales, permite un estudio completo de los fenómenos, con un mínimo de tiempo y de recursos computacionales.

Estos modelos bidimensionales, consideran un promedio en alguna de las direcciones transversales al flujo. Las ecuaciones de aguas someras, promedian las ecuaciones de transporte en la vertical. Esto permite captar los fenómenos transversales, que son más importantes que los verticales cuando esta dimensión es mucho más pequeña que el resto de las direcciones, por ejemplo en bahías y costas.

En el caso de ríos donde la dirección horizontal es pequeña, o en flujos donde el transporte vertical de materiales es importante y éste puede estar dado por fenómenos térmicos debidos a diferenciales de temperatura entre el fondo y la superficie, el promediar las ecuaciones de transporte en la horizontal se impone.

#### *Código de cálculo*

Para el estudio inicial de la hidrodinámica y de la calidad del agua de la P.H. La Parota en el estado de Guerrero, se utilizó un código de cálculo desarrollado por el *U.S. Corps of Engineering*. Este código promedia las ecuaciones de transporte en la horizontal, quedando un código bidimensional, longitudinal/vertical, capaz de estudiar:

- Hidrodinámica
- Biología acuática
- Química acuática
- Intercambios energéticos

Al hacerse un promedio en la lateral, el problema hidrodinámico se reduce a un resolver un sistema de tres ecuaciones (continuidad y cantidad de movimiento en la longitudinal y vertical) con tres incógnitas, velocidad longitudinal, velocidad vertical y presión. Las ecuaciones de transporte de las especies de calidad del agua, se agregan según la necesidad. Cada una de estas ecuaciones, cuenta con términos de fuentes y sumideros según su comportamiento e interacción entre varias especies.

El proceso de cálculo inicia con la creación de archivos con la batimetría del cuerpo de agua. Para el código, el río será representado por una serie de rectángulos, segmentos, como se muestra en la figura B.1.1. Cada segmento puede tener varias capas con diferentes profundidades y anchos cada una. Dependiendo de las condiciones de frontera, se necesitan los gastos de entrada y salida, temperaturas del agua de entrada, concentraciones de las diferentes especies, entre los que podemos mencionar:

- Sólidos inorgánicos
- Fitoplancton
- Epifinton
- DBO
- Amoniaco
- Nitritos y nitratos
- Material orgánico
- Oxígeno disuelto

Igualmente se pueden considerar perfiles de entrada, para velocidades, temperatura y especies.

Con respecto a las condiciones de la superficie libre se pueden dar los parámetros para intercambio de gases y energía en forma de calor, lluvias, intercambio, radiación solar y efecto del aire.

Los parámetros hidráulicos, igualmente se tienen que dar, como coeficientes de fricción (Manning o Chezy), coeficientes de dispersión, difusión y parámetros de turbulencia.

Finalmente se necesitan las características meteorológicas del lugar, como: temperaturas, velocidad y dirección del viento a 10m de la superficie, radiación solar, temperatura de bulbo húmedo, nubosidad, sombra debido a la geografía.

#### *Proyecto Hidroeléctrico “La Parota”*

Para el estudio del Proyecto Hidroeléctrico “La Parota”, se necesitaron las variables antes mencionadas para conducir la simulación. El embalse, figura B.1.1, se dividió en 20 segmentos como lo muestra la figura B.1.2. Cada segmento tienen un largo diferente entre si y están conformados por 64 capas con una profundidad de 2.5 metros cada una. Un ejemplo de la malla en una sección transversal se muestra en la figura B.1.3. En la malla computacional se omitieron los afluentes, el río Papagayo y el río Omitlán. En el Apéndice A se muestran las secciones transversales de cada segmento proporcionadas por el grupo del Dr. Gracia del Instituto de Ingeniería. A partir de estas secciones se creó el archivo de batimetría del cuerpo de agua. En el apéndice B se muestra la batimetría de cada sección, como pares de puntos, profundidad-ancho. Nótese que sólo se presentan 16 profundidades (capas) a cada 10 metros. Para mejorar la convergencia numérica, se realizaron interpolaciones lineales entre capas para obtener las 64 capas a 2.5 metros de profundidad cada una.



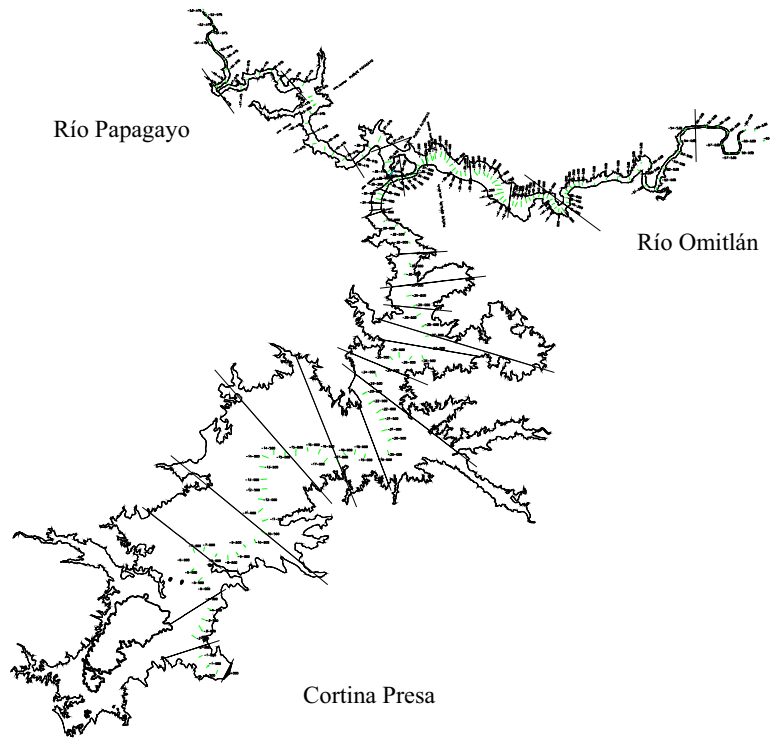


Figura B1.1.1. Embalse y afluentes del P.H. La Parota



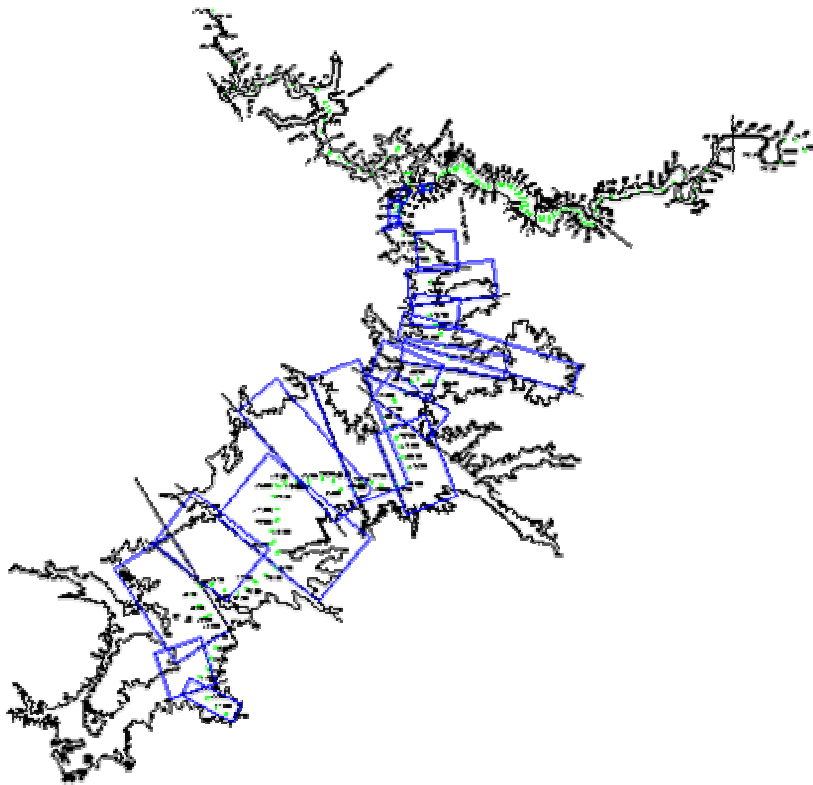


Figura B.1.2.- Embalse y malla computacional, rectángulos azules.

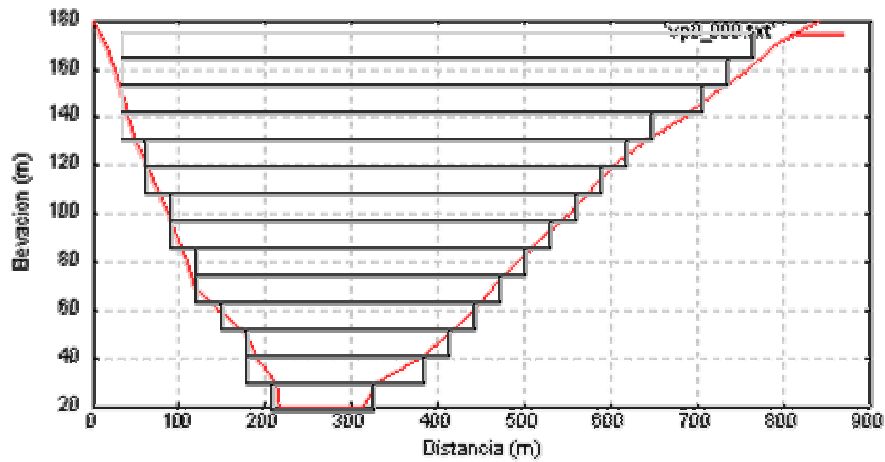
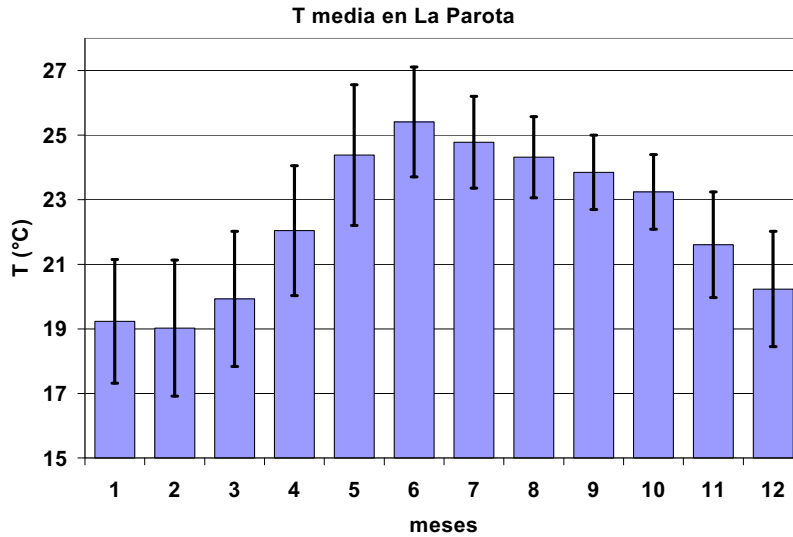


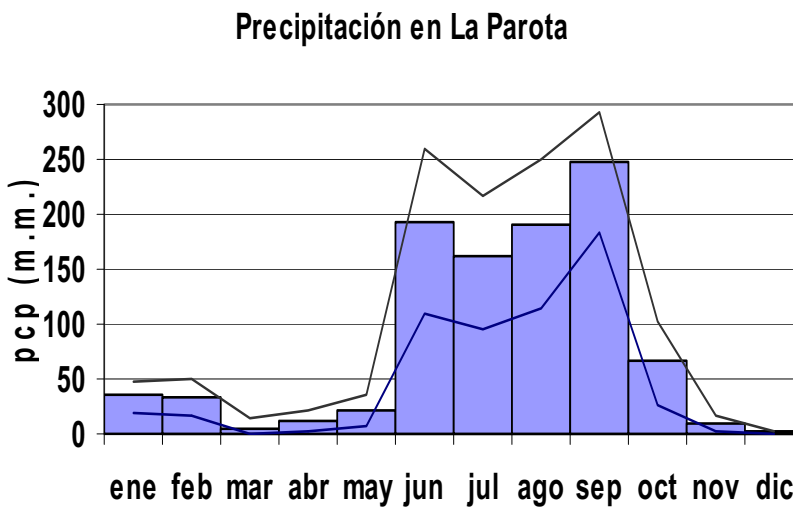
Figura B.1.3.- Ejemplo de la malla de una sección transversal

*Datos climáticos*

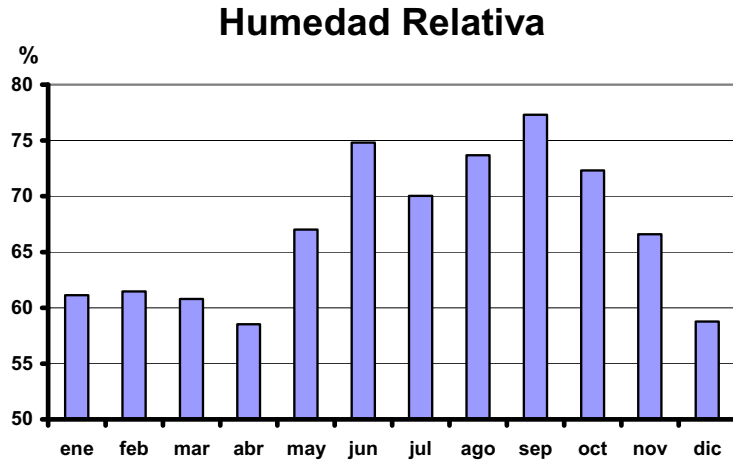
Los datos climáticos, fueron obtenidos del apartado correspondiente de este estudio. Los datos están concentrados en las siguientes gráficas:



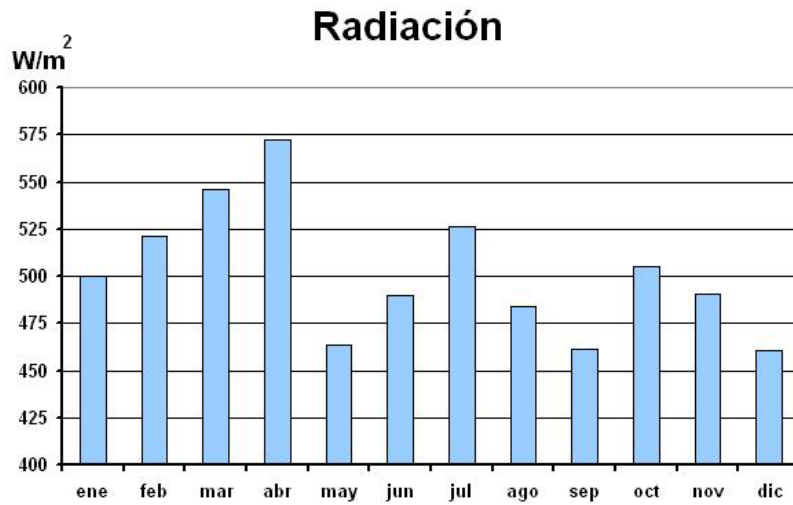
Ciclo anual de la temperatura media en la estación La Parota, Gro. Las líneas negras en la parte superior de las barras corresponden a  $\pm$  una desviación estándar de los valores diarios.



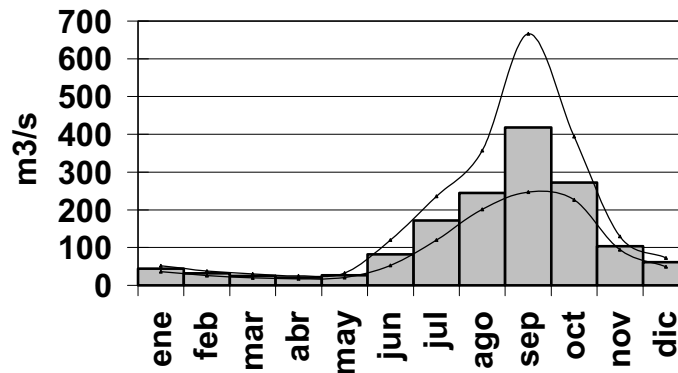
Ciclo anual de la precipitación media en la estación La Parota, Gro. Las líneas negras corresponden a  $\pm$  una desviación estándar de los valores diarios.



. Ciclo anual de la humedad relativa media en la estación La Parota, Gro.



Ciclo anual de la radiación solar media en la estación La Parota, Gro.



. Ciclo anual del gasto media en la estación La Parota, Gro.

#### *Gastos en el embalse y calidad del agua*

Los gastos en [m<sup>3</sup>/s] de entrada utilizados, son los gastos medios medidos de los años de 1999 a 2001, mostrados en el cuadro B.1.1:

Cuadro B.1.1.- Gastos de la estación La Parota considerados

Mes \ Año	1999	2000	2001
Enero	53.2	43.6	36.1
Febrero	34.7	32.9	26.8
Marzo	24.1	26.7	23.6
Abril	16.9	22.8	17.3
Mayo	13.8	33.4	19.9
Junio	88.4	142.7	66.9
Julio	220.2	125.2	168.7
Agosto	331.0	264.4	222.8
Septiembre	533.7	440.5	306.3
Octubre	435.9	231.4	177.8
Noviembre	118.5	82.2	77.0
Diciembre	60.9	50.8	47.8

Para el caso de la presente simulación, se considera que la superficie libre está a una altura de 170 m s.n.m y que se mantiene constante, por lo que el gasto de salida es de igual al gasto de entrada. La temperatura del agua de entrada es igual a la temperatura ambiente. Cabe mencionar que la parte más baja en el embalse, está al pie de la cortina a 20 m.s.n.m.

Como en la mayoría de los embalses, el tiempo de residencia del agua en éste es largo y por lo tanto la modelación del oxígeno disuelto en el agua es de gran importancia desde un punto de vista de reacciones químicas, pero también de la biología en el embalse. En el presente trabajo, se modela el oxígeno disuelto en el agua, considerando como fuentes, la re-aeración y oxígeno aportado por el agua de entrada. Para la re-aeración se utilizaron, las ecuaciones del código numérico, que se basan principalmente en relaciones empíricas. Debido a que las velocidades del agua dentro del embalse son bajas, del orden de cm/s, la re-aeración se realizará principalmente por efecto del viento.

A partir de estos modelos se obtiene la cantidad de oxígeno intercambiado en función de la profundidad del embalse y de la velocidad del aire a 10m de altura, con ecuaciones de la forma  $Ka=aW^b/H$ . W es la velocidad del viento a 10m de la superficie del agua, H profundidad del embalse, a y b son constantes. Por otra parte, se considera que el agua que entra al embalse esta saturada de oxígeno. Esta concentración de saturación se obtiene en función de la temperatura de la forma  $c_{sat}=14.48 - 0.36T + 0.0043T^2$ , donde  $c_{sat}$  esta en mg/l y T en grados Celsius.

El sumidero de oxígeno se localiza en la oxidación de material orgánico, carbónico, nítrico, procesos bioquímicos de plantas y animales, y por la demanda de los sedimentos. Todos estos fenómenos se engloban, en el presente trabajo, en una sola variable, DBO, demanda bioquímica de oxígeno. La cantidad de oxígeno que reacciona con el DBO se obtiene por medio de una relación basada en al formulación de Arrenius:  $K_d=K_{d0}\Theta^{(T-20)}$ ,  $K_d$  es el coeficiente de disminución de oxígeno y DBO que reaccionan,  $K_{d0}$  el coeficiente a 20°C (0.087 d<sup>-1</sup>),  $\Theta$  coeficiente de compensación (1.047) y T la temperatura en grados Celsius. En el tiempo inicial se puso un perfil de concentraciones de DBO, con el fin de considerar la vegetación del fondo. En el fondo del embalse se fijó una concentración de 320 mg/l de DBO, en forma de sedimento.

El intercambio de energía en forma de calor del embalse con el medio ambiente esta dado por el intercambio por conducción (diferencia de temperatura entre el embalse y el medio), radiación solar y pérdidas por evaporación.

### **Resultados de la simulación**

A partir de las condiciones iniciales y de frontera descritas en la sección anterior, se llevó a cabo la simulación de un período correspondiente a un año. Tomando en cuenta que los datos meteorológicos recopilados son promedios mensuales, el intervalo de integración empleado en el modelo matemático para el año simulado fue de un día, utilizando como condiciones de frontera valores interpolados linealmente entre cada mes.

Los resultados numéricos que se presentan a continuación, incluyen por un lado representaciones vectoriales de los patrones de flujo, y por otro, perfiles de temperatura y oxígeno disuelto, que son los parámetros representativos de las condiciones prevalecientes en el embalse.

Debido a la gran cantidad de información generada, se seleccionaron aquellas gráficas que ilustran las condiciones típicas durante un ciclo estacional; es decir se presentan los patrones de flujo característicos de condiciones de estratificación, de mezclado y de recirculación por efecto de enfriamiento superficial del embalse, acompañados por los valores de la temperatura y oxígeno disuelto correspondientes.

Dada la enorme relación longitud-profundidad del embalse, las figuras correspondientes a vectores de velocidad se presentan modificadas por un factor de 1/100 en la longitudinal con el propósito de apreciar tanto a lo largo como a lo profundo del embalse. En la figura B.1.4. se muestra los segmentos 5, 10, 15 y 20 a lo largo de las cuales se han graficado los perfiles de temperatura y oxígeno disuelto.

### *Condiciones de estratificación*

Para mostrar las características del embalse cuando se encuentra en condiciones de estratificación, se presentan los resultados correspondientes a un día del mes de septiembre. En la figura B.1.3 se encuentran graficados los perfiles de velocidad en las 20 secciones referidas en la sección anterior. En las primeras secciones se puede apreciar claramente que los vectores se mueven paralelamente de manera alterna, es decir en la entrada del río en la capa superior hasta una profundidad de aproximadamente 27 m y en sentido opuesto en una capa inferior de espesor mayor a los 20 m. La intensidad de los vectores va disminuyendo a medida que aumenta la profundidad del embalse, ya que tanto el efecto del viento como el de la entrada del flujo se van amortiguando hasta llegar a una zona en donde aún cuando se presentan pequeñas zonas de recirculación, las velocidades del agua son del orden de mm/s.

El mismo efecto se presenta en secciones intermedias a lo largo del embalse variando únicamente la magnitud de los vectores y la profundidad de las capas de agua según la zona, de acuerdo al ancho del embalse, el efecto del viento y los gradientes de temperatura.

### *Condiciones de mezclado*

Para mostrar las características del embalse cuando se encuentran en condiciones de mezclado, se presentan los resultados correspondientes a un día de principios del mes de marzo. En la figura B.1.3 se encuentran graficados los perfiles de velocidad en el embalse. A diferencia de las condiciones de estratificación, el movimiento es más acelerado en la parte inferior del embalse debido a la menor temperatura de ingreso; esto, a su vez, provoca la formación de múltiples zonas de recirculación que contribuyen al mezclado del agua en el embalse.

Los perfiles de temperatura de la figura B.1.4, muestran que la mayor parte del embalse se encuentra a la misma temperatura, existiendo una diferencia máxima de 1 grado entre los valores extremos de la temperatura.

A diferencia de los contornos de temperatura, la distribución de oxígeno disuelto de la figura B.1.5 muestra que, si bien existen zonas más profundas con presencia de oxígeno debido al mezclado, también se forman zonas cerca de la superficie que presentan condiciones con menor contenido de oxígeno debido a que el propio mezclado transporta hacia la superficie agua con mayores concentraciones de DBO que provoca una acelerada disminución de oxígeno (figura B.1.6).

Con el propósito de proporcionar en una sola imagen una idea de la variación anual de las condiciones del agua en el embalse, en la figura B.1.7 se ha graficado la evolución de los perfiles de oxígeno disuelto en la sección cerca de la cortina de la presa para un año.

Para la claridad de la figura, se han incluido solamente los perfiles correspondientes a los días 60, 120, 180, 240 y 300. Se puede apreciar que durante los meses calientes de julio a septiembre se mantiene los grandes gradientes de oxígeno en profundidades relativamente bajas, lo cual es propia de las condiciones de estratificación prevalecientes en estos meses. Para el mes de noviembre se nota que el gradiente se reduce en la parte

superior y su valor disminuye uniformemente después de los 10 m de profundidad. Una condición de mezclado se establece a principios del año y en el mes de marzo, mostrado en la grafica, la condición de mezclado es total mente establecida. Esta condición perdura hasta el mes de mayo. Con respecto a los resultados de la evolución de temperatura y OD, los resultados son consistentes, pero se recomienda una etapa de calibración.

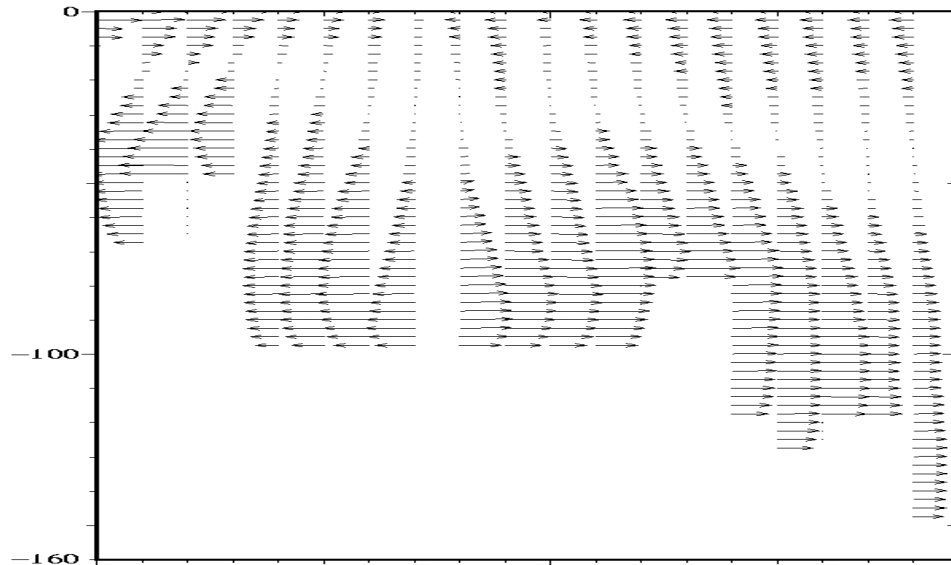


Figura B.1.3.- Perfiles de vectores de velocidad en el embalse bajo condiciones de mezclado.

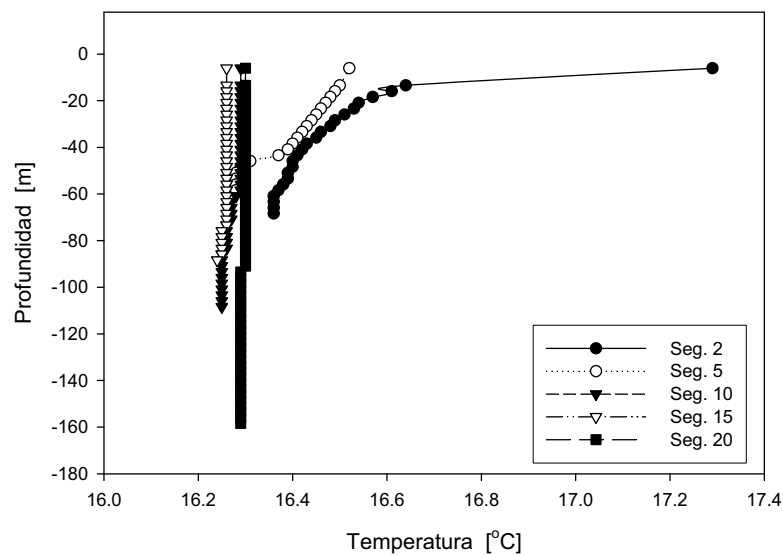


Figura B.1.4.- Perfiles de temperatura en el embalse bajo condiciones de mezclado.

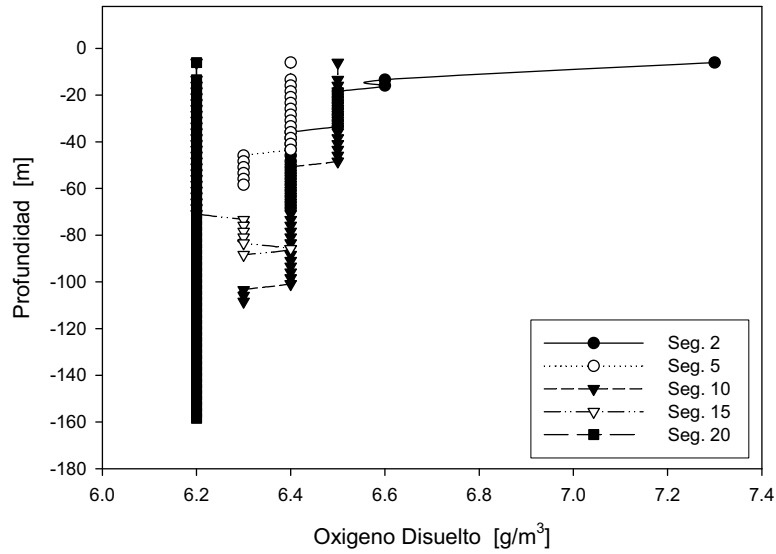


Figura B.1.5. Perfiles de oxígeno disuelto en el embalse bajo condiciones de mezclado.

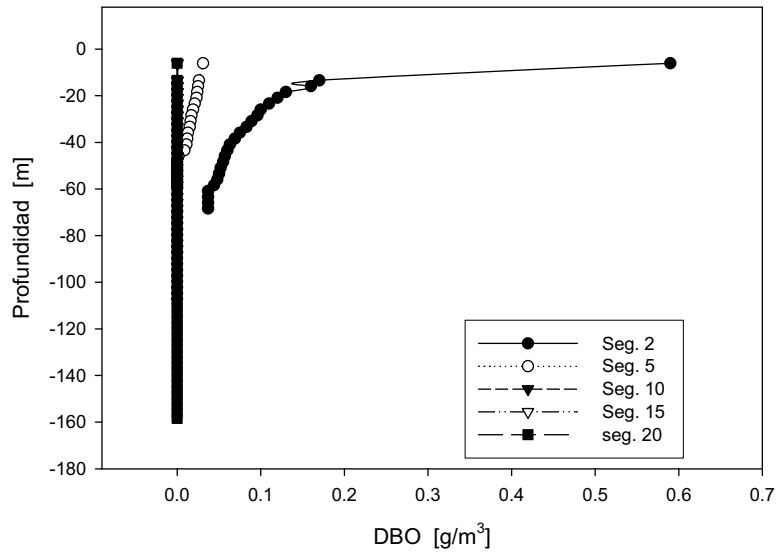


Figura B.1.6. Perfiles de DBO en el embalse bajo condiciones de mezclado.



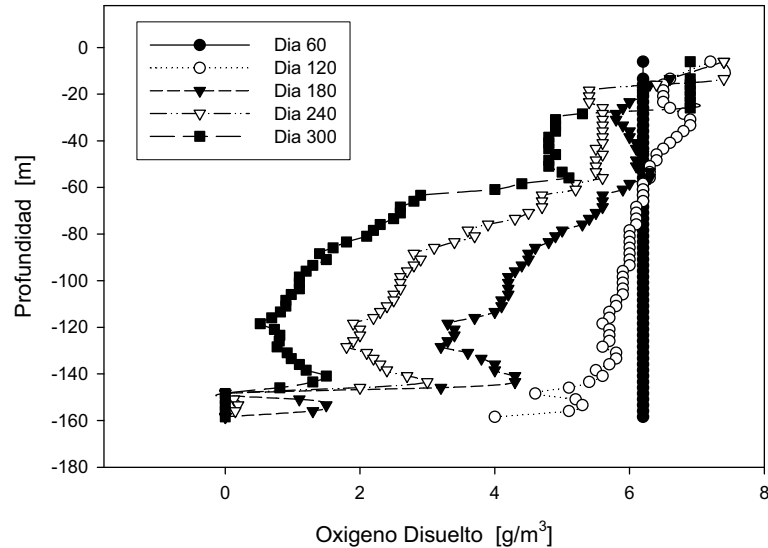


Figura B.1.7. Perfiles de oxígeno disuelto en el segmento 20 durante varios días del año.

#### Referencias del modelo

Bowie G., Mills W., Porcelle D., Campbell C., Pagenkopf J., Rupp G., Johnson K., Chan P., Gherini S & Chamberlin C. 1985, "Rates, constants and kinetics formulations in surface water quality modeling", Second Edition, EPA

Cole Thomas & Wells Scott, 2002, "CE-QUAL-W2: A Two-Dimensional, laterally Averaged, Hydrodynamic and Water Quality Model", User Manual, U.S. Army Corps of Engineering.

Deliman P. & Gerald J., 2002, "Application of two dimensional hydrothermal and water quality model, CE-QUAL-W2, to Chesapeake Bay- Conowingo reservoir". Journal of Lake and Reservoir Management, Vol 18, No. 1, pp. 1-9

Gelda R. & Owens S. , 1998, "Calibration, Verification and an application of two dimensional hydrothermal model [CE-QUAL-W2] for Cannonsville Reservoir:. Journal of Lake and Reservoir Management, 14:186-196.

Kim B. & Briggink D., 1983, "Reservoir Circulation patterns and water Quality", Journal of Environment Engineering, ASCE, 109(6), 1284-1294.

## B.2.- Modelación de la sedimentación esperada dentro del embalse

*Nota.* El material que se presenta en éste inciso, fue obtenido de las conclusiones de la ref. Gracia et. al, 2003. Dicho trabajo fue realizado ex profeso para el PUMA y la CFE.

La erosión de las laderas por arriba del nivel del agua del embalse constituye una importante fuente de aporte de sedimentos que propiciará el azolvamiento de la presa, como ha ocurrido ya en el caso de la actual presa La Venta. El sitio y volumen del depósito obedecerá principalmente al tamaño de las partículas de suelo que son erosionadas y transportadas por la red fluvial hacia el embalse. El presente análisis del comportamiento del sedimento dentro del embalse, tiene como finalidad determinar las tasas de sedimentación, ubicar las principales zonas de depósito y definir la calidad del agua (turbidez) dentro del embalse y a la salida por la obra de toma. Los resultados de este análisis servirán para definir y proponer las posibles medidas de prevención y mitigación dentro y fuera del embalse. En este trabajo se analiza solamente el comportamiento del material sólido inorgánico como fuente de origen de la turbidez.

Este trabajo se realiza empleando un modelo numérico de simulación, realizado ex profeso para el embalse del P. H. La Parota. Los datos empleados son los promedios de gastos y concentraciones obtenidos de registros históricos en el lugar. Se realiza una simulación de cuatro años para obtener las condiciones iniciales y a partir de ahí se realiza la simulación de un año característico. Los resultados obtenidos son la evolución de las concentraciones en todo el vaso durante el año de simulación, las concentraciones de salida por la obra de toma y las tasas y zonas de depósito dentro del embalse.

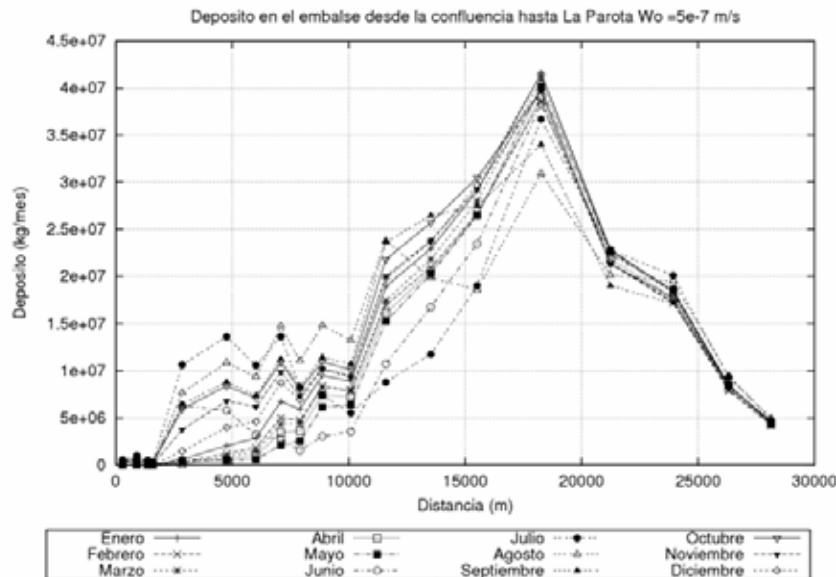


Figura B.2.1.- Tasas mensuales de depósito de material de turbidez

### Cálculo de las tasas de sedimentación en el embalse

El volumen total de material de lavado transportado es de  $6.93 \times 10^6 \text{ m}^3$  /año, por lo cual, desde el punto de vista de la turbidez, en la condición más desfavorable, ésta será la cantidad de sedimento anual que se depositará en el embalse. En cuanto al material grueso la tasa de sedimentación será de  $14.07 \times 10^6 \text{ m}^3$ /año. En el caso de este tipo de material, quedará retenido en las colas del embalse entre las entradas y la cortina del actual P. H. La Venta. El material sólido grueso se deposita a la entrada del embalse y su importancia radica, más que por el volumen ocupado, por los efectos de remanso en la dirección de aguas arriba. En las figuras B.2.1 y B.2.2 se muestran ejemplos las tasas de sedimentación, mensuales y anuales para los diferentes tipos de sedimento.

El material de mayor tamaño se deposita principalmente en una zona que abarca aproximadamente 10 km después de la cortina del P. H. La Venta. Para material más fino, el depósito ocurre en una zona que va de los 10 a los 25 km aguas abajo de La Venta, o sea en la parte media del almacenamiento (ver figura B.2.2).

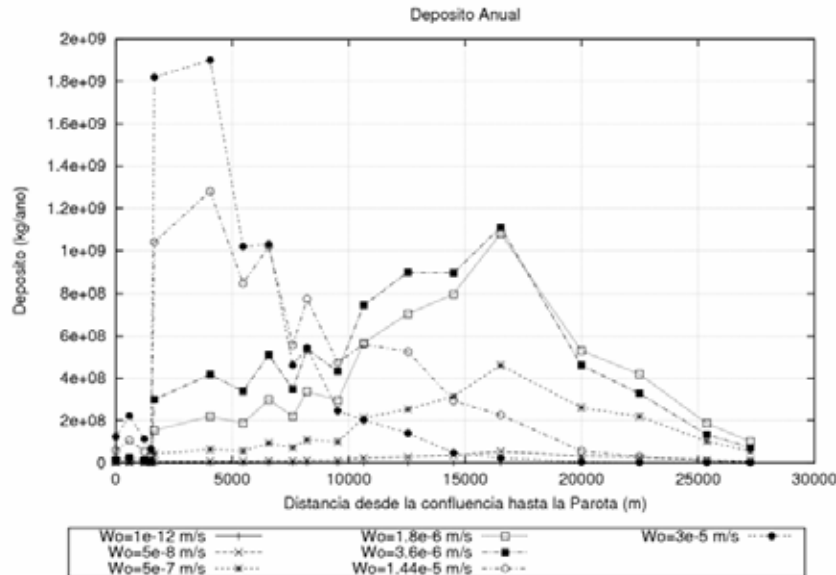


Figura B.2.2. Tasas de depósito anual a lo largo del embalse

### La turbidez y la calidad del agua

#### Resultados para el material fácilmente sedimentable ( $w_0 = 0.00003 \text{ m/s}$ )

- La cantidad de sedimento que entra al embalse en un año es de  $6.25 \times 10^6 \text{ m}^3$ .
- Prácticamente se deposita todo el material entrante.
- La retención del embalse (para este tipo de material) es del 100 %
- Concentraciones de entrada al embalse y salida por la obra de toma
- El sedimento que entra al embalse no alcanza a salir por la obra de toma.

	Entrada kg/m <sup>3</sup>	Salida Kg/m <sup>3</sup>	Salida/Entrada porcentaje
Máxima	3.2	0.00	0.00

**Comportamiento del material no sedimentable ( $w_0 = 1 \times 10^{-12}$  m/s)**

Los principales resultados son los siguientes:

- a) Concentraciones de entrada al embalse y salida por la obra de toma

	Entrada Kg/m <sup>3</sup>	Salida kg/m <sup>3</sup>	Salida/Entrada
Máxima	3.2	2.0	62.5%

Lo anterior significa que el embalse reduce la concentración máxima en 37.5% (100% - 62.5% = 37.5%).

- b) El tiempo promedio que tarda el sedimento (no sedimentable) desde que entra al embalse hasta que sale por la obra de toma es de 18 meses.

**Resultados para material de turbidez con velocidades de caída intermedias**

En la figura B.2.3 se muestra la evolución de la concentración de salida por la obra de toma.

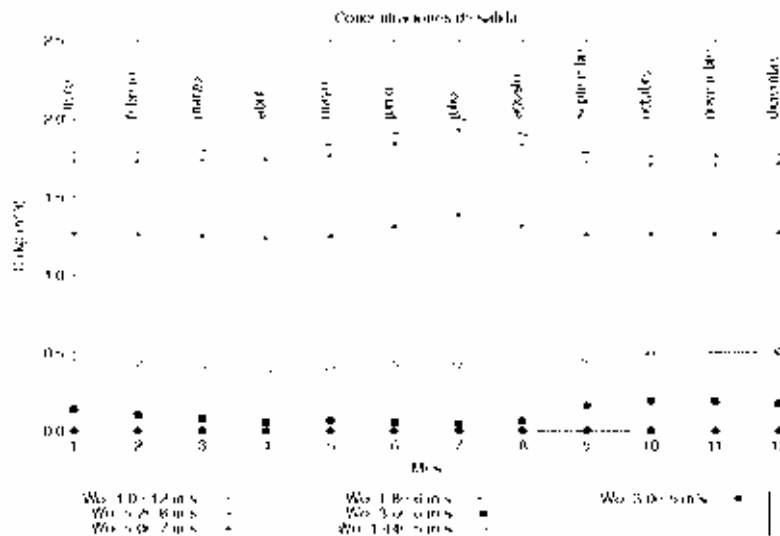


Figura B.2.3. Concentraciones de salida por la obra de toma

- 1) El material con  $W_0 = 1.0 \times 10^{-12}$  m/s al igual que el correspondiente a  $W_0 = 0.000\ 000\ 052$  m/s (arcilla muy fina), producen las concentraciones de salida más altas, y su comportamiento es prácticamente igual.
- 2) El material con  $W_0 = 0.000\ 000\ 5$  m/s (arcilla fina) produce una concentración de salida del  $(1.4 / 3.2 = 44\%)$  44% de la máxima.
- 3) El material con  $W_0 = 0.000\ 001\ 8$  m/s (arcilla media) produce una concentración de salida del  $(0.5 / 3.2 = 16\%)$  16% de la máxima.
- 4) El material con  $W_0 = 0.000\ 003\ 6$  m/s (arcilla gruesa, lim. inf.) produce una concentración de salida del  $(0.25 / 3.2 = 8\%)$  8% de la máxima.
- 5) El material con  $W_0 = 0.000\ 014\ 4$  m/s (arcilla gruesa, lim. sup.) presenta un comportamiento similar al correspondiente a  $W_0 = 0.000\ 03$  m/s, en el que no sale material sólido por la obra de toma.

Las concentraciones dentro del vaso varían mucho de sección a sección, sin embargo en la zona de entrada, hasta antes de la cortina del actual P. H. La Venta, la concentración tiende a ser constante en las verticales. A continuación se presenta un ejemplo de la variación de la concentración en una sección intermedia del embalse (figura B.2.4).

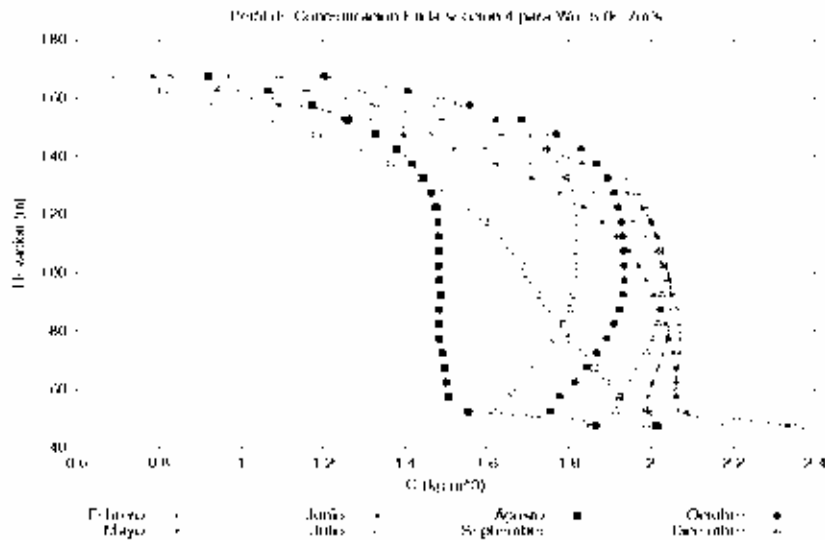


Figura B.2.4. Perfil de concentración en una sección intermedia del embalse

Será necesario medir en campo, una vez que el embalse este en operación, la validez de las hipótesis realizadas y el valor de los parámetros empleados; en especial las características del material en suspensión, el coeficiente de difusión y el funcionamiento de la obra de toma.

Se recuerda nuevamente, que es necesario revisar el aspecto de calidad del agua desde el punto de vista del cambio químico–biológico, ya que ello podrá alterar las características del material en suspensión, en especial la velocidad de caída.

Una vez que el embalse funcione es necesario llevar a cabo una medición sistemática de los diferentes parámetros que generan la turbidez, para ello existen procedimientos de campo bien desarrollados (URS, 2001) que permiten caracterizar adecuadamente el problema. Los límites aceptables de turbidez, dependerán del uso del agua.

En el trabajo de Miller (2002) se proponen algunos valores de la turbidez para diferentes aplicaciones. Tratando de fijar ideas generales, se puede considerar que por ejemplo, para agua potable, la turbidez máxima recomendada es de 0.5 NTU's y para los peces se recomienda no superar los 100 NTU's. De acuerdo con en el capítulo 3 de la ref. Gracia *et al* (2003), podría considerarse (en términos muy generales) que aproximadamente 1 NTU = 0.001 g/lt = 0.001 kg/m<sup>3</sup>, entonces se podrá concluir de las simulaciones realizadas que las concentraciones en la parte media del embalse oscilarán entre 0.5 y 3 kg/m<sup>3</sup> (500 y 3,000 NTU's), con valores mínimos de 0.003 kg/m<sup>3</sup> (3 NTU's) por lo cual se puede concluir que los valores exceden substancialmente cualquiera de los valores antes mencionados para el agua potable y los peces. El escenario anterior es el caso de turbidez más desfavorable, que corresponde a la sedimentación mínima, sin embargo cuando esta es máxima entonces los valores de turbidez decrecen substancialmente al aproximarse a la cortina a un máximo de 0.0017 kg/m<sup>3</sup> (1.7 NTU's), con valores mínimos de 0.0002 kg/m<sup>3</sup> (0.2 NTU's). Si bien estos valores no cumplen con los límites de agua potable, los valores son suficientemente bajos para permitir la vida de los peces. Esto no representa ningún problema mayor, ya que cuando se trata de emplear cualquier fuente superficial para tomar agua potable, siempre es necesario aplicar un tratamiento donde la primera fase es la eliminación de las partículas sólidas y los rangos de turbidez calculados para el embalse no representan ningún caso extraordinario. Recuérdese además, que el volumen a emplear para agua potable es mínimo comparado con el tamaño del almacenamiento. Por esta misma razón probablemente sea mejor tomar el agua de un acuífero que directamente del embalse. Sí la toma se ubica aguas abajo de la cortina, entonces el problema será menor, ya que como antes se mencionó, el embalse disminuye la turbidez del agua a la salida por la obra de toma.

*Cálculo del volumen que ocuparán a lo largo del tiempo los sedimentos dentro del embalse.*

Considerando que la capacidad del embalse sea de 5 800 000 000 m<sup>3</sup>, se podrá apreciar que el volumen ocupado por el sedimento en 50 años es del orden del 6 % del volumen total del embalse, ya que

$$\frac{690000 \cdot 50}{5800000000} = 0.059$$

Por lo cual se concluye que el material fino no representa ningún problema desde el punto de vista de la pérdida de capacidad del embalse.

Considerando el sedimento grueso, la llegada al vaso de este material se calcula en 14 070 000 m<sup>3</sup>/año. Este material se depositará en la cola del embalse (en cada entrada). En este caso se tiene también que el volumen ocupado en 50 años, respecto al volumen útil del embalse, es del orden del 12 %, ya que

$$\frac{14070000 \cdot 50}{5800000000} = 0.121$$

Como puede observarse también en el caso del sedimento grueso la pérdida de capacidad es menor. Sin embargo como ya se indicó antes, el problema del depósito en la cola del vaso, es más importante por los problemas que se pueden producir por la inundación aguas arriba del embalse, que por la pérdida de capacidad. Como el volumen de sedimento grueso es de 14.07 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/año, esto significa que en 50 años el volumen depositado en ese sitio será:

$$14070000 \cdot 50 = 7.035 \times 10^8 \text{ m}^3$$

valor mucho mayor a los 258.5 x 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>, por lo tanto, dependiendo de la ubicación del material grueso, se podrán invadir totalmente las colas del embalse hasta la cortina de La Venta y causar inundaciones aguas arriba por las dos corrientes de entrada.

Sumando las dos pérdidas anteriores (material fino (sedimentable) + material grueso) se puede calcular que la pérdida total en 50 años es de 18 % del volumen total del embalse. Este valor podría considerarse alto, sin embargo recuérdese que en el cálculo se ha supuesto que todo el material fino podría ser sedimentable, lo cual es poco probable, por ello el considerar una pérdida total del 12 % en 50 años sería más razonable.

Es muy importante hacer notar que dada la gran capacidad de almacenaje del embalse, se puede considerar como no grave el problema de pérdida de capacidad, debido al posible depósito del material fino. Sin embargo, el aporte de sedimento es muy grande y se refleja en las altas concentraciones de entrada, lo cual muestra el grave problema de erosión en las cuencas de aporte. De hecho, sería mejor considerar que el problema de turbidez es el reflejo del impacto del medio ambiente, ocasionado por la erosión, sobre el P. H. La Parota y no al revés. Lo anterior se refleja en la paradoja de que el suelo útil que se pierde en las cuencas, es el sedimento inútil que azolva los embalses.

Conviene tener presente que en los cálculos realizados se consideró que existen dos tipos de material; uno que se puede considerar “fácilmente sedimentable”, y que para este caso se ha escogido como límite inferior de la velocidad de caída el valor de 0.000 03 m/s, y otro que será el que produce la turbidez (“difícilmente sedimentable”) dentro del embalse.

Una aclaración importante en cuanto al fenómeno de sedimentación en general es la siguiente: en este trabajo no se ha considerado la parte del sedimento grueso, ya que este no interviene en el fenómeno de turbidez. El sedimento grueso tendrá un comportamiento muy diferente, y seguramente, dadas las velocidades calculadas en el vaso, este depósito ocurrirá sólo en las entradas al embalse. Seguramente el depósito de este material causará el aumento de las curvas de remanso hacia aguas arriba del embalse, este fenómeno se agravará paulatinamente conforme pase el tiempo al aumentar el depósito. Para determinar el comportamiento del sedimento grueso, es necesario emplear un modelo numérico para simular el comportamiento de este tipo de sedimento. Esto además de contar con la información hidrológica de las avenidas esperadas durante la vida útil del embalse y el aporte de sedimento grueso al vaso. Nótese que los resultados a obtener son, tanto la variación de los perfiles hacia aguas arriba para definir las posibles zonas de inundación, como la definición de las zonas ocupadas por el sedimento dentro del embalse. La presencia de la cortina del P. H. La Venta en el vaso de La Parota, seguramente hará que el material grueso quede confinado entre ese sitio y las entradas del embalse.

Finalmente se recuerda que este trabajo es sólo parte de otro más amplio realizado por el PUMA, donde se determinará específicamente la evolución bioquímica del material de la turbidez para determinar la evolución del sedimento en el embalse.

### ***Proyección de escenarios al corto, mediano y largo plazos***

#### *Corto plazo (0 a 5 años)*

En este escenario ocurrirá una etapa de adaptación, donde las simulaciones realizadas sólo son una aproximación. En esta etapa lo único que es razonable hacer en cuanto al problema de turbidez, es el realizar mediciones del material en suspensión que penetra al embalse, de la evolución de la turbidez en distintos puntos de muestreo en su interior y de la evolución del material sólido que sale del embalse por la obra de toma. Esto permitirá evaluar la magnitud de la problemática a esperar. Recuérdese que en este período ocurrirá la degradación de gran parte de la vegetación que actualmente se encuentra sobre la superficie del terreno, por lo cual la calidad del agua variará enormemente. En este escenario es conveniente recomendar que los monitoreos de turbidez se extiendan al tramo de aguas abajo del embalse, es decir al tramo entre la presa y la descarga al mar.

Probablemente la recomendación más importante para este período, y de hecho desde ahora, es instrumentar la medición de sedimento (grueso y fino) en las entradas del embalse. Recuérdese que los datos empleados, en cuanto a los volúmenes de estos materiales, se obtuvieron de registros y cálculos de la literatura disponible, pero deben ser comprobados con mediciones sistemáticas.

#### *Mediano plazo (5 a 15 años)*

Muy probablemente en esta etapa el embalse esté alcanzando un comportamiento tal que las simulaciones realizadas representen bien su funcionamiento, por lo cual todas las conclusiones realizadas en este capítulo son aplicables. Durante este periodo será necesario hacer los mismos muestreos indicados en el inciso anterior, pero ahora esta



información servirá para revisar la calidad de los resultados empleados en este trabajo, ya que es de esperar que la evolución de la turbidez sea similar a la calculada en este trabajo. Por supuesto, de realizarse las medidas de mitigación que se recomendarán adelante, ellas incidirán en el comportamiento del material sólido que constituye a la turbidez, sin embargo siendo realistas, probablemente en este plazo será prematuro tratar de observar cambios apreciables. En otras palabras en este escenario es de esperar un comportamiento similar al calculado en este trabajo.

*Largo plazo (más de 15 años)*

A largo plazo el comportamiento del embalse, desde el punto de vista de la turbidez, dependerá de las medidas adoptadas para el control del sedimento fino entrante el cual puede variar sensiblemente. A pesar de lo anterior se considera que los resultados obtenidos son aplicables a esta etapa. En la medida en que se controle el aporte de sedimento de las cuencas, serán los cambios en el grado de turbidez del embalse, pues el sedimento de entrega es el factor predominante. Respecto al incremento de la turbidez por la materia orgánica, esto dependerá de la evolución de dicho material dentro del embalse. En este caso, la medición directa en el vaso, es el procedimiento más recomendable para determinar la evolución de la turbidez. Hay que recordar que el aporte de sedimento no es la única medida de control en las cuencas, también el control de la calidad del agua condicionará el comportamiento del sedimento dentro del embalse.

*Recomendaciones (se retoman en medidas de mitigación)*

Las recomendaciones más importantes son las siguientes:

a) Si bien el problema de turbidez no genera un impacto importante en las tasas de sedimentación, sí puede implicar problemas en la calidad del agua (ver modelo más adelante). La recomendación más importante en este sentido, es la necesidad de detener el sedimento en las cuencas de aporte. Hay que notar que esta recomendación no depende de la construcción de la cortina del P. H. La Parota, es decir, aunque no se construyera la obra es necesario detener la erosión en las cuencas.

b) El cálculo del aporte de sedimento fino y las actividades que es necesario realizar en las cuencas, se detallan en otro capítulo del informe integral del PUMA. Sin embargo, en términos generales, además del proceso típico de reforestación, será necesario definir la implementación de otras obras para el control del sedimento fino tales como: la construcción de terrazas, vías y fajas vegetadas, cultivos en contorno, etc. A este respecto existe una gran cantidad de literatura y procedimientos para el control de la erosión, dentro de los que se destacan el uso de la vegetación regional para implementar algunas de las obras de protección. El problema que se enfrentará en la práctica será la determinación de las prioridades en la atención a estos problemas, ya que normalmente la disponibilidad de recursos es escasa y el problema es muy grande. Con la determinación de las zonas con mayor aporte de sedimento (grueso y fino), será posible diseñar las obras a realizar y después de una evaluación técnico - económica, hacer una programación de las obras y actividades para atender aquellos casos donde, por el gran aporte de sedimentos, requieran una atención prioritaria. Es claro que en este proceso habrá necesidad de definir las responsabilidades de las diferentes autoridades involucradas en el problema para determinar la erogación de gastos. Nótese que la

responsabilidad y el costo de la extracción del sedimento del embalse, muy probablemente será competencia de la CFE, pero el control de la erosión en la cuenca no, y por lo tanto, otros organismos serán quienes deberán cubrir tales costos. Esto traslada el problema a un ámbito legal que no es motivo de este trabajo.

En el enfoque de este trabajo se ha considerado importante determinar el impacto de un Proyecto Hidroeléctrico como La Parota, hacia el medio ambiente, sin embargo, probablemente, será conveniente contemplar en un nuevo escenario, el impacto del medio ambiente (aporte de sedimento) sobre La Parota, y en función de ello asignar las responsabilidades. En virtud de lo anterior, en la identificación y descripción de impactos se contempla esta situación.

c) Paralelo a los trabajos del control de la erosión, es necesario el saneamiento total de las cuencas de aporte para controlar, en lo posible, el aporte de nutrientes, pesticidas y en general todos aquellos productos que alteren la calidad del agua embalsada.

d) Para el control del sedimento grueso será necesario realizar la construcción de represas de sedimentación (check dam), la rectificación y protección de cauces, el control de cárcavas, etc. Aquí hay que considerar que el sedimento grueso quedará retenido antes de la cortina del actual P. H. La Venta, y por lo mismo su remoción tendrá que analizarse cuidadosamente, ya que dicha cortina condicionará el movimiento del sedimento grueso. Esto es, normalmente un procedimiento a emplear en la remoción del material sedimentado en un embalse es el dragado hidráulico, que consiste en vaciar el vaso y luego con los gastos de estiaje propiciar la erosión retrogresiva para arrastrar el material fuera del embalse (White, 2001). Evidentemente esto requeriría una descarga de fondo en la cortina del P. H. La Parota, la cual por ahora no está contemplada en el proyecto. Sin embargo lo que sí queda de manifiesto es la necesidad de remover, en el futuro, el sedimento grueso en las entradas al embalse. Es recomendable realizar un estudio para determinar el comportamiento del sedimento grueso, que permita establecer las acciones más viables para disminuir dicho aporte, cuantificar el depósito, determinar su ubicación y analizar su posible remoción. Para ello será necesario disponer de la información sobre los escurrimientos (avenidas) esperados en la vida útil del embalse, el aporte de sedimento grueso y la política de operación de la obra de excedencias.

#### REFERENCIAS DEL MODELO

- CFE, 2003a, “P. H. La Parota, Gro., Estudio Hidrológico (Revisión 1)”, Subdirección de construcción, CFE
- CFE, 2003b, “Proyecto La Parota”, Coord. de proyectos hidroeléctricos, CFE
- Gracia S J et al, 1992, “Estudio del comportamiento del material en suspensión dentro del embalse del P. H. Zimapán”, Informe del Instituto de Ingeniería, UNAM, a la CFE
- Gracia S J et al, 1992, “Estudio de turbidez en el embalse del P. H. Aguamilpa”, Informe del Instituto de Ingeniería, UNAM, a la CFE
- Gracia S J, Mendoza R A y Rosete R A, 2003, “Estudio de turbidez en el embalse del P. H. La Parota”, Informe del Instituto de Ingeniería, UNAM, a la PUMA para la CFE.
- ICOLD, 1989, “Sedimentation control of reservoirs”, Comisión Internationale des Grands Barrages
- Kikkawa H., 1978, “Reservoir sedimentation”, Chap.8, Proceedings of the first Seminary Japanese – American in erosion and sedimentation, Honolulu, Hawaii, USA
- Maza A J A, 1990, “Introduction to River Engineering”, Università Italiana per Stranieri, Italia.

- Miller K A, 2002, “A protocol for establishing sediment TMDL’s”, The Georgia Conservancy and The UGA Institute of Ecology.
- Mora Ch J M, Hernández B G, Uribe R R, 2002, “Proyecto Ejecutivo del Posible Efecto del P. H. La Parota sobre la Línea Costera de la Zona de la Desembocadura del Río Papagayo”, CFE
- Naoumura, T & Aki, S, 1976, “Long term persistence of turbid water phenomenon in Hitotsue Reservoir”, Douzième Congrès des Grands Barrages (Q.47,R.7)
- PUMA, 2003, <http://132.248.14.26/laparota>.
- URS, 2001, “Asistencia técnica para la actualización limnológica de embalses (Embalse de la Sotonera)”, [http:// www.oph.chebro.es /DOCUMENTACION /Calidad/estudios/2002diagembalses/2001-05-Sotonera.pdf](http://www.oph.chebro.es/DOCUMENTACION/Calidad/estudios/2002diagembalses/2001-05-Sotonera.pdf). Comisaría de Aguas, Confederación Hidrográfica del Ebro
- White R, 2001, “Evacuation of sediments from reservoirs”, Thomas Telford Publishing, London.

### **B.3 Modelación de Procesos Costeros**

Para estudiar el comportamiento del estuario del río Papagayo se simularon cuatro escenarios con los cuales se pretende abarcar tanto las condiciones actuales como las que se presentará el río durante la construcción y operación del proyecto hidroeléctrico La Parota. En este apartado se evalúan los resultados de cada escenario, en términos de los impactos esperados.

Como se mencionó desde el principio, uno de los principales objetivos dentro del análisis de los procesos costeros es la determinación de un gasto ecológico. Entendiendo como tal, para el caso específico de la zona costera, el caudal en el río con el que las condiciones hidrodinámicas y morfológicas sufrirán las menores modificaciones.

La determinación de dicho gasto, desde el punto de vista de la estabilidad de la boca, lleva, en un primer acercamiento, a proponer que el gasto elegido se descargue de manera regular a lo largo de todo el año, ya que de manera natural así lo hace el río. Sin embargo y como se verá a partir de los diferentes escenarios simulados, es claro que ni la hidrodinámica costera, ni la morfología de las estructuras naturales en la desembocadura son quienes determinan el valor del gasto mínimo que debe escurrir por el río.

#### **B.3.1 Evaluación de efectos durante el llenado del embalse:**

##### **Gasto ecológico estimado entre 10 y 30 m<sup>3</sup>/s; simulación de escenarios durante el llenado con proyecto.**

*Escenario 1: Efectos de marea y gasto medio considerando 30m<sup>3</sup>/s*

El siguiente escenario incluye el efecto del río con un gasto constante de 30 m<sup>3</sup>/s, que es el escenario representativo de las condiciones actuales durante el estiaje y las condiciones de gasto ecológico propuesto para el llenado del embalse durante el período de lluvias. Cabe señalar que al no existir mediciones sistemáticas de elevación de superficie libre y corrientes antes o después de la desembocadura, únicamente se validó el modelo hidrodinámico con una señal monocromática para garantizar continuidad y conservación de masa, tal como se reporta en la descripción de la implementación del modelo.

En la Figura B.3.1.1 se observa el cambio en el orden de magnitud de las corrientes y la interacción del río con la onda de marea desde la desembocadura hasta el inicio de la isla meandro y la transición sobre los canales que lo rodean, en este escenario podemos ver que del lado del río la zona atrás de la barra aún con un aporte de 30 m<sup>3</sup>/s, se sigue generando una zona de calmas que ayuda a que los sedimentos que llegan a esta zona se depositen y la barra se sostenga. Los márgenes de las desembocaduras para este escenario son áreas de mucho intercambio y aumento en los rangos de velocidades por la disminución y cambio de orientación de la desembocadura en esta zona. La influencia del río sobre el comportamiento de la desembocadura contribuye, pero la marea es la que sigue gobernando en el área de estudio.

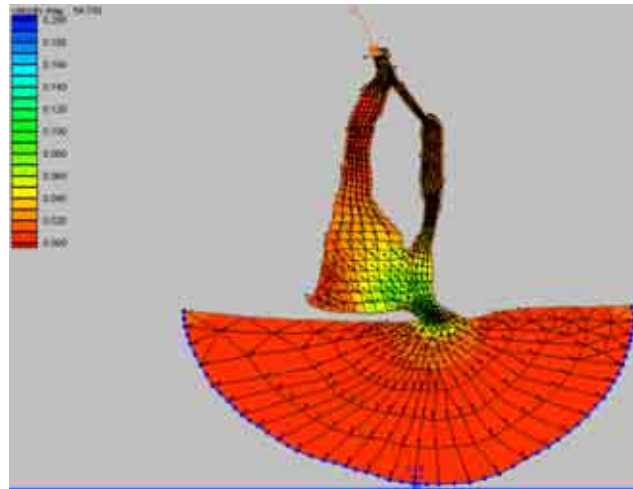


Figura B.3.1.1 Patrón hidrodinámico con un gasto del río de  $30 \text{ m}^3/\text{s}$

Se puede observar que la influencia por la corriente generada del río con un gasto de  $30 \text{ m}^3/\text{s}$  influye poco en el orden de magnitud de velocidades, pero significativamente en la distribución espacial de las corrientes sólo en el área comprendida entre la desembocadura y río arriba, una vez que el flujo pasa por la desembocadura hacia el mar el comportamiento se rige por la señal de marea.

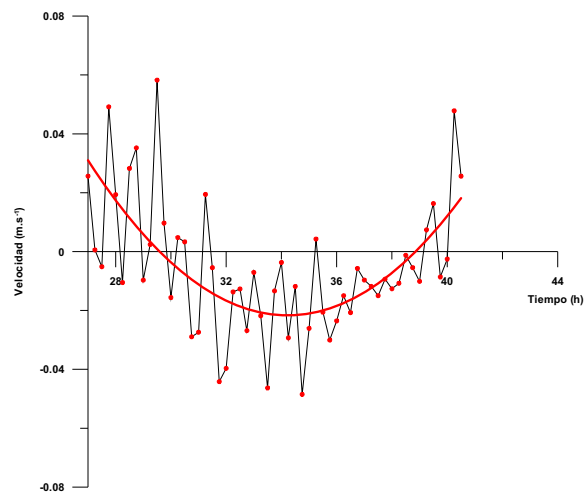


Figura B.3.1.2 Patrón hidrodinámico con un gasto del río de  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ , para un ciclo completo de marea.

*Escenario 2: Efectos de marea y gasto medio 10 m<sup>3</sup>/s en las 24 horas.*

Toca el turno del análisis de escenario 2 que es considerar los efectos de una descarga constante de 10 m<sup>3</sup>/s para permitir el llenado durante el estiaje y su interacción con la onda de marea, presentando los combinaciones correspondientes de entrante, pleamar, saliente y bajamar.

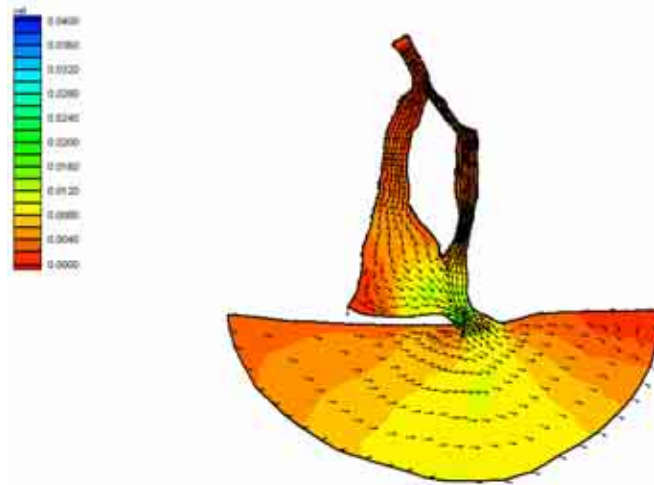


Figura B.3.1.3 Hidrodinámica del de desembocadura del Río Papagayo en condición de Bajamar con aporte del río de 10 m<sup>3</sup>/s.

En la figura B.3.1.3 se muestra la interacción entre la corriente por el gasto de 10 m<sup>3</sup>/s y las onda de marea en la condición de bajamar, observándose un dominio de las condiciones de marea, lo que significa que las corrientes generadas por el gasto son menores a las provocadas por la marea, aunque este dominio únicamente se presentándose la mayor de las veces hasta antes del final de la zona norte de la isla meandro.

En la figura B.3.1.4 queda de manifiesto el efecto de la marea en esta condición resaltando que el rango de las velocidades para este caso es particular es de los menores que se esperan pues se contrarrestan por tener misma dirección pero sentido contrario, por lo que el rango de velocidades regresa a valores menores de 5 cm/s.

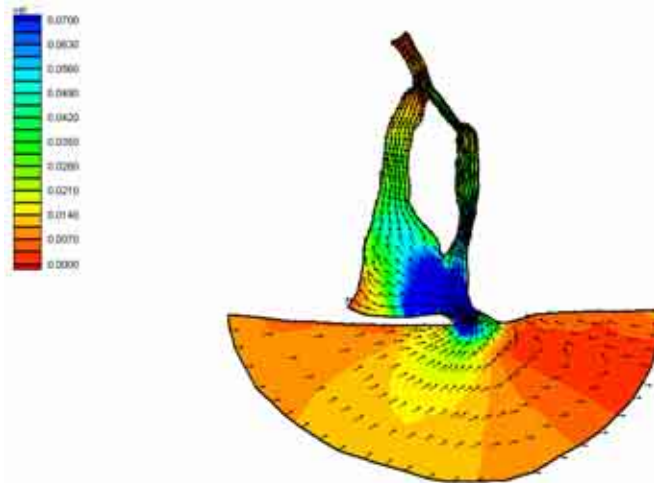


Figura B.3.1.4 Hidrodinámica del de desembocadura del Río Papagayo en condición de Entrante con aporte del río de  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ .

En el caso de Pleamar, figura B.3.1.5 la variación se presenta únicamente en que las velocidades cambia de zonas, siendo las zonas de los canales las que varían de mayor manera.

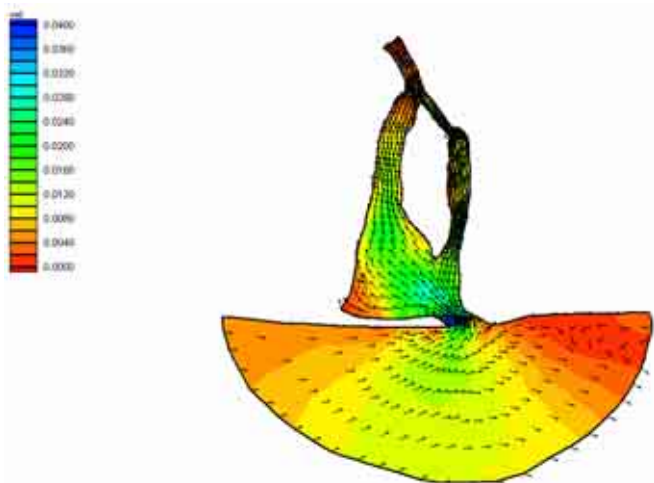


Figura B.3.1.5 Hidrodinámica del de desembocadura del Río Papagayo en condición de pleamar con aporte del río de  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Las velocidades para este escenario en condición de saliente tienen un rango menor a los  $7 \text{ cm/s}$  por lo que es recomendable poner atención en las zonas de posible depósito de sedimento pues la tendencia en este escenario es a disminuir el área hidráulica.

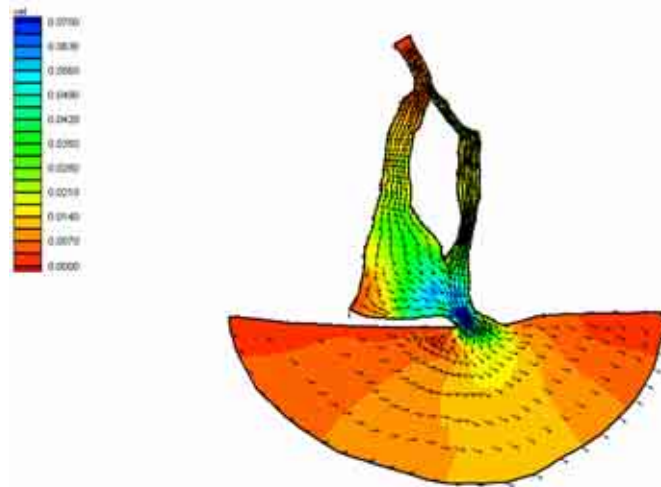


Figura B.3.1.6 Hidrodinámica del de desembocadura del Río Papagayo en condición de saliente con aporte del l río de  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ .

### Conclusiones del modelo

- Al interactuar un gasto de  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  con la onda de marea, las velocidades provocadas por el rango de marea son mayores por lo que el sistema se ve regido por la marea, y dado el rango que se desarrolla en toda la zona de estudio, la tendencia en este escenario es a la formación de bajos, dada la poca energía que se presenta en la corriente.



### B.3.2 Evaluación de efectos durante la Operación de la hidroeléctrica (desfogue):

#### Gasto de desfogue

**Escenario 1: Efectos de marea y gasto medio 748 m<sup>3</sup>/s en 4 horas y 20 horas sin aporte del río.**

El siguiente escenario por analizar, es el que incluye el efecto del río con un gasto de 748 m<sup>3</sup>/s, durante 4 horas y durante las 20 horas restantes del día se suspende el aporte del río, que es el escenario representativo de las condiciones en las cuales se pretende operar la hidroeléctrica. El nivel de superficie libre de la marea y la operación con 748 y 0 m<sup>3</sup>/s de aporte se empalmaron de manera aleatoria, pues se presentará el caso según sea la época del año y los tiempos de operación de la hidroeléctrica que se puedan dar estas coincidencias de pleamar, entrante, saliente, o bajamar con un aporte de 748 m<sup>3</sup>/s o sin él.

En la figura B.3.2.1 se presentan los resultados hidrodinámicos de las zonas y las velocidades que se presentan en las mismas, con las condiciones de bajamar sin aporte de gasto, por lo que las velocidades que se presentan son únicamente debidas a la marea, por lo que las velocidades que se presentan son del orden de cm. Como podemos observar en esta condición la zona atrás de la barra presenta una zona de calmas con velocidades prácticamente en cero (color rojo-amarillo), y como era de esperarse en la desembocadura se presentan las velocidades mayores en la malla de cálculo sin embargo estas no sobrepasan los 5 cm/s.

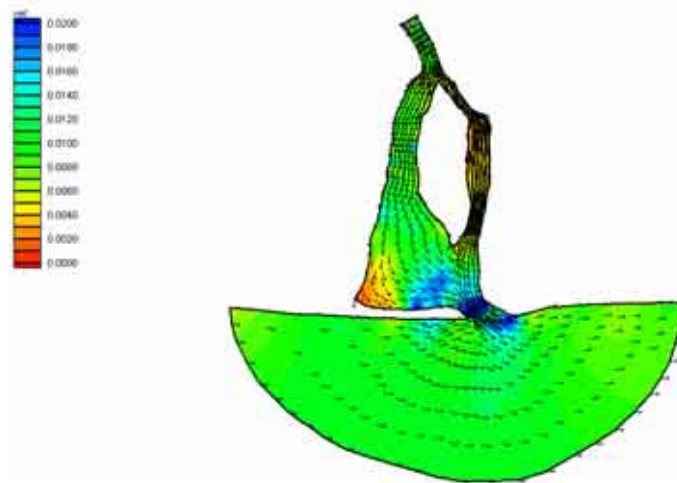


Figura B.3.2.1 Hidrodinámica de la desembocadura del Río Papagayo en condición de Bajamar sin aporte del río (gasto de 0 m<sup>3</sup>/s).

Dado que la mayor parte del tiempo de la simulación no existe aporte del río lo más probable es que el flujo al interior y exterior de la desembocadura se rija por la onda de marea y muy cercano a la desembocadura se incrementen los efectos del oleaje al no existir influencia de las corrientes provocadas por el río.

En la figura B.3.2.2 se presentan la condición de pleamar sin efecto del aporte de las corrientes generadas por el gasto del río, se debe resaltar como existen zonas donde la energía de la corriente no es suficiente para generar movimiento y prácticamente se convierten en cero por lo que el movimiento solo se mantiene en las zonas cercanas en la desembocaduras, lo que puede aumentar la presencia de bajos en las horas donde no existe descargas.

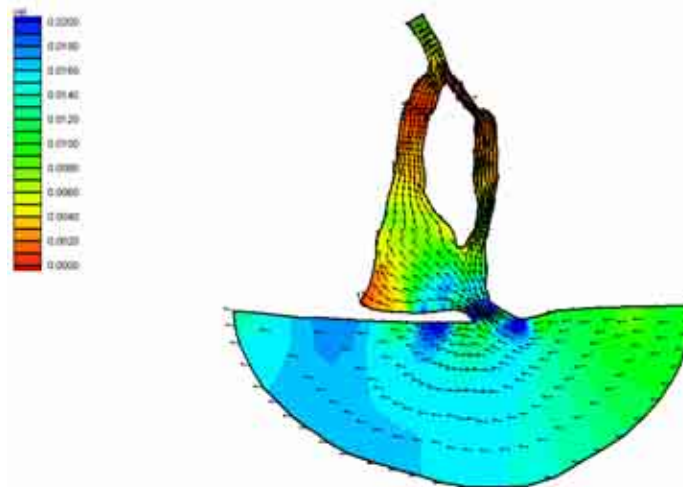


Figura B.3.2.2 Hidrodinámica del de desembocadura del Río Papagayo en condición de Pleamar sin aporte del río (gasto de 0 m<sup>3</sup>/s)..

Otro periodo importante para evaluar es en la condición de saliente que es la que se muestra en la figura B.3.2.3, nuevamente las velocidades son inferiores a las 5 cm/s, con una tendencia a el deposito del material en los canales que rodean a la isla meandro y a la zona atrás de la barra.

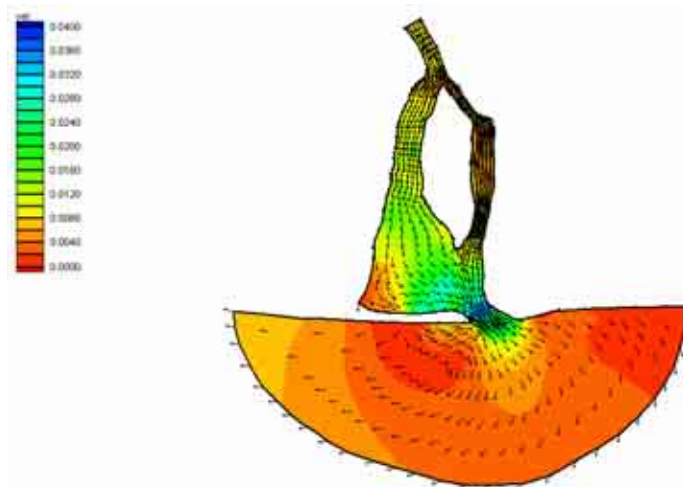


Figura B.3.2.1 Hidrodinámica del de desembocadura del Río Papagayo en condición de Saliente sin aporte del río (gasto de 0 m<sup>3</sup>/s)...

Una de las condiciones en las cuales se espera un mayor incremento en las velocidades es cuando se vacíe el sistema y tenga un aporte de 748 m<sup>3</sup>/s. En la figura B.3.2.4 se muestra que efectivamente se incrementa sensiblemente los rangos de marea ahora en promedio se puede decir que el sistema presenta velocidades superiores a 1 m/s en esta condición y en la desembocadura se desarrollan velocidades de hasta 3 m/s por lo que las posibilidades de erosión de la desembocadura son altas.

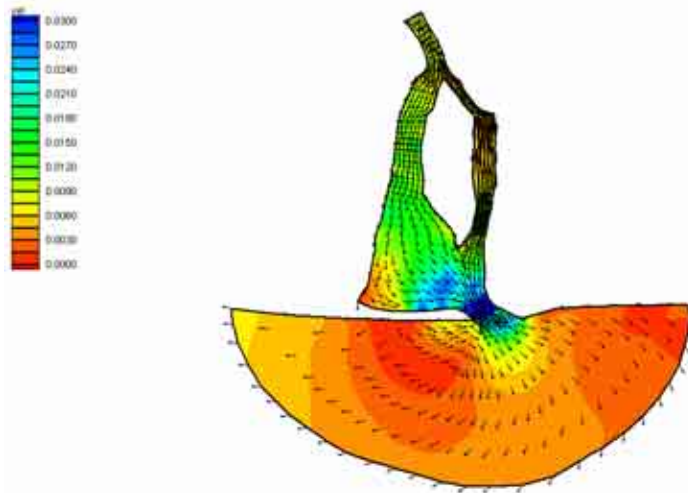


Figura B.3.2.2 Hidrodinámica del de desembocadura del Río Papagayo en condición de Saliente con un gasto de 748 m<sup>3</sup>/s

En la siguiente parte del informe se presenta el escenario 2 que es lo representativo de régimen probable del río e hidrodinámica de la desembocadura, durante la construcción de la hidroeléctrica.

#### **Conclusiones del modelo**

- El hidrograma del escenario considerando 748 m<sup>3</sup>/s en 4 horas y 20 después sin aporte del río. Provoca fuertes alteraciones en el patrón hidrodinámico incrementando las velocidades en la desembocadura del río presentándose velocidades de más de 1 m/s por lo que es altamente probable que durante las 4 horas de operación se degraden las ladera y el lecho principalmente de la zona de la barra y desembocadura.
- Una vez concluidas las descargas al no presentarse aporte del río el movimiento del agua se rige con la señal de marea, además de incrementar el efecto del oleaje y las corrientes provocados por el en la zona de la desembocadura.
- Al alternar una descarga de 748 m<sup>3</sup>/s con una retención total del gasto provoca por un lado la aceleración de la apertura de la desembocadura y por otro el aumento de la influencia del oleaje, por lo que esta condición es una de las más desfavorables.

### B.3.3 Evaluación del Oleaje

El efecto del oleaje sólo es importante en las corrientes de la desembocadura y en el frente playero, por lo que las corrientes generadas por la marea y el aporte del río son las responsables de los posibles cambios morfológicos de la barra al interior del estuario. En todo caso, las corrientes generadas por el oleaje no son muy grandes (alrededor de 0.4 a 0.6 m/s) por lo que no se espera un impacto erosivo apreciable en las zonas aledañas a la desembocadura por efecto solo de estas corrientes.

La condición que se considera crítica ante la acción de oleaje es cuando el río se encuentra completamente bloqueado, por dos razones: (1) el oleaje tiene la capacidad de llegar muy cerca de la desembocadura y generar turbulencia que podría provocar cambios morfológicos importantes, los cuales repercutirían con mayor fuerza cuando reinicie el escurrimiento y (2) la disminución en el aporte de sedimento del río junto con la desaparición del efecto de chorro de la descarga, podrían ocasionar un proceso erosivo en la zona al oeste de la boca.

Es necesario, entonces evitar que el río quede completamente seco a fin de evitar daños en la zona costera

### B.3.4 Evaluación de la Estabilidad

El escenario con el gasto de operación contemplado presenta un aumento en el orden de la magnitud de las velocidades, este aumento es desfavorable para las zonas donde actualmente hay depositación de material. Esto, a mediano plazo (años), provocará una tendencia a disminuir el material existente en los bajos y posteriormente en la barra, a su vez disminuirá la probabilidad de permanencia de la barra ante una avenida extraordinaria o la acción de un oleaje extremo con sobreelevación por marea de tormenta.

Por otro lado, la estabilidad de las playas al oeste de la desembocadura está en función de las características del oleaje y en primera instancia de su dirección. En este sentido cabe mencionar que sólo 8% del tiempo, en promedio al año, dicha dirección es favorable para el llenado de la playa. Es por ello que como se mencionó antes, será importante evitar que el río quede seco del todo y de ser posible permitir el paso del mayor volumen disponible de sedimento a fin de evitar el daño a las playas.

Con los escenarios de propagación de oleaje, hidrodinámicos y de la estimación del transporte longitudinal de sedimentos, se puede inferir que la apertura de la desembocadura del la Laguna de los tres Palos, solo depende de eventos hidrológicos y en menor medida del material que proviene de la desembocadura, pues el transporte del material que cubre esa desembocadura proviene principalmente de Punta Diamante la mayor parte del año.

*En resumen del resultado de la simulación:*

1. Las condiciones morfológicas actuales están regidas por la marea y el cierre del río no supone daños importantes a las estructuras naturales del ámbito costero. No

ocurre así con la salinidad, por lo que el gasto ecológico queda abierto a las necesidades biológicas del ecosistema.

2. Desde el punto de vista hidrodinámico, sí existe un cambio en el patrón de corrientes y en las zonas de erosión y depósito de sedimentos, con el gasto de 748 m<sup>3</sup>/s, ya que en bajo y alto grado, respectivamente, se pone en peligro la estabilidad de la barra y la boca.
3. La disminución de sedimentos y el incremento en los gastos aumentan la posibilidad de apertura de la desembocadura y en menor medida afectan la manutención de las playas del oeste de la desembocadura.
4. Es importante señalar que las estructuras naturales que actualmente existen en la zona de estudio son de génesis aluvial, por lo que una avenida extraordinaria (de acuerdo con datos proporcionados por CFE se han registrado gastos hasta de 1400 m<sup>3</sup>/s) tiene la energía suficiente para provocar cambios mayores que los ocasionados por el proyecto hidroeléctrico. De modo que el impacto al medio costero por la construcción y operación del P.H. La Parota se considera bajo.

#### *Referencias*

Bruun, P., (1978) Stability of Tidal Inlets, Theory and Engineering. Development in Geotechnical Engineering, 23. Elsevier.

CFE (2002) Proyecto ejecutivo del Posible Efecto del P.H. La Parota sobre la línea costera de la zona de la desembocadura del río Papagayo. Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil. Subgerencia de estudios Hidrográficos, Departamento de Oceanografía.

CFE (2003) Proyecto Hidroeléctrico La Parota, Guerrero. (estudio hidrológico). Subdirección de construcción coordinación de proyectos hidroeléctricos gerencia técnica de proyectos hidroeléctricos, Subgerencia de anteproyectos.

Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas. (1997) COPLA-RD Manual de usuario. Universidad de Cantabria, Santander.

Lehfeldt, R. y Milbradt, P. (2002) Longshore Sediment Transport Modeling in 1 and 2 Dimensions. Advances in Hydro-Science and -Engineering. Proceedings of the 4th International Conference on Hydro-Science and -Engineering, Seoul.

Norton, W., King, R. y Orlob, G. (1973). A Finite Element Model for Lower Granite Reservoir. Report prepared by Water Resources Engineers, Walnut, Creek, California, for U. S. Army Corps of Engineers, Walla Walla, Washington

### **C) MODELOS DE PROCESOS AMBIENTALES**

#### **C.1.- BALANCES DE RADIACIÓN Y SIMULACIÓN DE POSIBLES CAMBIOS DE TEMPERATURA Y LLUVIA EN LA CUENCA PAPAGAYO-OMITLAN.**

Para construir un modelo de simulación climática basado en el sistema energético solar y terrestre, debemos considerar las entradas y salidas de energía de dichos sistemas, el albedo y la absorción y reradiación de los gases atmosféricos.

Consideraremos que no existen períodos de retraso entre el tiempo que la energía es absorbida y reemitida.

Primero, tenemos la energía solar que es reflejada fuera del sistema Tierra-Atmósfera, representada por el flujo solar y por el albedo del sistema terrestre. En seguida tenemos la energía solar que no es reflejada y es absorbida por la atmósfera, donde la habilidad de los gases atmosféricos de absorber la energía solar juega un papel muy importante, siendo buenos absorbedores principalmente en el infrarrojo, sin embargo, la mayor parte de la energía solar entrante se encuentra en la parte del visible y ultravioleta.

Finalmente tenemos todo lo restante de la energía solar que es absorbida por la misma superficie de la Tierra.

Los gases de invernadero se incorporan dentro de estos sistemas afectando directamente la forma en que la Atmósfera absorbe y emite energía. Es bastante obvio que un incremento de los gases de invernadero en la Atmósfera tendrá un efecto directo en la habilidad de la atmósfera para absorber la radiación terrestre de salida, entonces un incremento en sus concentraciones significará más moléculas para interceptar, absorber y re-radiar energía.

Se puede esperar que un incremento en los gases de invernadero puedan también incrementar la fracción de energía atmosférica radiada que es dirigida hacia la tierra, sin embargo la energía enviada a las nubes es reabsorbida por los gases de invernadero y lo restante es enviado de regreso, y agregada a la cantidad total de energía de regreso hacia la superficie de la tierra, donde podemos también esperar que la fracción de energía solar entrante absorbida por la atmósfera será afectada por los niveles de los gases de invernadero de la atmósfera, sin embargo debido a que este flujo solar de entrada se da principalmente en el ultravioleta y la parte visible del espectro electromagnético y como los gases de invernadero tales como el dióxido de carbono absorbe principalmente en la parte infrarroja del espectro, este efecto debemos esperar que sea menor.

Para determinar el impacto de incremento del dióxido de carbono sobre la temperatura superficial promedio de la Tierra, se espera que afecte principalmente a dos de nuestros parámetros de nuestro sistema. Afectará primeramente la fracción de la radiación infrarroja de salida de la superficie de la Tierra que es absorbida por la atmósfera. Y afectará también la fracción de radiación infrarroja de la atmósfera que es dirigida de regreso hacia la Tierra.

El modelo utilizado incluye los valores para cada uno de sus parámetros modificados de tal forma que nuestras unidades de tiempo estén en años.

Para correr el modelo y agregar los componentes de CO<sub>2</sub> u otros gases de invernadero podemos considerar que estos cambian con el tiempo y que tienen su residencia en la atmósfera donde impactan los valores de la fracción de la radiación atmosférica dirigida y absorbida por la superficie de la Tierra, así como la fracción de la radiación de salida de la tierra que es absorbida por la atmósfera. La relación entre estas dos variables con respecto al CO<sub>2</sub> en la atmósfera no es directo, sin embargo debemos esperar que conforme las concentraciones de CO<sub>2</sub> incrementen, también ambas variables incrementarán también, por lo que en ésta situación sería conveniente incorporar efectos de saturación.

El volumen de CO<sub>2</sub> será en unidades de partes por millón y se inicializa con un valor de 350 ppm, donde la tasa de incremento es positiva del orden de 5 ppm por año, los cuales podemos modificar agregando submodelos poblacionales o económicos ligados a la acumulación de la variable de CO<sub>2</sub>.

Si es posible identificar efectos particulares de retroalimentación, podemos modificar nuestro modelo para explorar dichos impactos, donde nuestro propósito es determinar los cambios de temperaturas y otros efectos climáticos a escalas regionales (ver Figura C.1.1).

Tabla C.1.1.- Descripción de los flujos de energía para la figura C.1.1

Flujo	Descripción	Ecuación matemática	Flujo(W/m <sup>2</sup> )
Flujo solar que es reflejado		$a\Omega_s$	107
Flujo solar que es absorbido en la atmósfera por los gases atmosféricos		$f_b(1-a)\Omega_s$	67
Flujo solar que es absorbido directamente por la superficie de la tierra		$(1-f_b)(1-a)\Omega_s$	168
Transferencia de calor latente térmico desde la superficie de la tierra hacia la atmósfera (energía no radiativa)		$t_e\Omega_E$	102
Flujo de energía radiado desde la superficie de la tierra que es absorbido por los gases atmosféricos		$f_a(1-t_e)\Omega_E$	350
Flujo de energía radiado atmosférico que es radiado hacia y absorbido por la tierra		$R_a\Omega_a$	324
Flujo de energía radiado atmosférico que es radiado		$(1-R_a)\Omega_a$	195

**hacia el espacio**

**Flujo de energía radiado de la superficie terrestre que no es absorbido por la atmósfera y va directamente hacia el espacio**

$$(1-f_a)(1-t_e) \Omega_E$$

40

**Donde:**

**$a$  = Albedo del sistema tierra-atmósfera (0.31)**

**$f_b$  = Fracción de energía solar incidente absorbida por la atmósfera**

**$t_e$  = Fracción de flujo terrestre que es transferido a la atmósfera a través de los procesos de calor latente y térmico**

**$f_a$  = Fracción de radiación de salida desde la tierra que es absorbida por la atmósfera**

**$R_a$  = Fracción de radiación atmosférica que es radiada hacia y absorbida por la tierra**

**$\Omega_s$  = Flujo solar total entrando al sistema tierra-atmósfera**

**$\Omega_E$  = Flujo de energía terrestre radiado desde la tierra**

**$\Omega_A$  = Flujo de energía atmosférico radiado desde la atmósfera**

## ECUACIONES DEL MODELO.

## EN EL SUELO

$$E(t+\Delta t) = E(t) + (1-A)\Omega_s \Delta t + R_a A(t) \Delta t - t_e E(t) \Delta t - f_a(1-t_e)E(t) \Delta t - (1-f_a)(1-t_e)E(t) \Delta t$$

$$\frac{\Delta E}{\Delta t} = (1-f_b)(1-a)\Omega_s + R_a A - [t_e + f_a(1-t_e) + (1-f_a)(1-t_e)]E$$

$$\frac{\Delta E}{\Delta t} = (1-f_b)(1-a)\Omega_s + R_a A - E$$

$$\lim_{\Delta \rightarrow 0} \frac{\Delta E}{\Delta t} = \frac{dE}{dt} = (1-f_b)(1-a)\Omega_s + R_a A - E$$

## EN LA ATMÓSFERA

$$A(t+\Delta t) = A(t) + (f_b)(1-a)\Omega_s \Delta t + t_e E(t) \Delta t + f_a(1-t_e)E(t) \Delta t - R_a A(t) \Delta t - (1-R_a)A \Delta t$$

$$\frac{\Delta A}{\Delta t} = (f_b)(1-a)\Omega_s + t_e E + f_a(1-t_e)E - R_a A - (1-R_a)A$$

$$\frac{\Delta A}{\Delta t} = (f_b)(1-a)\Omega_s [t_e E + f_a(1-t_e)E] - A$$

$$\lim_{\Delta \rightarrow 0} \frac{\Delta A}{\Delta t} = \frac{dA}{dt} = (f_b)(1-a)\Omega_s [t_e E + f_a(1-t_e)E] - A$$



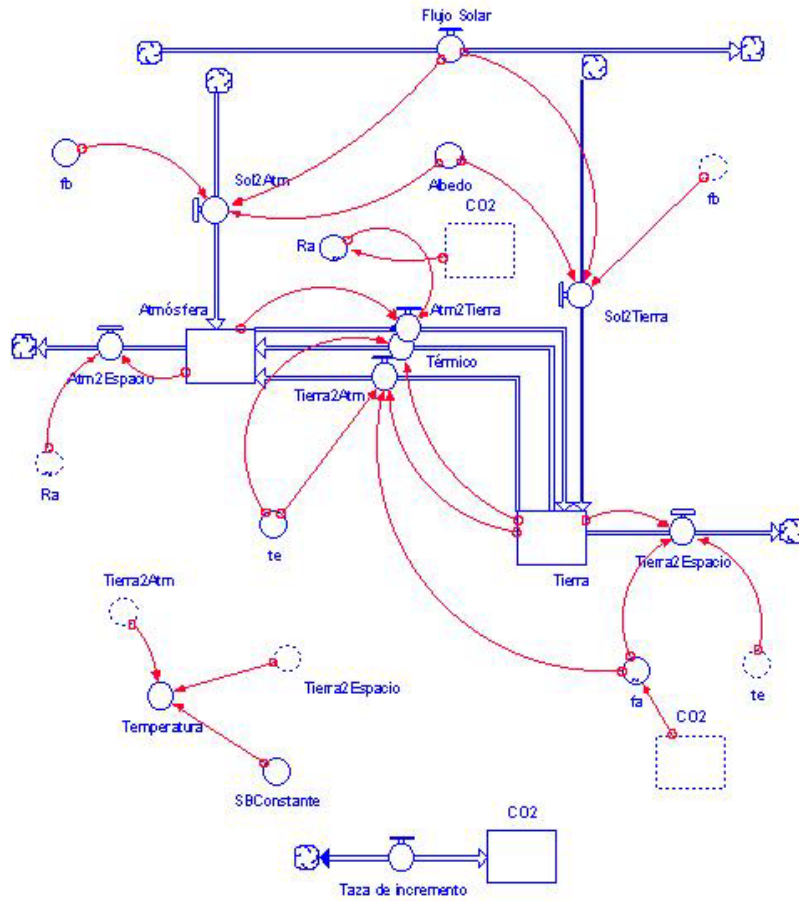


Figura C.1.1. Modelo de simulación climática por cambios de albedo (para el caso de selva baja caducifolia) e incorporación de gases de invernadero.

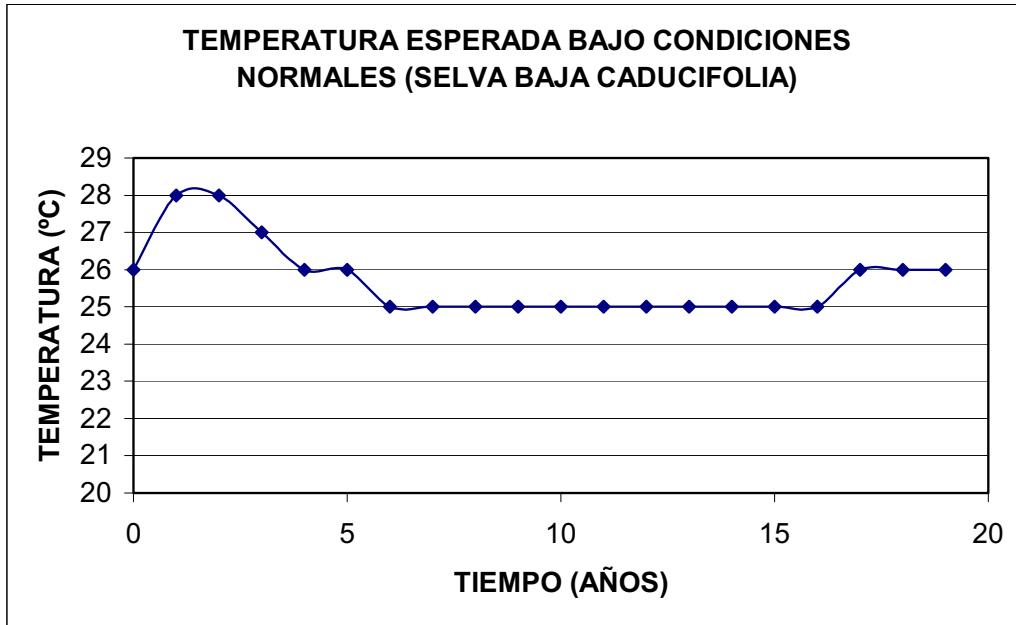


Figura C.1.2 Simulación de cambio de temperatura esperada bajo condiciones normales (Sin Proyecto Hidroeléctrico).

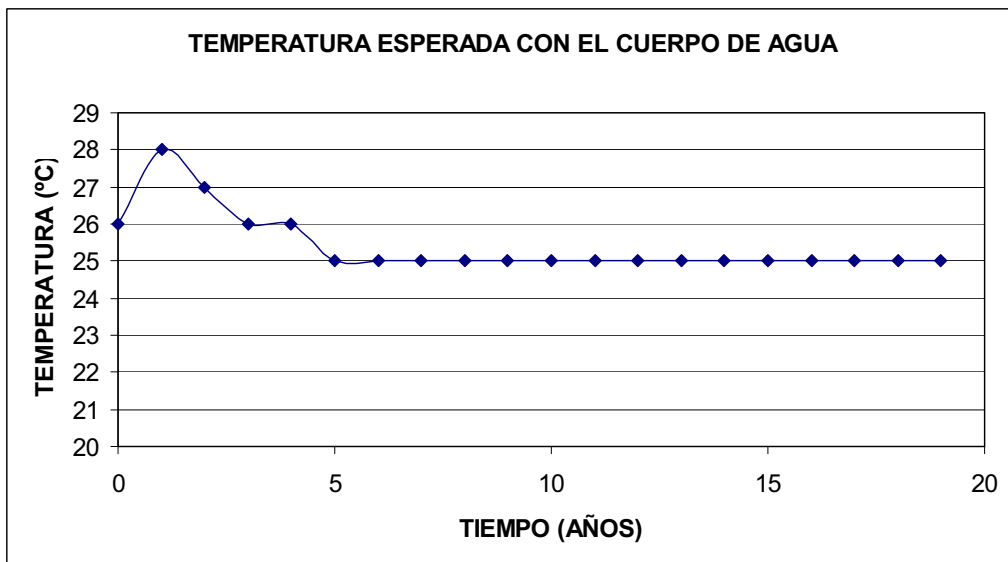


Figura C.1.3. Simulación de cambio de temperatura esperada con el cuerpo de agua. (Con Proyecto Hidroeléctrico)

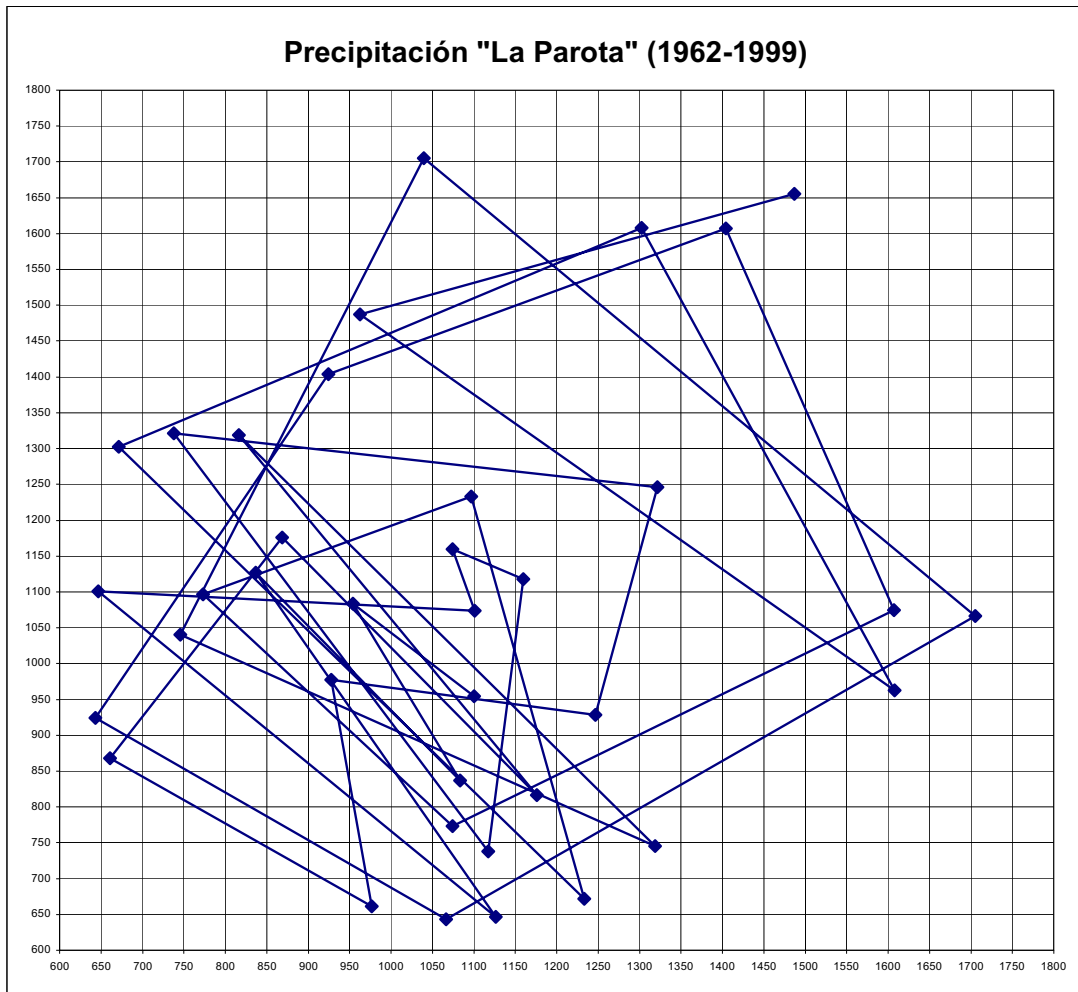


Figura C.1.4. Espacio de fases de la precipitación en La Parota.

## C.2.- SIMULACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL NUEVO EMBALSE. PARTE UNO: PROCESO DE LLENADO Y LA DEPOSITACIÓN DE SEDIMENTOS

El objetivo de este modelo es simular el balance de entradas y salidas de agua y la acumulación de sedimentos con la construcción de la presa en la región La Parota, Gro.

El modelo consta de dos componentes: el agua expresada en  $m^3$  y los sedimentos expresados en Kg y  $m^3$ . El primer componente considera una entrada promedio anual de agua de  $5.634 \times 10^9 m^3$  y una distribución mensual como se muestra en la figura C.2.1. La salida durante la etapa de llenado de la presa es igual al gasto ecológico ( $30 m^3/s$ ) cuando la cantidad de agua se encuentra por debajo del NAME (nivel de aguas extraordinarias que es  $7.18872 \times 10^9 m^3$ ) o igual al excedente cuando esta cantidad es superada.

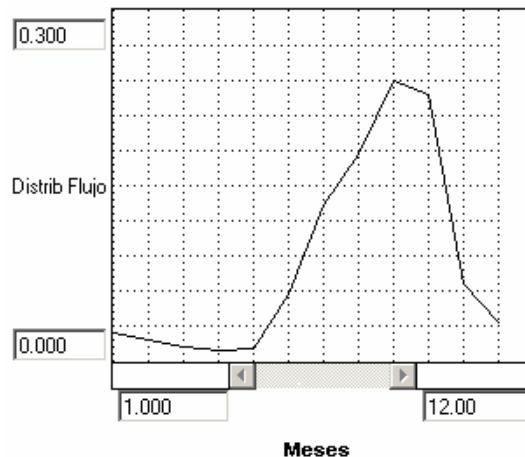


Figura C.2.1.- Distribución anual estandarizada del flujo del río Papagayo en la región de La Parota, Gro.

Durante la etapa de funcionamiento de la Hidroeléctrica el gasto será de  $749 m^3/seg$  durante 4 horas por día y la NAMO (nivel de aguas máximas ordinarias) será de  $5.85917 \times 10^9 m^3$  en época de avenidas y  $6.52395 \times 10^9 m^3$ .

El segundo componente consta de una entrada de material sedimentable promedio anual ( $6.67774 \times 10^9 Kg.$ ) y una distribución mensual como se muestra en la figura C.2.2. La salida esta en función de la cantidad de agua que sale de la presa y la concentración de material sedimentable que contenga.

El uso del modelo permite observar que la presa llegará a su máxima capacidad en un periodo de 2 a 4 años utilizando los valores observados de flujo de agua, mínimos y máximos en los últimos 10 años (Figura C.2.3).

Con relación a los sedimentos se puede observar que la acumulación en la presa es del 1% de su capacidad en los primeros 25 años (si las tendencias sobre erosión y sedimentación continúan) (Figura C.2.4). Río abajo de la presa la distribución temporal del material sedimentable en agua, será modificado, presentándose por debajo de la media

en los meses de mayo a septiembre de cada año y disminuyendo en un 30% anual (Figura C.2.5).

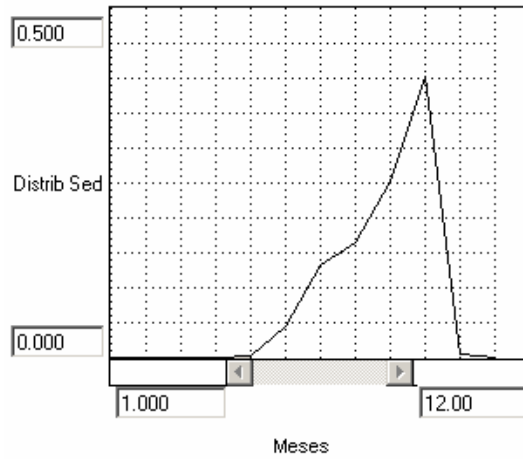


Figura C.2.2. Distribución anual estandarizada del material sedimentable del río Papagayo en la región de La Parota, Gro.

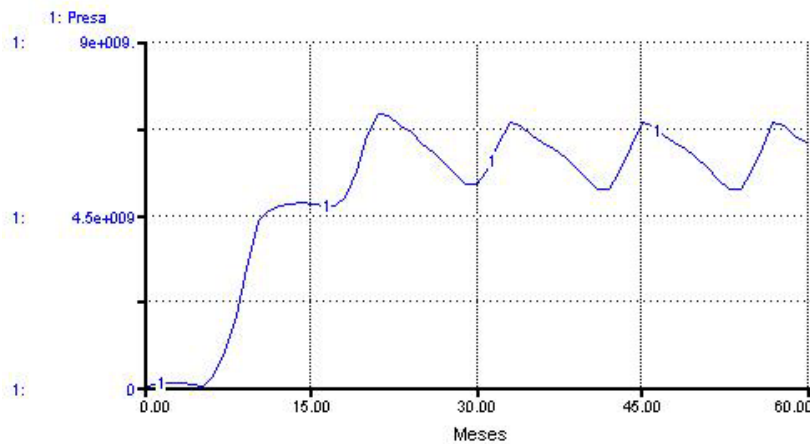


Figura C.2.3. Dinámica del llenado de la presa La Parota. Flujo 1- 2.575135exp+009, Flujo 2- 4.196756exp+009.

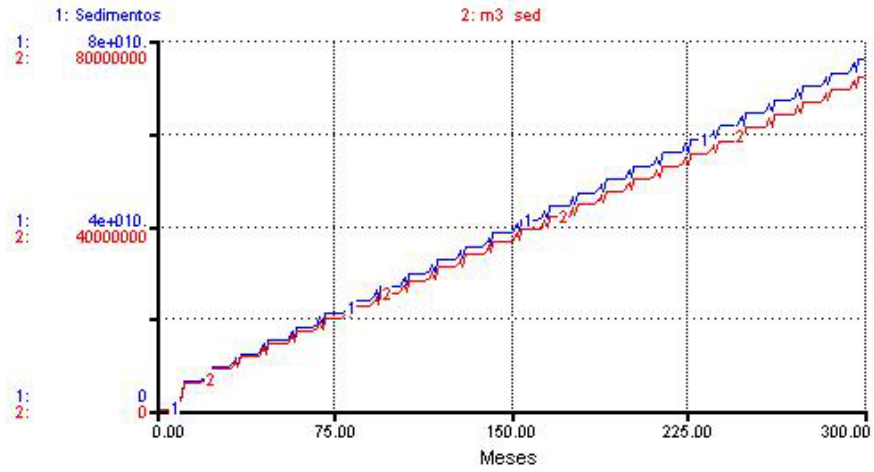


Figura C.2.4. Sedimento acumulado (m<sup>3</sup> y Kg.) en la presa La Parota, Gro.

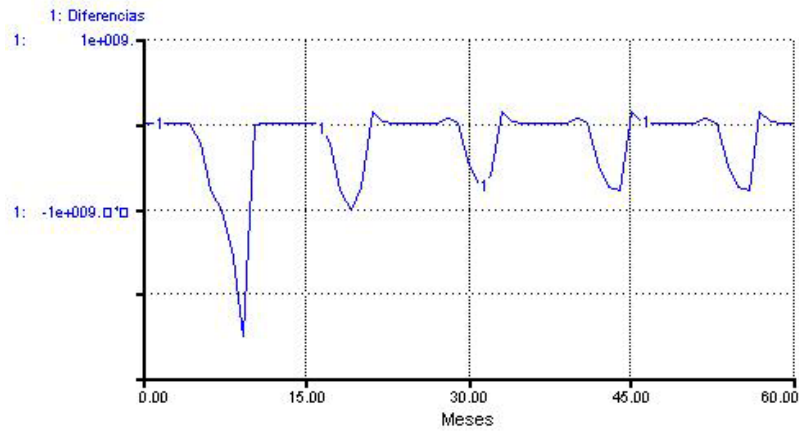


Figura C.2.5. Diferencias entre la distribución anual del material sedimentable en agua observada y la simulada con la construcción de la presa La Parota.

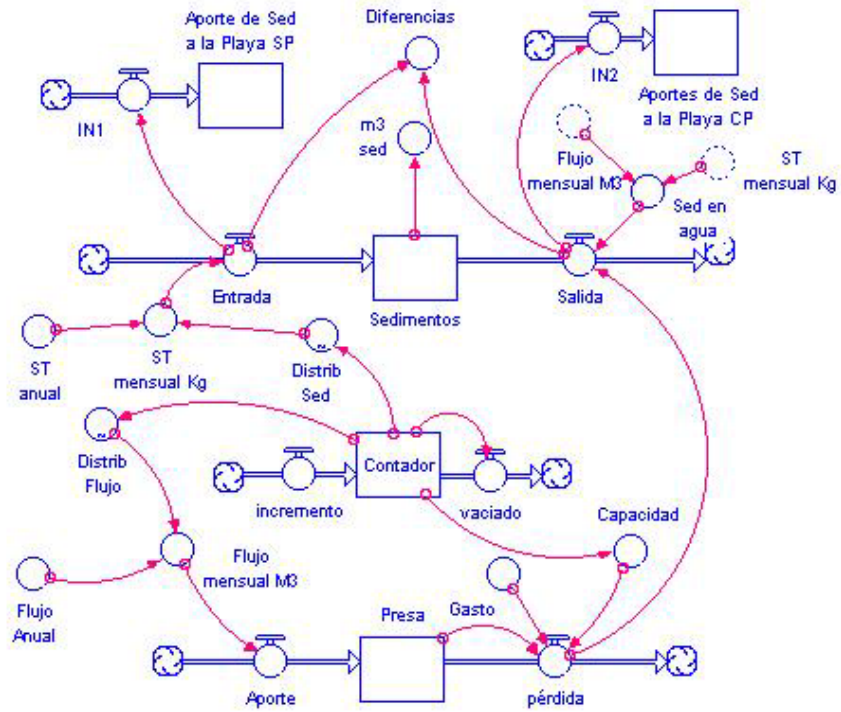


Figura C.2.6. Modelo de balance de agua y sedimentos, para la presa La Parota, Gro.

### C.3.- MODELO DE SIMULACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL NUEVO EMBALSE. PARTE DOS: MATERIA ORGÁNICA Y OXIGENO DISUELTO.

El modelo de calidad del agua está integrado por tres componentes; el primero es el modelo utilizado para el cálculo de sedimentos (ya antes explicado), su función es la de alimentar al siguiente submodelo de los sólidos totales (ST) donde los sedimentos serán la fuente principal de materia orgánica a analizar.

En el segundo segmento del modelo, se analiza el comportamiento de la Materia Orgánica en sus estados de Materia Orgánica Disuelta, Materia Orgánica Suspendeda y Materia Orgánica Sedimentada, aportada por el flujo del río y liberada de la presa en una pequeña cantidad por las compuertas (si el nivel de agua se excede), por la producción de energía o por el gasto ecológico, mientras que el resto se sedimentará en el fondo del cuerpo de agua teniendo tasas de descomposición muy reducidas y debido a una tasa de recirculación pequeña en la presa, generando con esto un acumulamiento en el fondo. Las aportaciones de materia orgánica así como sus salidas serán fluctuantes dependiendo de los diferentes meses del año (Figura C.3.1).

En la figura C.3.2 se muestra el comportamiento de la Materia orgánica, observándose las fluctuaciones de esta durante las diferentes épocas del año y la acumulación de la materia orgánica sedimentada en la presa.

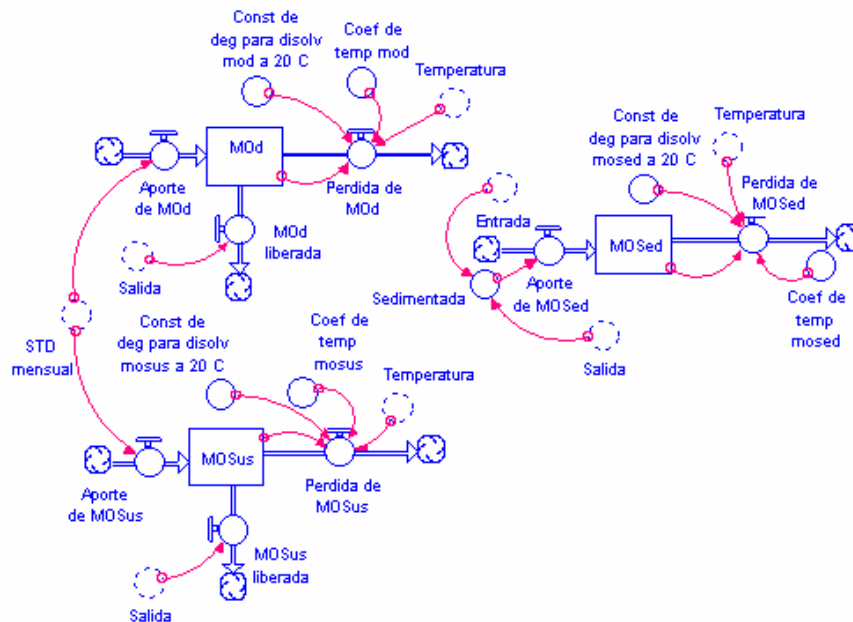


Figura C.3.1. Modelo de simulación de la dinámica de la materia orgánica (disuelta, suspendida y sedimentada).



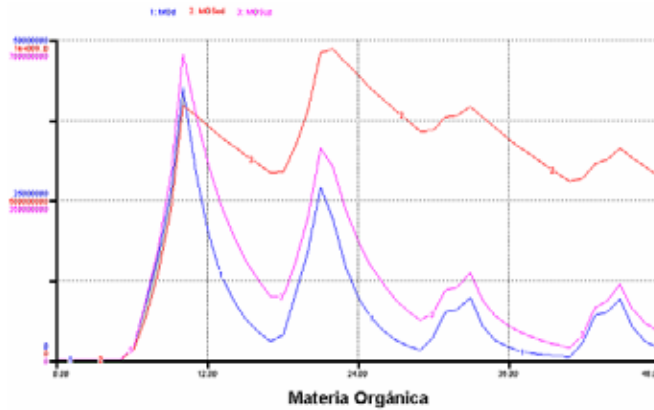


Figura C.3.2. Comportamiento de la materia orgánica en la presa de La Parota.

Posteriormente se utilizaron los datos de la biomasa que quedará sumergida para determinar la tendencia que mantendrá la degradación de la materia orgánica en el embalse (figura C.3.3), separando a la biomasa en troncos y hojas, debido a que difieren en la tasa de degradación (Figura C.3.4).

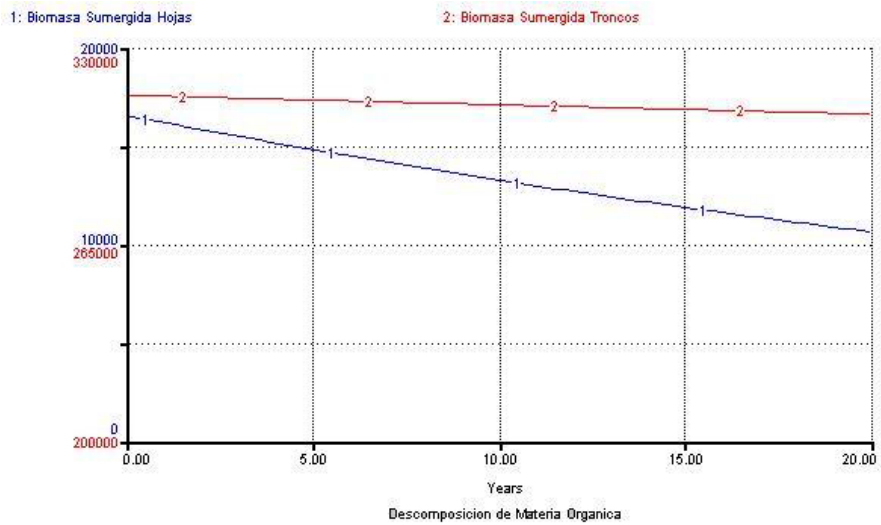


Figura C.3.3. Tendencias de la descomposición de la Materia orgánica, separada por su velocidad de degradación en hojas y troncos.

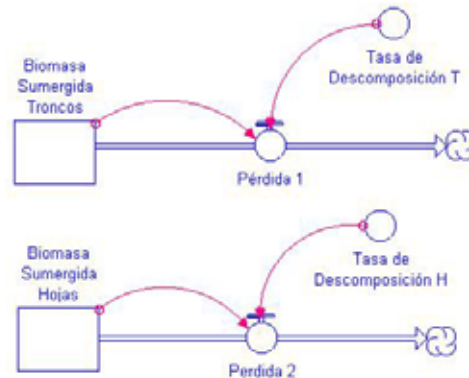


Figura C.3.4. Modelo de la degradación de la materia orgánica sumergida esperada en la Presa La Parota.

En el último segmento de este modelo se analiza el comportamiento del oxígeno disuelto en el cuerpo de agua.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno es la cantidad de oxígeno requerida para degradar una determinada cantidad de materia orgánica, por lo que a mayor cantidad de materia orgánica se requerirá mayor cantidad de oxígeno. En la figura C.3.5 se observa el modelo de simulación de la concentración de oxígeno disuelto y demanda bioquímica de oxígeno. En este modelo se tiene una entrada de DBO suministrada por el acarreo del río y una salida de la misma explicada anteriormente. De forma paralela un aporte de oxígeno al embalse (K2) mismo que estará dado por factores como la temperatura, velocidad del viento, salinidad, profundidad, organismos autótrofos y movimiento del agua entre otros. Así como existe una tasa de reoxigenación, existe una de desoxigenación (K1), y está dada principalmente por la cantidad de materia orgánica en el embalse, aunque se deberán considerar otros factores como lo es la respiración por heterótrofos y temperatura.

En la figura C.3.6 se muestra el comportamiento de OD y DBO tomando los datos en condiciones actuales de la presa La Venta, posteriormente se realiza otra corrida (figura C.3.7), pero a diferencia de la anterior se hacen cambios en los valores de K1 y K2, esto con la finalidad de simular condiciones de almacenamiento, situación que se dará en el momento de la construcción de la cortina. Este modelo muestra una elevada utilidad, debido a que se pueden determinar las diferentes tendencias de la calidad del agua a diferentes profundidades y en diferentes épocas del año.

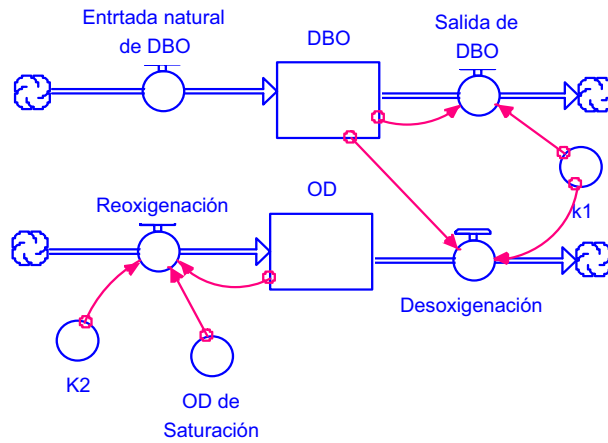


Figura C.3.5. Modelo de simulación de la concentración de oxígeno.

### Condiciones Actuales

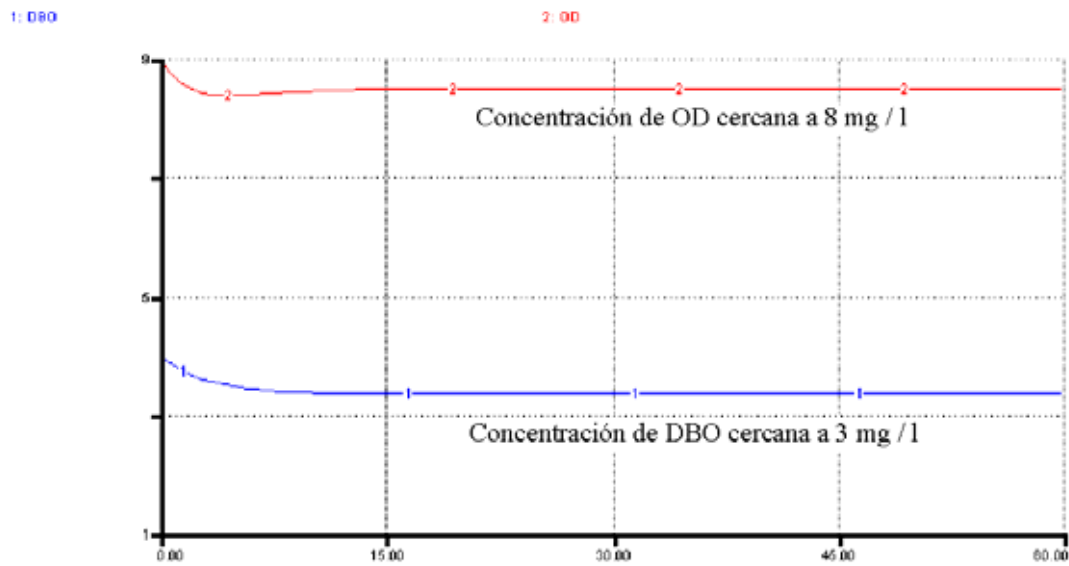


Figura C.3.6.. Comportamiento de la Demanda Bioquímica de Oxígeno y concentración de Oxígeno Disuelto en condiciones actuales.

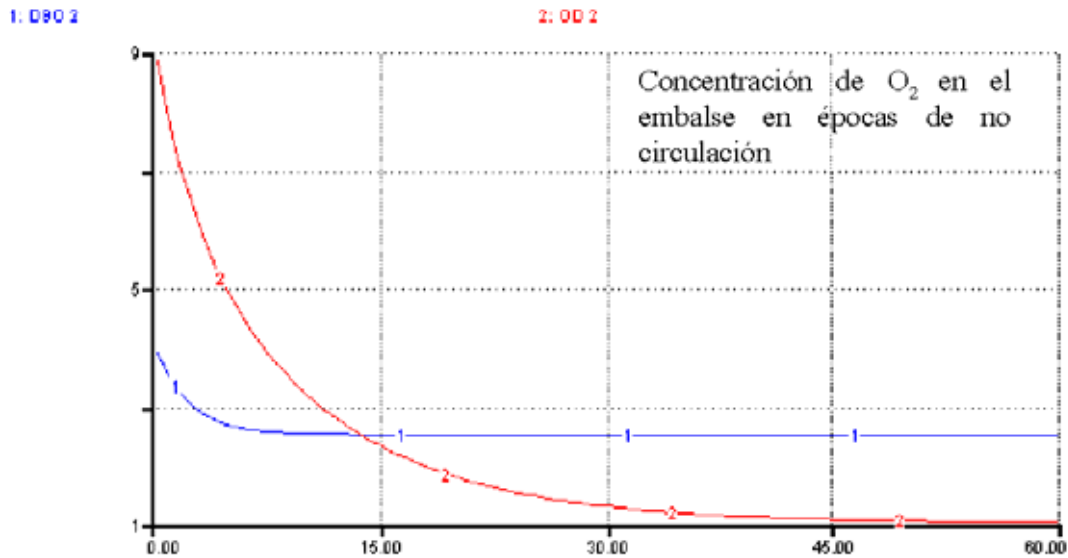


Figura C.3.7. Comportamiento de la Demanda Bioquímica de Oxígeno y concentración de Oxígeno Disuelto al cambiar los valores de K1 (tasa de desoxigenación) y K2 (tasa de reoxigenación)

Cabe señalar que pese a que la concentración de oxígeno disuelto disminuye en el interior del embalse conforme se degrada la materia orgánica (generando condiciones anóxicas), el agua es reoxigenada al momento de salir turbulentamente por el sistema de desfogue al momento de reingresar al río.

**C.4.- MODELO DE SIMULACIÓN DE LA TRAMA ECONÓMICA-SOCIAL DE LA REGIÓN DE LA PAROTA.**

El objetivo de este modelo es evaluar el impacto de la dinámica de las poblaciones de la zona de La Parota sobre los recursos naturales con y sin la construcción de la Presa.

El desarrollo del modelo social se hace bajo las siguientes consideraciones:

Para el desarrollo adecuado de un individuo se requieren 1 exp +006 Kcal/año y tomando en cuenta que el hombre es capaz de utilizar el 1 % de la energía producida por el sistema natural en sus procesos de transferencia de energía para su desarrollo, el área de influencia tiene una capacidad de sostén de 116159 habitantes (Anexo II)

El sistema está subsidiado por ingresos generados por emigrantes de ésta área que laboran principalmente en EU. Cada emigrante subsidia en promedio un habitante.

El modelo consta de dos componentes, la población y los recursos naturales. El flujo de ingreso para la población está determinado por la tasa neta de crecimiento de la población y el flujo de salida por la emigración. Para los recursos naturales (área cubierta por vegetación, área de cultivo y área erosionada) se inicia, como se mencionó anteriormente con un área finita, que dependiendo de las necesidades de la población se convierte en área de cultivo y considerando las características topográficas, existen pérdidas de suelo convirtiéndose en área erosionada (Figura C.4.1).

De la simulación del sistema para un periodo de 50 años podemos observar que si las tendencias de uso de recursos naturales continúan, éstos serán agotados en un 31%. En relación a la dinámica de la población se nota un crecimiento aparentemente lento, debido a que gran parte de ésta emigra y permite el subsidio del sistema. Si se restringe la emigración, que es lo más probable debido a las políticas migratorias de EU y a la saturación de empleos en ese país, se detecta que la emigración se daría más por sobrevivencia que como posible subsidio del sistema, contrastando con la situación actual (Fig. C.4.2).

Para preservar los recursos naturales y hacer sustentable el desarrollo de las comunidades que habitan en la zona, según el modelo planteado, se puede hacer modificando la tasa de crecimiento de la población (que es lo más probable que ocurra según las tendencias nacionales, como señala el grupo de estudio social, incrementando la eficiencia de las unidades de área para que el sistema pueda sostener más carga y disminuyendo la tasa de erosión. Esto se puede lograr implementando programas de control del crecimiento poblacional, incremento de la eficiencia de los sistemas de producción, diversificando el uso de los ecosistemas del área e implementando un programa de conservación de suelo. La construcción de la Presa generaría empleos y otro tipo de recurso (acuáticos) que incrementarían temporalmente la capacidad de carga del sistema diluyendo su efecto con el transcurso del tiempo. Pero es imperioso comentar que con o sin la construcción de la Presa es necesario reducir las tendencias sobre crecimiento poblacional, así como reducir también las tasas de pérdida de suelo las cuales están dirigiendo el sistema hacia su colapso, buscando lograr el desarrollo sustentable de la región de La Parota, a través de sus procesos de revitalización de la sustentabilidad del sistema con ingresos que lleguen a crear empleos a través de proyectos productivos (Fig. C.4.3).

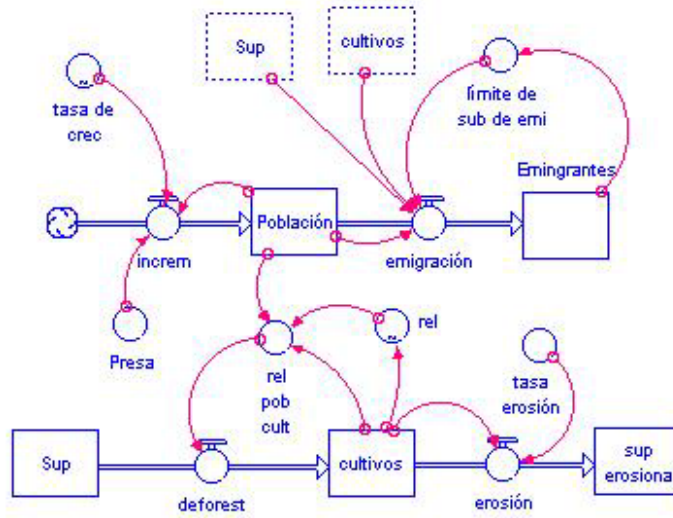


Figura C.4.1. Modelo de simulación del ambiente social para la zona de la Parota, Gro.

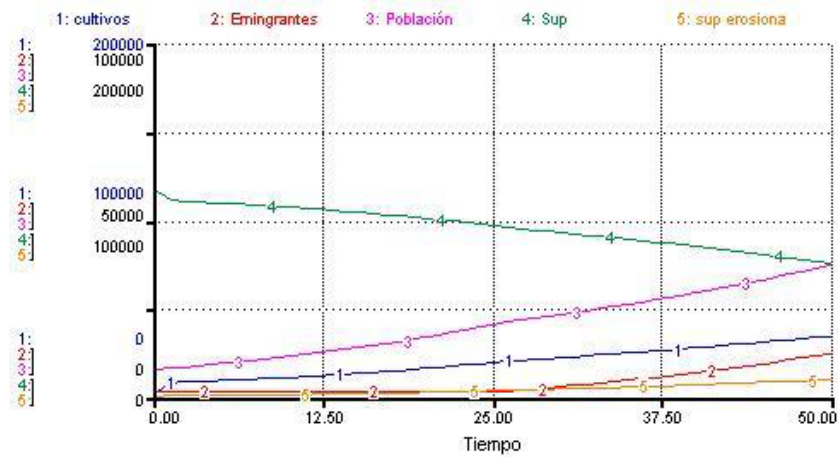


Figura C.4.2. Simulación de la dinámica de la población y los recursos naturales de la región de La Parota, Gro. Para un periodo de 50 años, sin la construcción de la presa.

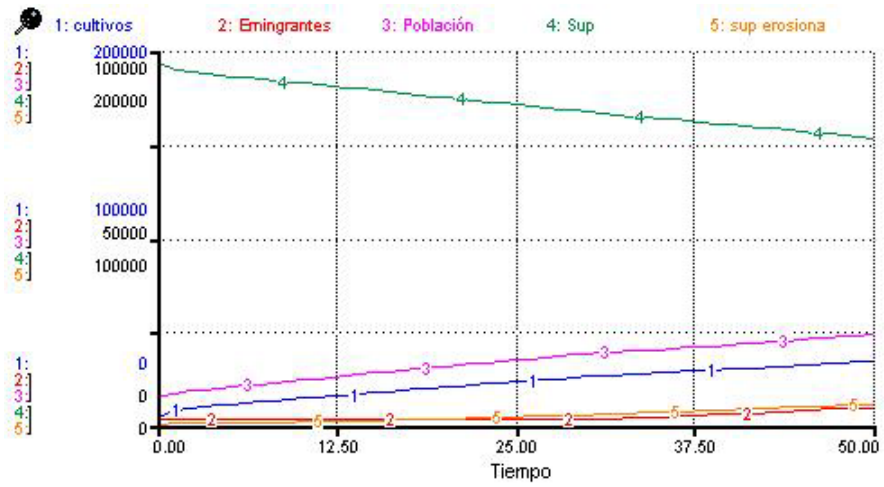


Figura C.4.3. Simulación de la dinámica de la población y los recursos naturales de la región de La Parota, Gro. Para un periodo de 50 años, con la construcción de la presa.

## **D) Modelos Socio-Económicos**

### **D.1.- ESTIMACIÓN DE LA POBLACIÓN ADICIONAL ATRIBUIBLE AL PROYECTO “LA PAROTA”**

En el apartado anterior se describió la prospectiva demográfica de los 15 municipios del área de estudio (Acapulco de Juárez, Ayutla de los Libres, Copala, Coyuca de Benítez, Cuauhtepac, Chilapa de Álvarez, Chilpancingo de los Bravo, Florencio Villarreal, Juan R. Escudero, Mochitlán, Quechultenango, San Marcos, Tecoaapa, Tixtla de Guerrero y Acatepec), que forman parte de la Presa Hidroeléctrica “La Parota”, la cual se ubicará en suelo en el municipio de Acapulco y Juan. R. Escudero, San Marcos y Tecoaapa y se contempla construir en un lapso de siete años.

En dicha prospectiva demográfica se utilizaron las proyecciones demográficas elaboradas por el Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2002) y de ellas se desprende que la población de los 15 municipios al año 2000 alcanzó 1 450 370 habitantes, de los cuales 744,202 (51.3%) correspondían al municipio de Acapulco; 200, 032 (13.8%) a Chilpancingo, y 105, 968 (7.3%) a Chilapa de Álvarez, siendo estas tres las únicas unidades político-administrativas con una población mayor a 100 000 habitantes y que concentraban 72.4% de la población total de la zona de estudio.

Con base en las proyecciones tendenciales de población, se espera que los 15 municipios incrementarán su población aproximadamente a 1, 490, 716 habitantes en 2010, lo que significa un aumento aproximado de 40, 346 personas y una tasa de crecimiento promedio anual de 0.3%. Estas cifras muestran un escaso dinamismo demográfico durante la primera década del siglo XXI, a la vez de fungir como un polo de expulsión moderada de población, con una tasa de crecimiento social de -1.2% anual promedio y un saldo neto migratorio conjunto estimado en -192, 498 habitantes.

De acuerdo con la proyección demográfica, en 2010 el municipio de Acapulco tendrá alrededor de 747, 086 habitantes, disminuyendo su participación a 50.1% del total de la población de la zona de estudio; Chilpancingo llegará a una población aproximada a los 220, 927 habitantes (14.8%) y Chilapa de Álvarez con alrededor de 103, 778 pobladores (7%); seguirán siendo los únicos municipios con población estimada en más de 100 000 habitantes, y su concentración disminuirá ligeramente a 71.9 por ciento.

Los resultados del modelo<sup>1</sup> permiten estimar que la población adicional atribuible al proyecto “La Parota” para el año 2010 se podría esperar alrededor de unos 29 344 habitantes, equivalentes a 2% de los existentes en la zona de estudio en 2000, o a 72.7% de la población adicional esperada para el año 2010. (según las proyecciones de población del CONAPO). De esta manera, el incremento poblacional absoluto en la zona de estudio entre 2000 y 2010, considerando la proyección de población y la población adicional atribuible al proyecto, se estima que pudiera ser de 69, 690 habitantes (véase el Cuadro IM 1).

---

<sup>1</sup> Ver anexo estadístico



Cuadro IM 1.- Población y empleo adicionales estimadas por municipio para 2000-2010 con base en una simulación de modelo de Garin-Lowry. Los números de población corresponden a valores estimados por el modelo, por lo que son aproximaciones a los valores esperados.

Cuadro IM 1. Población y empleo adicional por municipio, 2000-2010

Municipio	Población 2000	Incremento poblacional		Población 2010	Empleo adicional
		Tendencial	"La Parota"		
Total	1 450 370	40 346	29 345	1 520 061	9 821
Acapulco	744 202	3 738	20 321	768 261	7 877
Ayutla	57 397	5 061	896	63 354	131
Copala	13 491	389	47	13 927	76
Coyuca	71 415	3 342	704	75 461	115
Cuautepec	15 707	1 009	498	17 214	35
Chilapa	105 968	- 2 190	430	104 208	116
Chilpancingo	200 032	20 895	1 968	222 895	483
Florencio Villarreal	19 661	- 330	528	19 859	157
Juan R. Escudero	22 702	239	1 138	24 079	307
Mochitlán	10 499	866	191	11 556	69
Quechultenango	33 693	2 307	330	36 330	60
San Marcos	50 252	- 1 722	503	49 033	151
Tecoanapa	44 746	4 353	950	50 049	74
Tixtla	34 501	- 2 785	434	32 150	148
Acatepec	26 104	5 174	407	31 685	22

Fuente: Elaboración propia con base en CONAPO, 2000 y resultados de la aplicación del modelo de Garin-Lowry

Con la información del cuadro se desprende que, del total del aumento poblacional esperado en la zona de estudio, 57.9% ocurrirá por los componentes demográficos de la proyección tendencial y 42.1% por efecto del proyecto de la Central Hidroeléctrica. El impacto demográfico del proyecto al interior de la zona será distinto: en Acapulco y Juan R. Escudero, más del 80% de su crecimiento poblacional esperado entre 2000 y 2010 estará asociado al proyecto; en Cuautepec representará 33%, y en Ayutla, Copala, Coyuca, Chilpancingo, Mochitlán, Quechultenango, Tecoaanapa y Acatepec el efecto representará menos del 20% de su incremento poblacional. Cabe subrayar que, según las proyecciones tendenciales del CONAPO, cuatro municipios de estudio tendrían una población menor en 2010 con respecto a 2000, y en ellos el único en que el impacto del proyecto revierte dicho pronóstico es Florencio Villarreal, mientras que en Chilapa, San Marcos y Tixtla se espera un rechazo de población mayor arraigo esperado por la construcción de la Presa Hidroeléctrica. Por último, el empleo adicional imputable al proyecto tendrá una elevada concentración territorial, ya que en el municipio de Acapulco se generará la totalidad del empleo básico (el asociado al proyecto), así como 59.7% del empleo indirecto y asociado al comercio y los servicios. En términos absolutos, el segundo municipio con la mayor generación de empleo indirecto será Chilpancingo con 483 y en tercero Juan R. Escudero con 307 empleados.

## D.2.- ESTIMACIÓN DE LOS EFECTOS DE LA GENERACIÓN TEMPORAL DE EMPLEOS POR EL PROYECTO HIDROELÉCTRICO

La generación temporal de empleos, principalmente de mano de obra no calificada -en donde podrían incorporarse los habitantes de la zona y a su vez generar empleos indirectos, será una de las consecuencias más importantes de la realización del proyecto hidroeléctrico "La Parota".

La generación de empleos ocurrirá en la fase de construcción de la presa, particularmente en la zona donde se ubicará la cortina. Esto beneficiará principalmente a la población de las comunidades cercanas a la construcción de la cortina, pero también beneficiará a personas de otras localidades ubicadas dentro de los municipios afectados; ya que este sitio actuará como un punto de atracción de población en edad de trabajar. A su vez esto crea la posibilidad de que surjan nuevos asentamientos humanos y comerciales cercanos a los campamentos de los trabajadores (como ocurrió en la presa de Infiernillo ubicada también en el Estado de Guerrero)

De acuerdo a CFE, para la construcción de la presa se crearán 520 empleos para personal de supervisión y 4,480 empleos para obreros, que en total suman 5000 empleos. El personal de supervisión será mano de obra calificada para la construcción y los obreros serán mano de obra no calificada (albañiles principalmente), con disponibilidad regional, (Cuadro IM 2).

El asentamiento de los trabajadores en los campamentos creará la necesidad de que cierto tipo de servicios se satisfagan (principalmente surgirán sistemas de comercialización de productos básicos en esa zona), lo que provocará que surja un tipo de empleo complementario al empleo directo. Según la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) por cada 5 empleos directos generados en el sector de la construcción, se generan 2 empleos en sectores relacionados a éste. En el Cuadro IM 3 se ve observan los totales de empleos generados, en donde estos montos ocurrirían durante el momento máximo de ocupación de trabajadores.

### Cuadro IM 2. Empleos generados directamente en la fase de construcción

Supervisores	520
Obreros	4,480
Total empleos directos	5,000

Fuente: Capítulo II de MIA para el P. H. "La Parota".

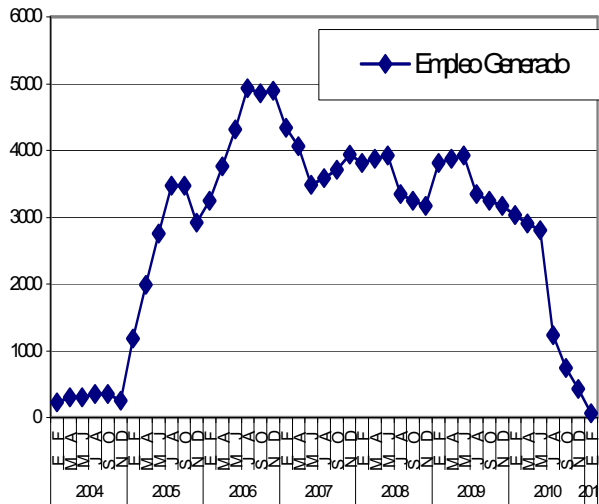
### Cuadro IM 3. Empleos totales generados

Empleos generados directos	5,000
Empleos generados indirectos*	2,000
Empleos totales	7,000

Fuente: Elaboración propia con datos de CFE y CMIC.

El empleo generado indirectamente beneficiara exclusivamente a las personas residentes de la región. Los empleos para obreros serán ofrecidos de acuerdo a las necesidades de mano de obra; y distribuidos en el tiempo como se puede apreciar en la Gráfica IM 1 los empleos ofrecidos se incrementarán con el tiempo, la mayor cantidad de empleos ofrecidos se alcanzará en el periodo de julio a agosto del año 2006, y finalizará en el primer bimestre del año 2011.

Gráfica IM 1. Flujo de empleo no calificado de la PH La Parota

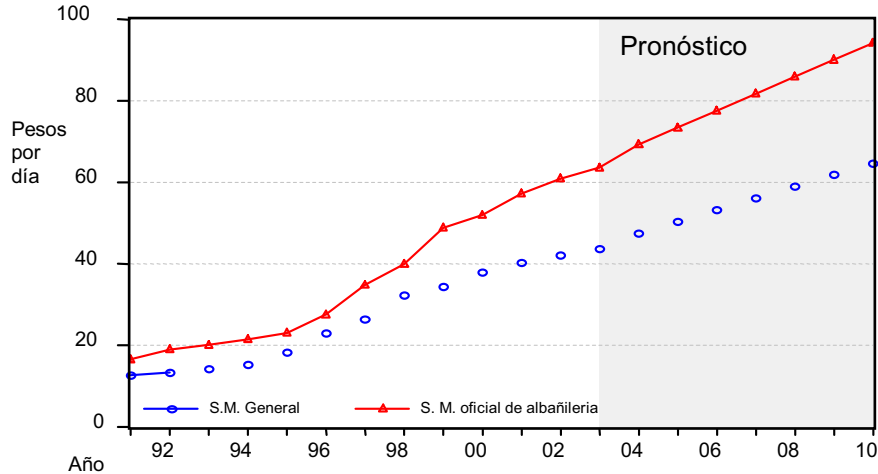


Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la Tabla II.4.1. Programa General de Requerimiento de Personal durante la construcción del PH La Parota, suministrado por CFE

A partir de los datos anteriores se realiza una estimación del derrame económico que los empleos podrían generar; en cuanto a ingresos para los trabajadores directos y empleos indirectos de la región. Vale la pena señalar que en esta estimación solamente se cuantifican los ingresos que recibirán el personal empleado.

Se realiza el pronóstico del salario mínimo del área geográfica A, así como el salario mínimo del oficial de albañilería, mediante modelos lineales, en la Gráfica IM 2.

Gráfica IM 2. Proyección del Salario Mínimo, Área Geográfica



Fuente: Cálculos propios con datos de Comisión Nacional de Salarios Mínimos.

Si suponemos que los ingresos de los obreros serán iguales al salario mínimo de un oficial de albañilería y se multiplican por 60 días (dos meses) se tendrán los resultados de la derrama económica que generará el proyecto hidroeléctrico, los cuales se ven en la gráfica 3.

La derrama económica máxima se da en el mismo periodo cuando sucede el empleo máximo ofrecido (julio-agosto de 2006). Los ingresos anuales generados se muestran en el Cuadro IM 1.

Cuadro IM 4. Derrama Económica por la generación de empleos de mano de obra no calificada del Proyecto Hidroeléctrico La Parota

Año	Derrama económica total
2004	\$ 7,374,611.02
2005	\$ 69,510,214.77
2006	\$ 120,992,280.71
2007	\$ 113,306,606.33
2008	\$ 110,093,410.91
2009	\$ 115,427,493.89
2010	\$ 62,955,656.12

Fuente: Cálculos propios con datos de CFE y Comisión Nacional de Salarios Mínimos

Con el cuadro anterior se puede apreciar que con el empleo generado por el proyecto, se afectará de forma muy positiva; económicamente hablando, a la región afectada por el mismo. Sin duda alguna este efecto generado por la construcción de la presa, elevará los ingresos percibidos por los trabajadores de la región, lo que desembocará en un mejor nivel de vida.

El segundo cambio económico generado por el proyecto en el sistema ambiental regional, es la pérdida de tierras dedicadas a actividades agropecuarias destinadas tanto al autoconsumo como a la venta. Este efecto es negativo y se presenta durante *la fase de preparación y construcción del sitio*.

En el Cuadro IM 5 se muestran los ejidos, bienes comunales y propiedad privada de la zona de inundación. En el mismo se puede observar las proporciones de terrenos afectados de los núcleos agrarios afectados.

Cuadro IM 5. Localidades afectadas en la zona de inundación

Nombre	Total km2	Embalse		%	localidades	Localidades afectadas
		km2	Hectáreas			
Ejido Dos Arroyos	71.71	33.80	3,380	47.14	Dos arroyos, Guayabal y Pochotlaxco	Pochotlaxco.
Ejido La Palma	60.66	26.85	2,685	44.27	La Palma, Tlalchocohuite y El Palacio	La Palma, Tlalchocohuite, El Palacio
Ejido Alto del Camarón	36.04	17.56	1,756	48.74	Altos del Camarón	Ninguna
Bienes Comunales Cacahuatpec Sur	352.12	17.11	1,711	4.86	S.J. Cacahuatpec, Arroyo Verde, Garrapatas, Las Hollitas, Concepción, Parotillas, Rancho Las Marias y Los Hilamos.	S.J. Cacahuatpec y Arroyo Verde.
Bienes Comunales Agua Zarca de la Peña	45.35	15.07	1,507	33.22	Agua Zarca de la Peña, Chamizal, Los Mayos y La Unión.	La Unión y El Chamizal
Ejido Los Huajes	36.31	7.02	702	19.33	Colonia Guerrero (Los Huajes)	Colonia Guerrero
Ejido El Reparó	32.53	5.36	536	16.47	San Juan del Reparó Norte y S. Juan del R. Sur	Ninguna
Ejido Omitlán	13.17	4.52	452	34.33	Omitlán, Villa Guerrero, El Pedregal	Omitlán
Ejido Agua de Perro Bienes Comunales Dos Caminos y	16.53	3.06	306	18.49	Agua de Perro y Venta vieja El Puente, Las Garrapatas, San Isidro, Ojo de agua, El Potrero	Venta Vieja
Anexos	120.94	1.86	186	1.54	Oriental, Zihuazaloya	Ninguna

Cuadro IM 5. Localidades afectadas en la zona de inundación

Nombre	Embalse		Hectáreas	%	localidades	Localidades afectadas
	Total km2	km2				
Ejido Tierra Colorada/1	91.75	7.61	761	15.48	Palo Gordo, Papagayo, El Amate, Col. Rufo Figueroa y Plan de Lima	Papagayo y El Amate
Ejido Xolapa	36.72	1.57	157	4.27	El Salitre y Xolapa	Ninguna
Ejido Sabanillas	35.86	0.97	97	2.70	Las Sabanillas	Ninguna
P. P. Manuel Andosol	5.28	0.94	94	17.72	Ninguna	Ninguna
Ejido El Zapote	12.06	0.74	74	6.16	El Zapote	El Zapote
Ejido Las Mesas	42.95	0.61	61	1.41	Las Mesas y Plan Grande	Plan Grande
Bienes Comunales de Chautipa	50.91	0.31	31	0.61	Rancho Viejo y Chautipa	Ninguna
Ejido Michapa	17.37	0.22	22	1.24	Michapa	Ninguna
Ejido Chacalapa	12.50	0.03	3	0.24	Chacalapa de Bravo	Ninguna
Ejido El Tepehuaje	17.69	0.02	2	0.11	El Tepehuaje	Ninguna
<b>Total</b>	<b>1,075.92</b>	<b>139.87</b>	<b>13,987a</b>	<b>13.00</b>		

Fuente: Elaboración propia con datos de la Evaluación del impacto socio-ambiental del proyecto hidroeléctrico “La Parota”, Guerrero. Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y Percepción Remota (UNAM)

/1 Se sumo los datos del Ejido Tierra y Ejido Tierra Colorada

a El dato proporcionado por CFE el 30 de octubre de 2003 del total del área de embalse es de 14,213 hectáreas.

## V.2 Técnicas para evaluar los impactos ambientales

En este estudio se optó por el uso de una matriz de cribado de impactos ambientales como técnica de identificación y evaluación de impactos. Esta matriz fue elaborada a partir del programa de obra del proyecto, a fin de considerar la mayor parte de las actividades que se desarrollarán en cada etapa en orden cronológico, y su efecto en los diferentes componentes del sistema ambiental. Dado que se observarán efectos al ambiente tanto en el área de incidencia directa del proyecto, como aquellos producto de la operación del mismo, se optó por separar la evaluación de impactos en dos matrices, la primera correspondiente a los impactos en el área de emplazamiento directo de la obra, y la segunda correspondiente a los impactos en el área de influencia de ésta (ver descripciones más adelante).

El procedimiento de evaluación se describe a continuación:

### Procedimiento de Identificación y evaluación de impactos:

Se realizó la evaluación de impactos utilizando los criterios propuestos por Bojorquez *et al.* (1998). De acuerdo a este esquema, los criterios de evaluación se dividen en *básicos* y *complementarios*. Los criterios básicos son 1) magnitud o intensidad (**M**), 2) extensión espacial (**E**) y 3) duración (**D**); los criterios complementarios son: 1) sinergismo entre actividades (**S**), 2) efectos acumulativos (**A**) y 3) controversia (**C**).

Ambos tipos de criterios se evaluaron usando una **escala ordinal** de 0 a 9, con mínimos efectos sobre el ambiente denotados por el cero, y máximos efectos denotados por el 9. Los criterios de calificación de cada grupo, así como el desglose de las calificaciones de los impactos por factor ambiental se presentan en el anexo correspondiente.

Cabe agregar que con la intención de poder incorporar ciertas variables cuantitativas arrojadas por este estudio, así como criterios teóricos, en algunos casos los valores cuantitativos y criterios fueron reagrupados dentro de la escala ordinal de 0 a 9, a fin de mantener los valores de escala requeridos por esta metodología de una forma estandarizada (ver criterios y evaluación por factor ambiental en el anexo correspondiente).

Asimismo, para cada efecto se determinó su naturaleza, esto es, si el impacto es benéfico o perjudicial para el ambiente. Se asignaron calificaciones positivas (+) para impactos benéficos y calificaciones negativas (-) para impactos adversos.

La definición utilizada para evaluar cada criterio fue la siguiente:

1. Naturaleza del impacto: benéfico (positivo) o perjudicial (negativo).
2. Magnitud (M): Se refiere a la intensidad del efecto de la actividad sobre el componente ambiental, independientemente del área afectada o duración del impacto. Se utilizaron criterios de evaluación fundamentados en los datos teóricos y de campo, listados de especies, clases de suelo, tipos de vegetación, etc. (ver anexo correspondiente).
3. Extensión espacial (E): Tamaño de la superficie afectada por una determinada acción. Cuando se estimó que el efecto abarcará toda el área de estudio, se le asignó la máxima calificación posible.
4. Duración (extensión temporal) (D): Tiempo en que el componente ambiental muestra los efectos de la actividad. En este caso se le asignó el número 9 a aquellos efectos de carácter irreversible, y tomando los demás criterios dentro del marco de 50 años de vida útil del proyecto.

5. Sinergismo (S): Actividad que, al estar presente otra, los efectos sobre el ambiente se incrementan más allá de la suma de cada una de ellas.
6. Efecto acumulativo (A): Cuando como consecuencia de una actividad el efecto sobre el componente ambiental se incrementa con el tiempo, aunque la actividad generadora haya cesado.
7. Controversia (C): Es una medida del grado en que la sociedad pudiese responder ante la ocurrencia de un cierto efecto de una actividad sobre un factor ambiental, de tal medida que lo "magnifique" con respecto a su valor real.

Con los valores obtenidos se calcularon los índices básicos (IB) y los complementarios (IC) y, con ellos, el Índice Cuantitativo de Impacto (I) siguiendo el procedimiento descrito por Bojórquez *et al.* (1998), modificado por Sánchez-Colón y Flores-Martínez (en preparación) mediante la siguiente expresión:

$$I = IB^{(1-IC)}$$

$$\text{donde: } IB = \frac{\sqrt[3]{(M * E * D)}}{9}, \quad IC = (S+A+C) / 27$$

La clasificación del índice de impacto utilizada fue la siguiente:

Valor del índice de Impacto	Calificación del Impacto
0.111 - 0.280	Muy bajo
0.281 - 0.460	Bajo
0.461 - 0.640	Moderado
0.641 - 0.820	Alto
0.821 - 1.000	Muy alto

Dentro de esta clasificación, se determinaron como impactos significativos, aquellos con un valor de índice de impacto superior a 0.641; correspondientes a impactos Altos y Muy Altos.

A continuación se presentan las matrices de impactos resultantes de esta evaluación. El sustento matemático y la calificación de los criterios de cada punto evaluado se incluyen en las tablas del anexo correspondiente.



**A) Impactos en área de afectación directa del proyecto (área del embalse, cortina, caminos, bancos de materiales e instalaciones).**

**B) Impactos en área de influencia aguas debajo de la cortina**

**(río Papagayo – de la presa a la desembocadura-, laguna de Tres palos y zona costera).**

### V.3 Impactos ambientales generados

#### V.3.1.- Identificación de Impactos

Como se mencionó con anterioridad, la identificación de los impactos ambientales generados por este proyecto ha sido agrupada en función del sitio y tipo de afectación generada en dos grandes rubros:

##### **A) Impactos en área de afectación directa del proyecto (figura V.3.1.1)**

Bajo este rubro se consideran aquellos impactos que serán generados por las acciones directas de preparación y construcción de obras e infraestructura requerida por el proyecto. Se incluyen los sitios y acciones relacionados con la construcción de la cortina, el vertedor, obras de toma, desvío y diques, la apertura de caminos de acceso, el aprovechamiento de sitios como bancos de materiales y el emplazamiento directo de instalaciones tales como campamentos, oficinas, subestación eléctrica, etc. Asimismo se incluye el área que será ocupada por el embalse y su franja periférica de 2 km para efecto de poder evaluar la afectación socioeconómica de la población inmediata.

En lo correspondiente a los factores acuáticos, dentro del área de afectación directa del proyecto se contempla el tramo del Río Papagayo desde el sitio propuesto para la cortina de la Presa La Parota, hasta la confluencia de los ríos Papagayo y Omitlán, incluyendo La zona de la actual presa La Venta. El efecto contemplado para este rubro analiza los impactos desde el inicio de la obra y hasta el llenado del embalse.

De forma general se puede señalar que los impactos que se generarán por el proyecto de manera directa incluyen pérdidas irreversibles de terrenos, dado que serán, o bien inundados al llenar el embalse, o sellados por la construcción de caminos de acceso, diques e infraestructura. Asimismo, se afectarán sitios que actualmente cubren áreas que serán explotadas como bancos de materiales o abiertas a caminos de acceso definitivos y temporales.

##### **B) Impactos en área de influencia del proyecto, aguas debajo de la cortina (figura V.3.1.2)**

Bajo este rubro se consideran aquellos impactos sobre el río Papagayo, la desembocadura y la zona costera, que serán derivados de las modificaciones al caudal del río Papagayo durante el llenado del embalse y a lo largo de la operación de la hidroeléctrica. Asimismo dentro del área de influencia indirecta se incluyó la laguna de Tres Palos, la que, aunque no será afectada por la realización de este proyecto. Esto obedece a que dicha laguna forma parte del sistema hídrico regional y por consiguiente, CFE considera importante establecer medidas de vigilancia y seguimiento para prever algún efecto indirecto que pudiera no haber sido detectado en este estudio.

De forma general se puede señalar que los principales impactos en el área de influencia cortina abajo del proyecto van a estar dados por tres acciones principales:

1. Por la disminución en el gasto de agua y aportes de sedimentos durante los 18 meses en que se realice el llenado del embalse.
2. Por el desfogue de grandes cantidades de agua (748 m<sup>3</sup>/s) durante 4 horas de generación de electricidad, seguidos de una fuerte reducción en el caudal del río (30 m<sup>3</sup>/s) por las 20 horas restantes.
3. Por la reducción del aporte sedimentario (cantos finos, gravas y arenas) sobre la desembocadura y línea de costa como producto de la existencia de la cortina como trampa de sedimentos, una vez que inicie el llenado del embalse y la operación de la hidroeléctrica.

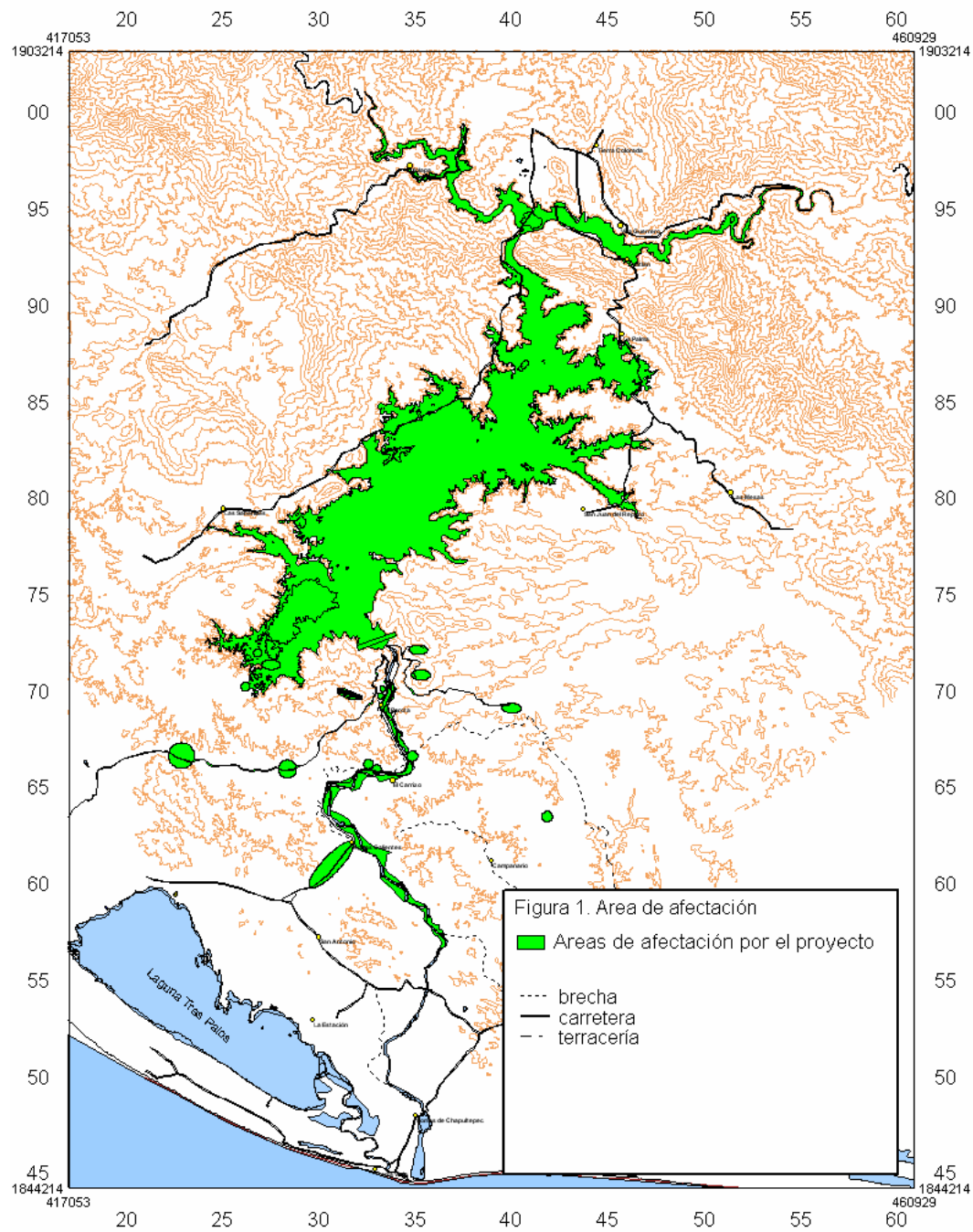


Figura V.3.1.1. .- Área de Afectación Directa del Proyecto.

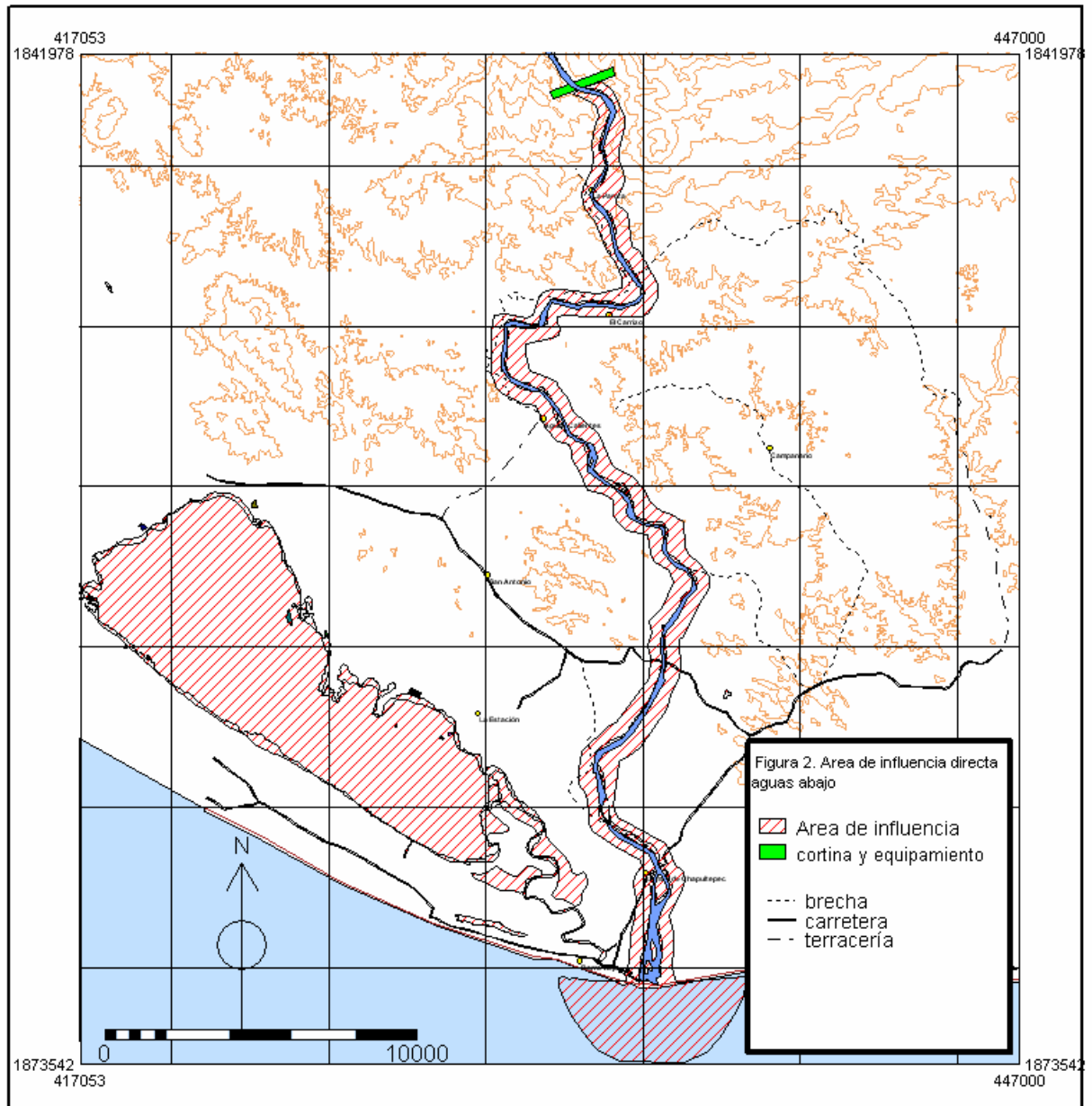


Figura V.3.1.2.- Área de Influencia del Proyecto

### ***V.3.2. Selección y descripción de los impactos significativos***

A efectos de poder visualizar la temporalidad y sitios de ocurrencia de los impactos ambientales que serán ocasionados por este proyecto, la siguiente descripción de los impactos significativos se efectúa bajo el marco del programa de realización de la obra propuesto por CFE; mismo que ha sido tomado como base para la realización de las matrices de evaluación de impacto antes presentadas. Como referencia espacial, la ubicación de embalse, cortina, bancos, caminos, instalaciones, etc. se presentaron con anterioridad en el plano de referencia del proyecto (capítulo II; Plano No. 1) así como en las figuras V.3.1.1. y V.3.1.2.

**Cabe agregar que en la siguiente descripción de los impactos, se incluyen de manera integrada los efectos de cada actividad sobre diferentes factores ambientales, contemplada en las matrices anteriormente presentadas. Asimismo, se resalta en *itálicas*, aquellos impactos significativos.**

## **A) IMPACTOS EN ÁREA DE AFECTACIÓN DIRECTA DEL PROYECTO**

### **A.1) IMPACTOS GENERALES PARA TODAS LAS ACTIVIDADES Y ETAPAS**

#### **Impactos Adversos en diferentes etapas:**

##### Emissiones de contaminantes criterio

El impacto en la calidad del aire debido a las actividades de construcción tiene la característica de ser puntual en la vida del proyecto y cesará tan pronto inicie la operación de la planta.

##### *a) partículas (polvo)*

El mayor impacto en la calidad del aire se producirá a partir de las actividades de excavación por la emisión a la atmósfera de partículas. Asimismo, la explotación de los bancos de materiales se destacan por la emisión de partículas suspendidas debido al movimiento de tierra. Asimismo, todo tipo de obra o actividad del proyecto que libere polvos hacia el ambiente y se localice cerca y viento abajo o escurrimiento abajo, del área del río o la presa La Venta aportará material que incrementará la turbiedad del agua, demeritando su calidad en sitios muy puntuales y por el tiempo que duren las obras. La extensión de esta actividad cubre una gran parte de la superficie de obras del proyecto y puede ser mitigada (capítulo VI; Ficha técnica No.1).

##### *b) emisiones*

La actividad de los vehículos que acarrean materiales producirán tanto gases contaminantes como producto de la combustión, como material particulado producido por el movimiento de materiales, la emisión de materiales en el transporte y el levantamiento de tierra por rodamiento en los caminos sin pavimentar. Asimismo, la operación de maquinaria y equipo generan ciertas emisiones atmosféricas, que son disipadas por el viento, por lo que su efecto adverso es muy reducido y localizado, y puede ser mitigado (capítulo VI; Ficha técnica No.1).

Obras de infraestructura, de desvío, de contención, de construcción del vertedor, de las obras de toma y de tuberías a presión, de subestación, de galerías de oscilación y desfogue, de casas de máquinas, las extracciones de material, la construcción de explanadas, la excavaciones de túneles y otras acciones

La ejecución de dichas obras determinará la ruptura del diseño morfológico y morfométrico de las laderas y de otros morfo-elementos del relieve, creando inestabilidad y propiciando el desarrollo de procesos erosivos y gravitacionales, los cuales deben ser estabilizados durante y después de las construcciones. Dichos impactos serán de corto plazo (menor a 5 años), moderados y locales. Como efectos sinérgicos podríamos esperar algunos deslizamientos locales de tierra y la aceleración de los procesos de erosión y acumulación. Se proponen medidas de mitigación en el capítulo VI; Ficha técnica No. 2.

Fuertes transformaciones del relieve: Obras de infraestructura, de desvío, de contención, de construcción del vertedor, las extracciones de material, la construcción de explanadas, la excavaciones de túneles y otras acciones

El impacto de obras que transforman fuertemente el relieve como las anteriores, ocasionan una modificación en la dinámica de los procesos erosivos, de transporte y acumulativos. Las características de erosionabilidad de los complejos metamórfico, intrusivo granítico y terrígeno, unidas a la alta energía del relieve montañoso, determinan niveles naturales intensos de erosión y denudación, los que aportan sedimentos a las redes fluviales. Las acciones de transformación severa del relieve incrementarán estos procesos y el desarrollo de sus formas degradativas y agradativas. Este impacto será de carácter permanente, moderado y ocurrirá en diversos puntos del área de afectación. Como efecto sinérgico asociado estaría la reducción de la vida útil del futuro embalse. Es por ello, que entre las medidas principales para la prevención y mitigación de dichos efectos, se encuentra la reforestación y la construcción de presas filtrantes, diques de gaviones o trampas sedimentarias, con vistas a reducir la deposición en el futuro embalse (capítulo VI; Ficha técnica No.4; Ficha técnica No.21).

Excavaciones y desmontes para construcción de infraestructura: obras de desvío, obras de contención, vertedor, obra de toma, tuberías a presión, subestación, galería de oscilación y desfogue y casa de máquinas.

La mayoría de estas obras implica la remoción del suelo, la vegetación y capa orgánica para construcción de infraestructura. El impacto estará dado en función de las dimensiones de las excavaciones en cada sitio; sin embargo, en tanto la excavación se circunscriba al área que será pavimentada por la infraestructura, no habrá mayor superficie impactada. Por ello se deberán mantener los desmontes y las excavaciones al mínimo nivel necesario requerido por el proyecto. Estos impactos pueden ser compensados (capítulo VI; Ficha técnica No 4; Ficha técnica No.19; Ficha técnica No.20).

Instalaciones sanitarias

Las aguas negras y jabonosas procedentes de campamentos, oficinas y frentes de obra pueden generar un impacto importante sobre la calidad del agua en el río Papagayo y presa La Venta por escorrentía superficial, así como ocasionar la contaminación del suelo y subsuelo por infiltración, de no ser manejadas y dispuestas adecuadamente. Por ello, la obra deberá seguir las recomendaciones que para el efecto dicte la autoridad



correspondiente, con base en las medidas de prevención que se proponen en el capítulo VI; Ficha técnica No. 5

#### Captura y caza de especies locales

Se tiene la experiencia que durante la realización de obras en ambientes naturales, los trabajadores capturen o cacen organismos silvestres en sus ratos de descanso, o aprovechando los intentos de escape de algunos organismos con la entrada de la maquinaria. Esto, aunque ocurre de forma muy ocasional, constituye un impacto muy bajo que bien puede evitarse mediante adecuadas campañas de concientización del personal, acompañadas de reglamentos de comportamiento y sanciones correspondientes. Sabemos que muchos de los trabajadores contratados será gente local, la que usualmente aprovecha la fauna silvestre de sus localidades como alimento, no obstante, la destrucción de hábitats con las obras promoverá una mayor movilidad de los organismos, fuera de sitios donde puedan esconderse y por lo tanto, la tasa de extracción de organismos puede llegar a incrementarse considerablemente de la existente. Este impacto puede ser mitigado (capítulo VI, Ficha técnica No.6).

#### Efectos por actividad humana en área de obras

La fauna en diferentes sitios de obra y sus cercanías se verá afectada por la movilización de maquinaria que genera ruido, explosiones en la excavación y movimiento constante de hombres. Estos ruidos y vibraciones ocasionarán una migración de organismos hacia lugares más alejados, alterando sus nichos (hábitats y ámbitos de comportamiento) y los pondrá en movilización durante el día, aumentando sus riesgos de ser atrapados por depredadores, además de que los obligará a buscar nuevos sitios para su hábitat. Este impacto no puede ser mitigado, sin embargo se deben contemplar las mismas medidas establecidas para la caza o captura de fauna silvestre.

### **Impacto benéfico en diferentes etapas del proyecto:**

#### Empleo

*La generación de empleos temporales en la construcción del P. H. La Parota es uno de los elementos que se considera que mejorará las condiciones económicas de los habitantes de la zona, ya que los empleos ofrecidos son clasificados como mano de obra no calificada. De acuerdo a CFE (capítulo II), para la construcción de la presa se crearán 520 empleos para personal de supervisión y 4,480 empleos para obreros, que en total suman 5000 empleos. El personal de supervisión será mano de obra calificada para la construcción y los obreros serán mano de obra no calificada (albañiles principalmente), con disponibilidad regional, cuadro A.1.1.*

#### Cuadro A.1.1.- Empleos generados directamente en la fase de construcción

Supervisores	520
Obreros	4,480
<b>Total empleos directos</b>	<b>5,000</b>

*La importancia del impacto en el empleo de la región radica en que si se lleva a acabo el proyecto hidroeléctrico se ofrecerán empleos remunerados, aunque temporales, pero en una región en donde las principales actividades económicas son las agropecuarias sin pago. A pesar de que la concentración del empleo ocurrirá en la zona de la cortina, el efecto del*

*Programa Universitario de Medio Ambiente, UNAM. febrero 2004.*



empleo se estima que se extenderá en los 20 núcleos agrarios, ya que una proyección de la PEA total al año 2003 de estos núcleos señala que hay 5,807 habitantes económicamente activos, mientras que el flujo de empleo podría alcanzar un máximo en el bimestre Julio-Agosto de 2006 con 4,937 empleos aproximadamente. Estos datos indican que una gran proporción de los habitantes de la región podrían incorporarse al trabajo remunerado, además del aumento en la derrama económica de la zona que ello significa.

En el cuadro A.1.2 se indican las etapas de construcción, el personal requerido y la duración del proceso, con los niveles máximos de ocupación de trabajadores por fase y por etapa. El mayor nivel de empleos se alcanzará en la etapa de construcción de la cortina y diques. De acuerdo a esta evolución en la oferta de empleo se asignó la calificación de la matriz de impactos en las actividades reportadas por la tabla II.4.1-1 Programa General de Requerimientos de Personal Durante la Construcción del P. H. La Parota, Guerrero y posteriormente se adecuó al Programa General de Construcción del P. H. La Parota

Cuadro A.1.2.- Requerimiento de personal del PH La Parota

Actividades	Máxima ocupación	Duración (Meses)
<i>Construcción y rehabilitación de Caminos</i>		
Camino a acceso definitivo	830	24
Caminos para construcción	85	6
<i>Bancos de material.</i>		
Bancos de préstamo	145	42
<i>Construcción, almacenes, oficinas, talleres, campamentos y suministro de energía eléctrica</i>		
Áreas de trabajo	250	4
Campamentos	380	4
Construcción L.T. 115kV y Subest.	350	12
<i>Construcción de ataguías</i>		
Ataguías	145	8
<i>Construcción de túneles de desvío</i>		
Túneles de desvío	356	27
Canales de entrada y salida	200	4
Zona de compuertas	330	12
Compuerta de cierre final	150	12
<i>Construcción de cortinas y diques</i>		
Cortina	830	57
Galerías	250	40
Pantalla de inyección y drenaje	205	40
Pedrera	400	54
<i>Construcción de casa de máquinas</i>		
Obra de toma	360	48
Tuberías a presión	254	36
Casa de máquinas	377	55
Pozos de oscilación	170	20
Canal de desfogue	255	38
<i>Construcción de subestación elevadora</i>		
Subestación elevadora	255	38
<i>Construcción de obras de excedencia</i>		
Canal de llamada	126	54
Zona de compuertas	140	54
Canal de descarga	272	54

Fuente: Cálculos propios con datos obtenidos de la A.X.10. Programa General de Requerimientos de Personal Durante la Construcción del P. H. La Parota, Guerrero elaborado por CFE.

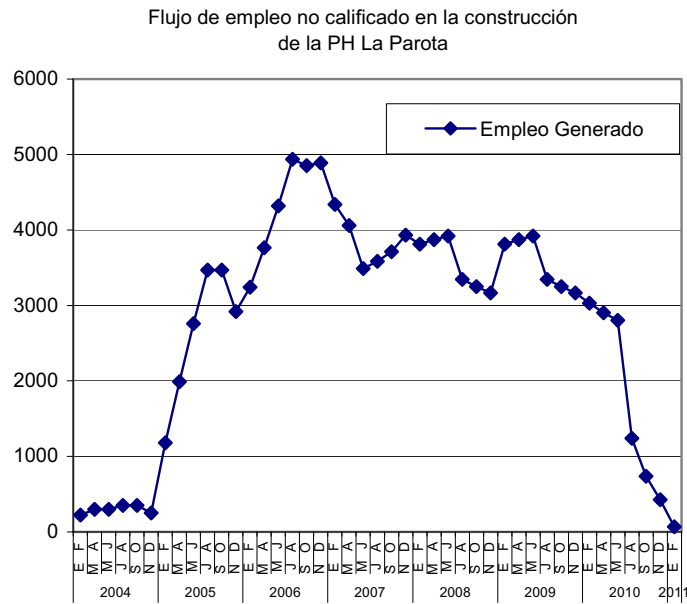
Además del empleo directo, el asentamiento de los trabajadores en los campamentos creará la necesidad de que cierto tipo de servicios se satisfagan (principalmente surgirán sistemas de comercialización de productos básicos), lo que provocará que surja un tipo de empleo complementario al empleo directo. Según la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) por cada 5 empleos directos generados en el sector de la construcción, se generan 2 empleos en sectores relacionados con éste. Con base en dichas estadísticas en cuadro A.1.3 se presenta el estimado del total de empleos generados durante el momento máximo de ocupación de trabajadores en la obra. El empleo generado indirectamente también beneficiará a las personas residentes de la región.

**Cuadro A.1.3.- Empleos totales generados**

Empleos generados directos	5,000
Empleos generados indirectos*	2,000
<b>Empleos totales</b>	<b>7,000</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de CFE y CMIC.

Los empleos para obreros serán ofrecidos de acuerdo a las necesidades de mano de obra; y distribuidos en el tiempo como se puede apreciar en la figura A.1.1 los empleos ofrecidos se incrementarán con el tiempo, finalizando en el primer bimestre del año 2011.



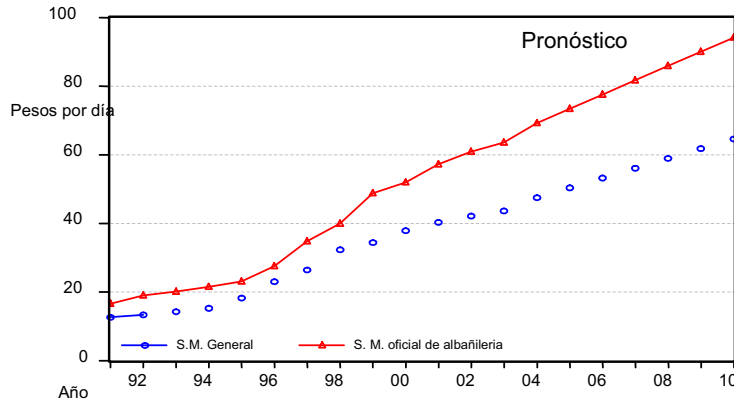
Fuente: Programa General de Requerimientos de Personal Durante la Construcción del P.H. La Parota, Gro. suministrado por CFE.

Figura A.1.1.- Flujo de empleo no calificado en la construcción de la obra

A partir de los datos anteriores se realiza una estimación del derrame económico que los empleos podrían generar; en cuanto a ingresos para los trabajadores directos y empleos indirectos de la región. Vale la pena señalar que en esta estimación solamente se cuantifican los ingresos que recibirán el personal empleado. En la figura A.1.2. se presenta Programa Universitario de Medio Ambiente, UNAM. febrero 2004.

el pronóstico del salario mínimo para el área geográfica A, así como el salario mínimo del oficial de albañilería, mediante modelos lineales.

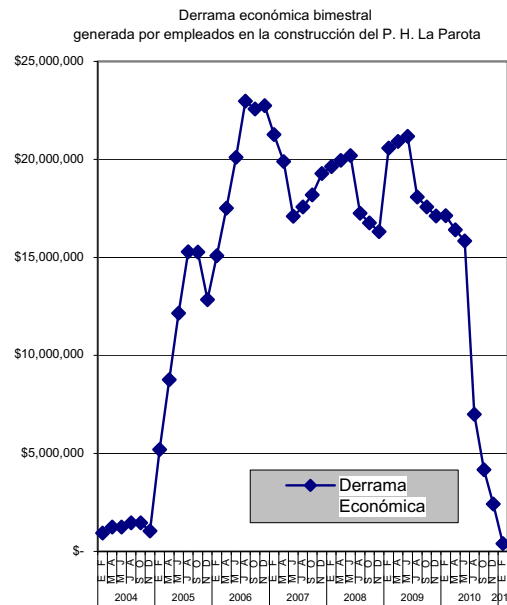
Proyección del Salario Mínimo Área Geográfica A



Fuente: Cálculos propios con datos de Comisión Nacional de Salarios Mínimos.

Figura A.1.2.- Proyección del salario mínimo. Pronóstico al 2010

Si suponemos que los ingresos de los obreros serán iguales al salario mínimo de un oficial de albañilería y se multiplican por 60 días (dos meses) se tendrán los resultados de la derrama económica que generará el proyecto hidroeléctrico, los cuales se ven en la figura A.1.3.



Fuente: Programa General de Requerimientos de Personal Durante la Construcción del P.H. La Parota, Gro. suministrado por CFE.

Figura A.1.3.- Derrama económica bimestral estimada.

La derrama económica máxima esperada se presentará en el mismo periodo cuando se genere el empleo máximo (julio-agosto de 2006). Los ingresos anuales generados se muestran en el cuadro A.1.4.

*Cuadro A.1.4 .- Derrama Económica por la generación de empleos de mano de obra no calificada del Proyecto Hidroeléctrico La Parota*

<i>Año</i>	<i>Derrama económica total</i>
2004	\$ 7,374,611.02
2005	\$ 69,510,214.77
2006	\$ 120,992,280.71
2007	\$ 113,306,606.33
2008	\$ 110,093,410.91
2009	\$ 115,427,493.89
2010	\$ 62,955,656.12

*Fuente: Cálculos propios con datos de CFE y Comisión Nacional de Salarios Mínimos*

*Con el cuadro anterior podemos darnos cuenta de que el empleo generado por el proyecto, afectará de forma muy positiva; económicamente hablando, el área del proyecto. Este efecto generado por la construcción de la presa, elevará los ingresos percibidos por los trabajadores de la región, lo que desembocará en un mejor nivel de vida.*

## A.2) ETAPA: PREPARACIÓN DE SITIOS

### OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

- **Línea de transmisión y subestación de 115 kV**

**Impactos significativos:** no identificados

**Impactos no significativos:**

Ruptura del diseño morfológico y morfométrico del relieve.

Dinámica de los procesos erosivos de transporte y acumulativos.

Sellado de superficies de suelo.

Cambio de uso de suelo agropecuario, urbano y vegetación natural.

Poblaciones y comunidades de vegetación terrestre.

Mamíferos, aves, reptiles y anfibios.

Extensión área urbana.

Estructura agraria.

Empleo +.

La construcción de una subestación eléctrica en caso necesario para albergar a 2 transformadores de 19 MVA tendrá un impacto sobre el suelo por el sellamiento definitivo de éste con la construcción de dicha infraestructura. No obstante, el sitio de ubicación de dicha planta no ha sido definido a la fecha, por lo que la superficie precisa se desconoce, así como la calidad del suelo en la misma. Con base en una idea general del tipo de subestación requerida se estima que el impacto sobre el suelo será muy bajo. De igual manera se considera que en lo referente a los usos del suelo, el impacto negativo será mínimo si la construcción de esta planta ocurre en sitios con usos urbanos y agropecuarios, mientras que puede haber un impacto negativo de bajo a moderado si su construcción se realiza sobre la vegetación natural, debido a que será necesario remover la cubierta de vegetación y esto puede ocasionar problemas de erosión en algunas áreas donde los suelos sean susceptibles a ella, así como la pérdida permanente de la vegetación en dicho sitio. Con ello, las plantas en el sitio de emplazamiento de la subestación serán eliminadas, por lo que se considera un impacto adverso; no obstante, el área ocupada por dicha subestación se estima que será pequeña, por lo que el impacto sobre la vegetación se considera que será bajo. Asimismo, al remover la vegetación se modifican las condiciones de hábitat y se eliminan algunos de éstos con lo que se afectarán pequeños mamíferos, algunas aves, reptiles y posiblemente anfibios, dependiendo del sitio que sea seleccionado para emplazamiento de esta subestación. Al igual que para suelos, el área que ocupará dicha subestación se estima que será pequeña, por lo que los impactos en fauna serán muy bajos, aunque de índole permanente.

El tendido de líneas de distribución de energía para la obra afecta la tierra en forma baja en las zonas de conducción, alterando la estructura agraria por la ocupación de terreno para dicho tendido.

Por su parte, el suministro de energía en las zonas de campamento e instalaciones temporales puede reforzar la formación de asentamientos irregulares que aprovechen esa energía; aunque el impacto esperado sería muy bajo y local, dada la escasa probabilidad de que esto suceda.

No es posible mitigar o restaurar el sitio afectado por esta actividad ya que la infraestructura construida pasará a formar parte del proyecto terminado, no obstante, se puede reducir al mínimo las afectaciones con prácticas adecuadas de construcción; limitando el área destinada para la subestación al tamaño mínimo posible, y evitando ampliar dichas afectaciones por movimientos de maquinarias, equipos y trabajadores fuera del área contemplada.

- **Camino de acceso definitivo (alternativa 1 fue seleccionada)**

**Impactos significativos:**

Cambio de uso de suelo agropecuario, urbano y vegetación natural.

Extensión área urbana.

Trama funcionamiento y seguridad.

Representatividad de autoridades formales e informales.

**Impactos no significativos:**

Monóxidos de carbono, óxidos de nitrógeno, COV y partículas suspendidas.

Ruptura del diseño morfológico y morfométrico del relieve.

Dinámica de los procesos erosivos de transporte y acumulativos.

Sellado de superficies de suelo.

Poblaciones y comunidades de vegetación terrestre.

Mamíferos, aves, reptiles y anfibios.

Pérdida/ganancia de paisajes de calidad.

Fragmentación y conectividad.

Calidad fisicoquímica en área destinada al embalse.

Jerarquía, función y articulación de las localidades urbanas.

Condiciones y niveles de organización y cohesión social.

Estructura agraria.

Aprovechamiento de recursos forestales y faunísticos.

Marginación, migración, estructura étnica y crecimiento +.

Empleo +.

*Las obras de construcción, operación y mantenimiento de la presa requieren de un camino de acceso hacia el área de la cortina que se prevé como un camino tipo “C” (SCT). Estos caminos representan la remoción permanente del suelo y vegetación, así como su impermeabilización por asfaltado, por lo que su impacto en la permeabilidad del suelo es permanente. No obstante, el ancho de corona de estos caminos no es grande (9 m) y tampoco es la longitud de los tramos que requieren ser asfaltados, por lo que el área cubierta por pavimento será baja.*

*Se analizó la pérdida de suelo en función de la clase de suelo presente en el área del trazo Tunzingo-El Salto-San Isidro Gallinero-Garrapata, con una longitud de 29,3 km*

*Cuadro A.2.1.- Superficies de suelo de diferente calidad edafo-ecológica que serán afectadas por el camino de acceso a la presa, así como valores porcentuales del total de la superficie del ejido a que corresponden.*

<i>Ejido</i>	<i>Tipo de afectación y clase de calidad del suelo</i>	<i>[ha]</i>	<i>[%]</i>
	<i>Acceso 1 * Clase 1</i>	<i>1.75</i>	<i>0.15</i>
<i>Bienes Comunes</i>	<i>Acceso 1 * Clase 5</i>	<i>11.28</i>	<i>0.14</i>
<i>Cacahuatpec Su</i>	<i>Acceso 1 * Clase 2</i>	<i>16.84</i>	<i>0.33</i>
	<i>Acceso 1 * Clase 4</i>	<i>12.2</i>	<i>0.12</i>
	<i>Total</i>	<i>49.29</i>	<i>0.74</i>

*Además del impacto producido por el sellamiento de superficies, se espera un impacto directo reducido sobre zonas con vegetación y usos agropecuarios. Dada la relación estrecha que existe entre la apertura de caminos y la deforestación o ampliación de la frontera agrícola, los impactos indirectos causados por esta obra pueden ser tanto negativos (en el caso de deforestación) como positivos (por las posibilidades de explotación agrícola de nuevas tierras), y de un efecto acumulativo importante a largo plazo, sobretodo si el*

*surgimiento de las nuevas áreas agrícolas y la construcción del propio camino contribuyen a fragmentar aún más a las zonas con vegetación natural.*

*La construcción de un camino de tales características también tendrá un efecto de largo plazo sobre el cambio del uso del suelo de vegetación natural y usos agropecuarios a usos urbanos, particularmente en las inmediaciones del camino, ya que brinda mayores posibilidades de comunicación para la creación de nuevos asentamientos de población.*

*Asimismo, la construcción y mejoramiento de caminos, así como, la accesibilidad a los bancos de materiales tienen un efecto positivo alto en el sistema vial de la microregión ya que: incrementan y mejoran la extensión de la red vial, reducen tiempos de desplazamiento y posibilitan la reorganización del sistema urbano.*

*Con respecto al desmonte de la vegetación, la eliminación de plantas y del suelo orgánico será total en una pequeña franja de terreno (9 m de ancho de corona), más las afectaciones que usualmente ocurren en el área del derecho de vía por movimientos de equipos y máquinas, lo cual implica que la estructura y composición de la vegetación será afectada y se promoverá la invasión de plantas ruderales. La vegetación original podrá recuperarse en el mediano plazo en los caminos provisionales, una vez que concluya su uso. No así en aquellos caminos que sean vías de acceso permanentes.*

*La remoción de la vegetación implica pérdida de hábitats, lo que afecta a diversos grupos de fauna. El principal impacto de estos caminos ocurrirá en su fase de construcción y en su operación, cuando se elimina toda la vegetación existente a lo largo de los tramos por construir y aumenta el tipo y volumen del tránsito vehicular. Con ello las poblaciones de pequeños vertebrados se ven fragmentadas, lo que provoca un aislamiento de las mismas. El efecto de estos caminos será más pronunciado en las especies de mamíferos, particularmente en aquellas de menor tamaño, como ratones y musarañas, que son especies que no suelen desplazarse grandes distancias. Se estima que muy pocas aves serán afectadas por las obras de forma directa, aunque ocurrirán daños en sus territorios y árboles de percha y anidación. No obstante, la recuperación de las poblaciones es rápida, por lo que el impacto ocasionado por la construcción de caminos permanentes de acceso se estima como muy bajo. Contrario a lo anterior, la construcción de un camino tipo “C” representa una nueva barrera para los anfibios y reptiles que, aunque no suelen desplazarse grandes distancias, si se mueven a través del suelo o escalando los troncos de los arbustos en busca de alimento y/o refugio, por lo que la apertura de un claro artificial los deja expuestos a ser más visibles para los depredadores o bien les restringe el desplazamiento al fragmentar su espacio.*

*Los daños al paisaje derivados de la construcción de caminos definitivos se atribuyen principalmente a una mayor fragmentación de las selvas y compactación de las superficies del suelo, debido al tránsito de gente y maquinaria. A causa de estas obras se afectará de manera directa a algunos paisajes de alta calidad, (4,417.29 m de caminos sobre Selva Baja Caducifolia con diferentes grados de perturbación (Cuadro A.2.2). A pesar de lo anterior, los impactos esperados son muy bajos debido a la escasa extensión de los caminos y a que constituyen franjas angostas (9 m) que no limitan la conectividad efectiva entre los parches que forman al paisaje, siendo escasos los disturbios en términos de la funcionalidad y calidad del paisaje que estos generarán.*



Cuadro A.2.2.- Alteraciones a la calidad del paisaje derivadas de las obras del proyecto

<i>Paisaje Elemental Identificado (escala 1:50,000)</i>	<i>Camino (m)</i>
<i>Vegetación secundaria (cerrada, abierta y muy abierta)</i>	9473.3
<i>Asentamiento Humano</i>	449.91
<i>Cauce?</i>	
<i>Cultivo inactivo</i>	
<i>Pastizal</i>	542.39
<i>Plantación agroforestal</i>	79.28
<i>Selva Baja Caducifolia (diferentes grados de perturbación)</i>	4417.29
<i>Selva Mediana Subcaducifolia</i>	102.56
<i>Terraza Aluvial</i>	
<i>Vegetación Riparia</i>	

Por otro lado, la construcción y mejora de caminos implica una revaloración del suelo. Ello da lugar a la especulación y a la expulsión de la población, así como a la aparición de asentamientos irregulares. Se considera una magnitud de impacto alta por la fuerte repercusión que la especulación del suelo puede traer a la población nativa directa o indirectamente. Asimismo se considera que el impacto será de mediana extensión porque la especulación se presentará en los alrededores del camino y la presa, por el tiempo que dure la construcción de ésta.

Con la construcción de caminos, se ha previsto minimizar los impactos en los poblados mayores, evitando el cruce por los mismos, sin embargo, pueden presentarse diversos eventos que alteren la cotidianidad de las comunidades, algunos de importancia como probables accidentes ocasionados por el incremento del tráfico. La apertura de caminos afecta diversos terrenos de manera moderada, ocasionando un impacto sobre la estructura agraria, aunque con una extensión baja. Es muy probable, que exista controversia con la población por el valor de los predios afectados, determinado por la Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales (CABIN), por tanto, se sugiere anticipar lo más posible el proceso de indemnización y reconocer esquemas compensatorios que permitan satisfacer a los pobladores afectables.

Algunos de los impactos generados por la construcción de estos caminos pueden ser mitigados o prevenidos (ver capítulo VI; Ficha técnica No.4, Ficha técnica No. 9).

### **Impacto Benéfico**

La construcción y rehabilitación de tramos de caminos mejorará la infraestructura vial de la zona ya que durante el primer año del proyecto se tiene contemplada la construcción de un camino de acceso definitivo cuya ruta es Tunzingo-San Isidro Gallinero--Garrapatas-La Boquilla con recorrido de 29,3 km (de los cuales se pavimentaría la terracería que va de Tunzingo a San Isidro Gallinero, 11 km y se construirían 17 km para completar el trayecto a la boquilla) Además se rehabilitarán aproximadamente 33 km de terracerías y brechas de acceso a bancos de materiales y zonas de actividades de construcción de las obras civiles del proyecto (Ver Mapa de referencia del proyecto).

Asimismo, algunas localidades (sistema urbano) se verán beneficiadas con la construcción y rehabilitación de caminos, ya que les permitirá integrarse al sistema urbano regional. La magnitud del impacto se espera que sea moderada, facilitando la integración de unas



*cuantas localidades con estos caminos, lo que puede mejorar sus actuales condiciones urbanas.*

*En un marcado contraste, la introducción de los caminos definitivos podría derivar en mayores beneficios, no sólo en términos de calidad directa del paisaje, sino por los efectos acumulados y la controversia que se podrían derivar de este tipo de obras. Por ejemplo, los caminos definitivos pueden beneficiar el acceso y la comunicación permanente, lo cual a su vez podría potenciar el desarrollo de otros paisajes de interés socioeconómico (agropecuarios y asentamientos humanos). El acceso a la presa y sobre todo al área de la cortina a través de estos caminos genera aspectos positivos de interés paisajístico, sobre todo porque permitirían diversas perspectivas de la presa y del área de la cortina.*

- **Mantenimiento de camino definitivo**

**Impactos significativos:** no identificados.

**Impactos no significativos:**

Identidad cultural

Marginación, migración, estructura étnica y crecimiento +.

La rehabilitación y mantenimiento de caminos puede afectar de forma baja las construcciones culturales de las comunidades afectadas, que pudiera identificar INAH para lo cual se procedería con un plan de rescate y salvamento de sitios de interés cultural. No obstante se trata únicamente, de los caminos de acceso al sitio de la cortina, por lo que se presupone un impacto local. La construcción y rehabilitación de los caminos implica una mínima controversia desde la perspectiva de las comunidades afectadas en sus formas de apropiación del medio y referentes culturales, por lo que el efecto de la rehabilitación tendrá un carácter muy bajo y muy localizado.

- **Tránsito de caminos**

**Impactos significativos:** no identificados.

**Impactos no significativos:**

Monóxidos de carbono, óxidos de nitrógeno, COV y partículas suspendidas.

Poblaciones y comunidades de vegetación terrestre.

Mamíferos, aves, reptiles y anfibios.

Disposición y calidad de los servicios.

Jerarquía, función y articulación de las localidades urbanas.

Trama funcionamiento y seguridad.

El tránsito continuo de los caminos de terracería provisionales para acceso a las obras determina una mayor compactación de los suelos, que a futuro, una vez que sean abandonados, deberán implementarse las medidas necesarias que eliminen la compactación de los mismos para permitir la rápida entrada de plantas pioneras que crearán las condiciones adecuadas para la recuperación de la vegetación original.

El efecto del uso de estos caminos sobre los mamíferos pudiera ser muy fuerte; sin embargo, debido a que la mayoría de mamíferos silvestres de la región son nocturnos, ello evitará que el tránsito de los vehículos causen un impacto mayor. No obstante, la apertura de caminos permitirá que potenciales cazadores entren a sitios menos perturbados (Suárez C., 1993). El área a explotar es muy pequeña con respecto al embalse, pero aún así se debe enfatizar que existirá un efecto adverso sobre la mastofauna local por conformar barreras de desplazamiento y mayores riesgos de mortandad (atropello de organismos). Especies carroñeras y oportunistas aprovechan los cadáveres de otros organismos dejados sobre el camino, convirtiéndose ellos mismos a su vez, en nuevos posibles blancos por ser

arrollados por vehículos. Reduciendo el número de individuos en las poblaciones locales. No obstante las poblaciones no serán afectadas en su integridad, por lo que podrán recuperar su estabilidad, a lo largo del tiempo que dure el impacto y posterior a ello.

En lo referente a las aves, el ruido y la presencia humana ahuyentará individuos. Esto afecta sólo algunas especies y sólo en el área de los caminos y a lo más 80 m a cada lado. El efecto durará poco, por lo que el impacto se estima que será bajo. Asimismo, la construcción de un camino implica por sí mismo alteración y fragmentación en el hábitat, la circulación continua de vehículos incrementa esta perturbación, porque es usual que un gran número de lagartijas y serpientes atraviesen estos caminos y sean arrolladas. Con frecuencia estos sitios son más calientes y los reptiles y anfibios suelen descansar sobre los caminos para calentarse. La mortalidad de herpetozoos en carreteras pavimentadas es muy alta, sin embargo no se conocen estadísticas para caminos de terracería, aunque podemos sospechar que no es baja. Motivo de ello, y bajo la consideración de que el tamaño que ocupan los caminos es relativamente bajo cuando se compara con el tamaño del proyecto, se estima que el impacto por esta actividad será bajo.

Al tránsito de vehículos se asocian otras actividades de comercio, como la venta de alimentos, venta de periódicos, reparaciones mecánicas y otros servicios como casetas telefónicas etc; actividades que generarán desechos y con ello aumentan la demanda del servicio de limpia. No obstante, se considera que la magnitud del impacto sobre la disposición de estos servicios será muy baja y que dichas actividades asociadas se presentarían sólo en las nuevas vías de comunicación y en los tramos por donde circulen vehículos del proyecto. Estas actividades asociadas puede perdurar incluso después de terminada la obra.

Esta actividad puede ser mitigada (Capítulo VI; Ficha técnica No. 10)

### **Impacto Benéfico**

El tránsito de vehículos beneficia al sistema urbano ya que estimula la actividad de los poblados y con eso la posibilidad de un aumento en la jerarquía; la magnitud esperada del impacto es moderada y local; sin embargo, sus efectos persistirán hasta después de concluida la obra.

Asimismo, el proyecto incrementará significativamente la demanda de viajes de manera diferencial en toda la red que se encuentra bajo el área de influencia del embalse, beneficiando al sector de transporte, tanto de pasaje como carga.

- **Instalaciones CFE y campamentos**

### **Campamentos, almacenes y talleres (temporales) para la construcción**

#### **Impactos significativos:**

Condiciones y niveles de organización y cohesión social.  
Representatividad de autoridades formales e informales.

#### **Impactos no significativos:**

Ruptura del diseño morfológico y morfométrico del relieve.  
Dinámica de los procesos erosivos de transporte y acumulativos.  
Sellado de superficies de suelo.  
Cambio de uso de suelo urbano, agropecuario y vegetación natural.  
Poblaciones y comunidades de vegetación terrestre.  
Mamíferos, aves, reptiles y anfibios.  
Pérdida/ganancia de paisajes de calidad.  
Fragmentación y conectividad.

Calidad fisicoquímica en área destinada al embalse.  
 Disposición y calidad de los servicios.  
 Jerarquía, función y articulación de las localidades urbanas.  
 Extensión área urbana.  
 Trama funcionamiento y seguridad.  
 Identidad cultural.  
 Estructura agraria.  
 Aprovechamiento de recursos forestales y faunísticos.  
 Marginación, migración, estructura étnica y crecimiento.  
 Empleo +.

*La CFE espera que la(s) contratista(s) que intervenga(n) en la construcción de las obras determinen los sitios de ubicación de sus propios campamentos, zona industrial, almacenes, talleres y oficinas con base en la normatividad ambiental, de la SCT, y otras correspondientes; y que sean ellas mismas quienes tramiten, gestionen, regulen y restauren los sitios ocupados. Se estima que estos campamentos ocupen una superficie aproximada de 40-50 ha (según la experiencia de CFE en otros proyectos) y deben contemplar espacio para habitación del personal ejecutivo, técnico y obrero (dormitorios, comedores y servicios eléctricos, hidráulicos y sanitarios), un consultorio médico, un área deportiva, y una superficie industrial (para bodegas, almacenes, talleres, patios de maquinaria, plantas trituradoras, clasificadoras, dosificadoras y patios de almacén de arena y grava.*

*Se esperan aproximadamente 5106 trabajadores en total, repartidos de la siguiente manera:*

<i>Superficie (ha)</i>	<i>Cantidad de instalaciones</i>	<i>Tipo de instalaciones</i>	<i>Personas por instalación</i>	<i>Total personal</i>
<i>4</i>	<i>53</i>	<i>Casas móviles para ejecutivos</i>	<i>2</i>	<i>106</i>
<i>2</i>	<i>13</i>	<i>Naves de dormitorios para personal técnico</i>	<i>40</i>	<i>520</i>
<i>4</i>	<i>64</i>	<i>Naves para obreros</i>	<i>70</i>	<i>4480</i>
<i>Total</i>	<i>10</i>	<i>130</i>	<i>Edificaciones totales</i>	<i>5106</i>

*Además, se preverán tres sistemas de tratamiento de aguas residuales, uno en la zona del campamento, otro para la zona industrial y el tercero en la zona de oficinas. CFE le requerirá al contratista ganador de la licitación que presente un proyecto ejecutivo de las edificaciones, red de drenaje, sistemas colectores y una planta de tratamiento con programa de mantenimiento.*

*La evaluación precisa del área que afectarán estas actividades en función a la calidad del sitio donde se emplazarán no puede realizarse debido a que a la fecha de realización de este trabajo no se conoce la ubicación de los mismos. Motivo de ello se señalan los impactos que de forma general se espera ocurran.*

*Un primer impacto que se espera será debido al sellamiento del suelo y su compactación por la infraestructura, ello implica un impacto al largo plazo sobre suelo y vegetación, la que será removida y su fauna asociada (ver apartado de desmonte en varios puntos de la obra); así como el uso del suelo en el sitio (previamente gestionado y negociado con propietarios y autoridades en materia de uso del suelo) y la calidad paisajística del lugar. En los sitios donde se requiera construir pisos o edificaciones de concreto, este impacto será de carácter permanente. En los demás, deberán aplicarse medidas de restauración y compensación*

*una vez abandonados los sitios, siguiendo las recomendaciones del capítulo VI; Ficha técnica No.11.*

*Por otro lado, tal volumen de personas generará una cantidad muy alta de aguas residuales (negras y jabonosas) que pueden contaminar fuentes superficiales y subterráneas si no se manejan adecuadamente. La construcción de la planta de tratamiento y sistema de drenaje bajo la normatividad competente como se plantea evitará este impacto; sin embargo, dicho proyecto ejecutivo deberá incluir el abandono de dicha planta o su incorporación posterior al sistema de drenaje de la localidad más próxima, una vez que concluya el uso del campamento.*

*Asimismo, la construcción de obras de apoyo puede generar un impacto negativo el incremento de población inducida en zonas adyacentes, fuera del perímetro de seguridad definido para las obras, lo que aumentaría la generación de residuos sólidos (industriales, peligrosos y municipales). La zona cuenta con escasos servicios de recolección de residuos, cuya demanda se incrementará y tampoco cuenta con sitios o procedimientos para manejo y disposición de residuos industriales y peligrosos como aceites gastados. Por ello, en el proyecto ejecutivo entregado por el contratista, se requerirá incluir el procedimiento y manejo de sus residuos (ver ficha técnica 5).*

*Las transformaciones territoriales en el paisaje marcan el inicio de una nueva forma de vida en la que los ciudadanos a favor y en contra polarizan sus posiciones.*

### **Impacto benéfico**

*Asimismo, con la construcción de almacenes, talleres y campamentos atraería más población a la zona por la demanda de empleo, lo que dará lugar a más actividades y servicios, y así un aumento en la jerarquía de algunas localidades.*

- **Desmonte y deshierbe en diferentes puntos de la obra**

**Impactos significativos:** no identificados.

**Impactos no significativos:**

Monóxidos de carbono, óxidos de nitrógeno, COV y partículas suspendidas.

Cambio de uso de suelo de vegetación natural.

Poblaciones y comunidades de vegetación terrestre.

Mamíferos, aves, reptiles y anfibios.

Identidad cultural.

*Para la construcción de diferentes obras de la infraestructura requerida por el proyecto se debe eliminar totalmente la vegetación y el suelo vegetal (orgánico) en diversos puntos del área de afectación del proyecto. La mayoría de los sitios serán pavimentados o revestidos con concreto, pasando a formar parte del propio proyecto, por lo que la vegetación y el suelo no podrán recuperarse en el corto, ni largo plazos, lo cual implica que sus funciones edáficas, estructura y composición de especies serán afectadas de manera permanente. Afortunadamente, las superficies que ocupará esta infraestructura en relación con la totalidad del área será muy pequeña, y varias de las superficies en el área del proyecto ya se encuentran perturbadas, por lo que el impacto resultante es moderado.*

*Al perderse la cobertura vegetal que sirve de hábitat, la fauna queda expuesta. Ello afecta a toda la mastofauna al reducir los refugios y los alimentos disponibles (efecto directo sobre herbívoros). Las poblaciones no serán afectadas en su integridad, por lo que podrán recuperar su estabilidad, a lo largo del tiempo que dure el impacto y posterior a ello.*

*Asimismo, se reducirá el número de territorios/parejas del sitio y el área disponible para anidación y alimentación de las aves. Sin embargo, las áreas que serán afectadas son pequeñas y la recuperación del impacto hacia las aves es rápida. No igual ocurre para los reptiles y anfibios ya que el hábitat original para éstos se pierde o se transforma, p. ej. los árboles y arbustos, por escasos que sean funcionan como refugios para las diferentes especies. La eliminación total de estos elementos significa la pérdida total de esta protección y expone a los organismos a la depredación y/o desecación. Algunas lagartijas probablemente podrán moverse en busca de otros refugios, pero otras serán removidas junto con el material desmontado. En el caso de los anfibios consideramos que el tiempo que le toma a las poblaciones recuperarse de la pérdida del hábitat y de un gran número de organismos es mucho mayor que el que en reptiles, por lo que si son afectados, el impacto será mayor.*

*En lo referente a aspectos sociales, el impacto sobre la apropiación de recursos forestales y de fauna, ocasionado por el desmonte, será de baja magnitud por restringirse a las superficies de la cortina e infraestructura, ya que afectará sólo una parte de las diversas áreas en que los habitantes locales podrían realizar la caza, recolección y obtención de leña. La extensión de este impacto será muy reducida, en tanto que se restringe al polígono de obras que será indemnizado para la construcción del proyecto.*

*Es posible prevenir y mitigar algunos de estos impactos, además de compensar y remediar sus efectos mediante programas y acciones de reforestación con especies locales para recuperación de hábitats, adecuadamente programadas, como se propone en el capítulo VI; Ficha técnica No.4*

- **Reacomodo de poblados**

**Impactos significativos:**

Ruptura del diseño morfológico y morfométrico del relieve.  
Dinámica de los procesos erosivos de transporte y acumulativos.  
Cambio de uso de suelo agropecuario, urbano y vegetación natural.  
Trama funcionamiento y seguridad.  
Identidad cultural.  
Condiciones y niveles de organización y cohesión social.  
Representatividad de autoridades formales e informales.  
Estructura agraria.  
Aprovechamiento de recursos forestales.  
Marginación, migración, estructura étnica y crecimiento.

**Impactos no significativos:**

Aprovechamiento de recursos faunísticos.  
Actividad agropecuaria de autoconsumo.  
Producción agropecuaria para venta.  
Otras actividades económicas.

*Esta es una de las obras con mayor impacto negativo directo e indirecto para el suelo, vegetación, uso del suelo, paisaje y fauna silvestre, toda vez que implica un cambio radical de un uso preexistente a un uso urbano. Estas actividades provocarán el desmonte permanente de áreas de vegetación que no podrán recuperar su estructura y su composición, afectándose con ello actuales hábitats de fauna silvestre. El impacto será menor si el desmonte se lleva a cabo sobre áreas de vegetación secundaria que sobre vegetación primaria u original, por lo que deben elegirse los sitios de reubicación cuidadosamente. Los impactos directos sobre la vegetación natural y los usos agropecuarios podrían llegar a ser importantes, particularmente para este último, debido a que se reducirán las áreas de producción agrícola. Además, existen impactos indirectos negativos*



*importantes y de largo plazo (deforestación y uso de tierras para pastoreo y cultivo en zonas que probablemente no son adecuadas para estas actividades) que se espera ocurran por la expansión subsiguiente de los nuevos centros de población.*

*Los efectos exactos de dicha actividad sobre el suelo, su uso, la vegetación y fauna silvestre no pueden ser evaluados cuantitativamente sobre una cierta calidad de sitios, ya que los puntos de reubicación de los poblados se desconocen a la fecha. No obstante es un impacto que se estima muy importante pues implica el sellado de grandes superficies de suelo por la construcción de infraestructura urbana, y el desmonte y apertura de sitios para realizar las actividades agrícolas o pastoriles de autoconsumo a que los lugareños están habituados; así como una mayor penetración antrópica hacia sitios aledaños a los nuevos poblados en busca de los recursos que usualmente aprovechan (leña, especies comestibles, etc.).*

*Este impacto será de carácter permanente y deberá observar que los asentamientos se ubiquen en suelos de mediana a baja calidad edafológica para disminuir su efecto hacia el factor suelo, pero cercanos a sitios con buena a regular calidad para permitir el desarrollo de sus actividades agrícolas. El análisis oportuno de alternativas y sitios adecuados para el reacomodo de poblados es importante (ver medidas recomendadas en capítulo VI; Ficha técnica No.12).*

*Esta actividad implica un impacto muy alto sobre la tierra (estructura agraria), toda vez que se transforma el elemento por su nuevo uso. La tierra es enajenada mediante expropiación o venta para su incorporación al proyecto y, a la vez, la población debe reubicarse en otros lugares. La magnitud de afectación de tierras respecto al total de superficie de los núcleos agrarios es de alrededor del 11.8%, que involucra a 20 núcleos agrarios con distintas magnitudes de afectación y distintos regímenes de propiedad (comunal, ejidal, privada), siendo las más importantes la desaparición de 30 a 50% como en el ejido La Palma, Omitlán, Altos del Camarón, Dos Arroyos y Agua Zarca de la Peña. La duración tiene carácter irreversible y existe controversia por la inconformidad u oposición de una parte de la población a la reubicación y a la pérdida de sus tierras o por el valor tasado para efectos de indemnización o compra.*

*Otro impacto negativo de similar magnitud ocurrirá en las formas en que las comunidades afectadas se apropian de su entorno inmediato, así como, en los referentes que los identifica con su territorio; las cuales se transforman casi en su totalidad, por causa de la reubicación de las localidades. Este impacto implica una amplia cobertura espacial, más no, abarca al total del área de estudio. La reubicación es definitiva, por lo que su temporalidad es muy prolongada y se espera fuerte controversia ya que el traslado de las comunidades afectadas, así como la elección de los sitios para los nuevos asentamientos se consideran cuestiones muy polémicas que pueden generar una problemática considerable. Las construcciones culturales de los afectados en un entorno ajeno, se prevé que conducirá a constantes polémicas.*

*Para mitigar estos efectos, se deberá elaborar un Plan de reasentamiento con el consenso de todas las dependencias gubernamentales y pobladores involucrados, en donde se definan objetivos de desarrollo regional que compense dicho impacto. Ver ficha 12)*

*Por su parte, el impacto sobre el tejido social se considera muy alto. El tejido social, sufrirá un profundo debilitamiento, se presentan una serie de sentimientos que tornan ríspida la convivencia, generalmente se presentan problemas entre los vecinos, acusaciones mutuas, búsqueda de responsables de lo que están viviendo. Las relaciones de convivencia pacífica se pueden ver alteradas. La magnitud del impacto es muy alta porque se verán reubicados importantes poblados como, Colonia Guerrero, Omitlán, El Chamizal, San José Cacahuatpec, entre otros.*

*Asimismo, la magnitud de la reubicación de los poblados sobre la legitimidad política es muy alta, es el momento culminante o más importante de toda la negociación política, la legitimidad se verá seriamente trastocada en el sentido de que no es una propuesta o una decisión de los grupos, pero si debe ser el resultado de una negociación política en donde habrá costos y beneficios, para ambos actores. Este impacto, además de ser de gran magnitud será irreversible.*

*Por su parte, la reubicación de los poblados afectará el aprovechamiento de los recursos forestales. La recolección de leña es una actividad muy importante, porque es la principal fuente de energía en el 80% de los hogares, debido su utilización prioritaria para cocinar y calentar agua. Por lo anterior, en esta fase de construcción de la presa La Parota, se observará un importante impacto negativo en el aprovechamiento de los recursos forestales, porque con motivo de la reubicación de los poblados, los habitantes de la zona de embalse tendrán que competir por la recolección de leña con los habitantes que ya ocupan las zonas de llegada, aumentando así la presión sobre los escasos recursos del medio ambiente, así como los índices de deforestación. Es previsible que, en ciertos momentos, se registren algunas tensiones moderadas entre los antiguos y nuevos pobladores, por la recolección del recurso señalado. Se trata de una actividad motivada sobre todo por la condición de pobreza de la gente, la cual, de mantenerse presente en el mediano y largo plazos, reforzará la tendencia irreversible de deterioro ecológico que ya se observa.*

*Surgimiento de tres tipos de localidades (impactos en el mapa social): nuevas localidades, campamentos y asentamientos irregulares.*

*1) Los nuevos asentamientos producto de la reubicación de las localidades, a escala intramunicipal, generarán una mayor presión sobre el espacio social. Se espera el surgimiento de asentamientos irregulares producto de las actividades del proyecto, sitios que suelen ser temporales y varios llegarán a consolidarse.*

*2) Cambios demográficos en la estructura de la población, en particular en la zona de construcción y operación de la obra, por la migración de fuerza de trabajo hacia el sitio de la presa. Temporalmente, se pueden presentar aumentos de población, básicamente masculina, en los estratos que corresponden a la población económicamente activa de la pirámide poblacional, para un empleo adicional. La duración de este impacto será variable, dependiendo de las distintas etapas del proyecto.*

*3) Aumento de la demanda de servicios básicos por el incremento de población. Las localidades de Tierra Colorada, Chilpancingo y Acapulco, entre otras, son las más importantes en la región y resultarán de mayor atracción para la población afectada e inmigrante en demanda de los servicios básicos.*

*Con respecto a las actividades agropecuarias tanto para autoconsumo como para venta, éstas son las principales actividades económicas de los habitantes de la zona afectada y también sus únicas formas de subsistencia. La inundación de tierras por el embalse y la necesidad de reubicar a los poblados afectados, constituye un importante impacto adverso ya que se espera la necesidad de sitios para seguir realizando estas actividades económicas sea la principal causa de conflicto entre los habitantes. Por ello, la restitución de viviendas y tierras deberá cumplir con las características necesarias para que los habitantes afectados mantengan, al menos, las mismas condiciones actuales de producción agropecuaria y esto también dependerá de la disponibilidad de tierra en la zona, la que ya se ha visto en incisos anteriores que es muy baja.*

### A.3) ETAPA: CONSTRUCCIÓN

#### OBRAS DE DESVÍO

- **Excavación y tratamiento de portales y túneles**

**Impactos significativos:** no identificados.

**Impactos no significativos:**

Monóxidos de carbono, óxidos de nitrógeno, COV y partículas suspendidas.

Ruptura del diseño morfológico y morfométrico del relieve.

Dinámica de los procesos erosivos de transporte y acumulativos.

Remoción de suelo por actividades.

Cambio de uso de suelo agropecuario y vegetación natural.

Poblaciones y comunidades de vegetación terrestre.

Mamíferos, aves, reptiles y anfibios.

Pérdida/ganancia de paisajes de calidad.

Fragmentación y conectividad.

Calidad fisicoquímica en área destinada al embalse.

Ictiofauna y producción pesquera en área destinada al embalse.

Empleo +.

La realización de excavaciones para los portales de los túneles conlleva una pérdida permanente del suelo y su uso o cobertura vegetal solamente en la superficie contemplada, por lo que su índice de impacto en suelo y sobre la superficie agraria es muy bajo. La eliminación de la vegetación será permanente ya que no podrá recuperarse ni en el corto, ni a largo plazo. Asimismo la fauna que habita dichos sitios se verá afectada, particularmente pequeños mamíferos, que serán obligados a desplazarse y buscar otros sitios. No obstante, solamente se afectarán algunos individuos y las poblaciones no serán afectadas en su integridad, por lo que podrán recuperar su estabilidad una vez concluidas las obras. En lo referente a las aves, se estima que muy pocos individuos serán afectados directamente ya que se afecta un área pequeña, esta etapa es breve, y la recuperación es rápida, por lo que el impacto es muy bajo. En contraparte, los reptiles y anfibios serán los más afectados ya que la mayoría de las especies en ambientes estacionales suelen enterrarse varios centímetros e incluso metros debajo del suelo, particularmente cuando estivan por varios meses. Las actividades de excavación afectarán sin duda a los organismos que se encuentren en torpor en ese momento, ya que se verá alterado su ciclo de estivación o bien podrán morir como efecto de la propia excavación. No obstante solamente se espera que sean afectados algunos individuos, sin que se alteren las poblaciones de especies en su totalidad, por lo que aún así, el impacto esperado sigue siendo bajo. En general para la fauna, el hábitat original desaparece por completo y suponemos que los individuos que logren sobrevivir podrán recuperarse en algún otro sitio cercano si hay disponibilidad., por lo que no se consideran necesarias mayores acciones de mitigación, adicionales a las propias señaladas para la caza o captura de organismos.

Estos portales ocupan áreas pequeñas e irán revestidos con concreto lanzado, por lo que tampoco ameritan acciones de mitigación o compensación en lo referente a suelos o vegetación y fauna, ya que las superficies afectadas quedarán formando parte del proyecto final. La transformación en el sitio será total y el hábitat natural de las especies desaparece. No obstante, el área de construcción es relativamente pequeña con relación al tamaño de la obra, y aunque su duración es permanente, se espera que las poblaciones eventualmente se acostumbren a las nuevas condiciones del hábitat. En las zonas inmediatas a las obras se podrá acelerar la recuperación de la vegetación de los sitios con adecuadas medidas de reforestación para sitios desmontados, como se señala en el capítulo VI; Ficha técnica No.4)



Por otro lado, la disposición inadecuada del producto remanente de las excavaciones tanto de los portales como de los túneles, puede ocasionar que este impacto se magnifique, ocasionando problemas en vegetación (ya que implica la eliminación de la vegetación y los suelos destinados a actividades agrarias en el lugar donde sea depositado el material) y escorrentía, así como inconformidad social. Motivo de ello, se deberá mitigar siguiendo las recomendaciones señaladas en el capítulo VI; Ficha técnica No. 15.

### ***Disposición de excedencias de materiales de bancos y productos de excavación***

- ***Caminos de acceso (rehabilitación de terracerías existentes)***

**Impactos significativos:** no identificados.

**Impactos no significativos:**

Monóxidos de carbono, óxidos de nitrógeno, COV y partículas suspendidas.  
Cambio de uso de suelo agropecuario, urbano y vegetación natural.  
Poblaciones y comunidades de vegetación terrestre.  
Mamíferos, aves, reptiles y anfibios.  
Calidad fisicoquímica en área destinada al embalse.

El proyecto contempla rehabilitar, ampliar o modificar aproximadamente 33.93 km de terracerías temporales y permanentes. Los tramos contemplados son La Parota – estación sismológica, La Parota – Boquilla y San Juan Chico - Cacahuatpec.

Lo impactos directos sobre el uso del suelo serán negativos pero únicamente sobre la vegetación natural en la adyacencia de los caminos y estarán dados por la posibilidad de afectación durante los trabajos de mantenimiento o mejoramiento de los caminos. La adecuación de estos caminos puede requerir la eliminación de la vegetación en pequeñas franjas de terreno (4 a 5 m de ancho por lado) para permitir el tránsito de vehículos pesados, lo cual implica que su estructura y composición sean afectadas de manera no permanente y se promoverá la invasión de plantas ruderales. La vegetación podrá recuperarse en el mediano plazo en los caminos y/o tramos que sean abandonados (p.e. La Parota – estación sismológica y San Juan Chico – Cacahuatpec); siempre y cuando su uso no beneficie a las comunidades. Sobre los caminos que sean abandonados se deberán aplicar medidas tendientes a lograr su restauración; no así en aquellos caminos de terracería actualmente en uso y que continuarán siendo utilizados. En ellos, la vegetación ruderal permanecerá sobre los bordes del camino en tanto exista el tránsito de vehículos y movimiento de personas que perturben continuamente el sitio.

El efecto de estos caminos es más pronunciado en las especies de menor tamaño, como ratones, musarañas, anfibios y reptiles, que son organismos que no suelen desplazarse grandes distancias y cuyos hábitats desaparecen al eliminarse la vegetación. Asimismo, las labores de mantenimiento del camino tienen un efecto adicional por el tránsito de vehículos y personas y el ruido que se ocasiona. La restauración de caminos existentes conlleva un aumento en su uso, lo que en términos prácticos representa una nueva barrera para los anfibios y reptiles que, aunque no suelen desplazarse grandes distancias, si se mueven a través del suelo o escalando los troncos de los arbustos en busca de alimento y/o refugio. La apertura de un claro artificial los deja expuestos a ser más visibles para los depredadores o bien les restringe el desplazamiento al fragmentar su espacio, así como un mayor riesgo de atropellamiento. Algunos de estos caminos serán permanentes para la operación de la presa (p.e. La Parota – Boquilla), por lo tanto su efecto no desaparecerá en el corto plazo. Dado que los caminos como tales ya existen, se prevé que la afectación sería mínima y factible de restaurar mediante una adecuada reforestación de las zonas afectadas (capítulo VI; Ficha técnica No.13).

**Impacto Benéfico:** El mejoramiento y mantenimiento de estos caminos tendrá un impacto positivo, aunque reducido, sobre las zonas con uso agropecuario y urbano, debido a que con la rehabilitación de los caminos existentes, mejora la accesibilidad a estas zonas. Asimismo, si los caminos temporales son revestidos y quedan de forma permanente para el servicio de las comunidades, se generará un beneficio a la población local.

- **Explotación de bancos de materiales (aluvión) (repercusión in situ)**

**Impactos significativos:**

Remoción de suelo por actividades.  
Trama, funcionamiento y seguridad.  
Condiciones y niveles de organización y cohesión social.  
Representatividad de autoridades formales e informales.  
Estructura agraria.

**Impactos no significativos:**

Monóxidos de carbono, óxidos de nitrógeno, COV y partículas suspendidas.  
Ruptura del diseño morfológico y morfométrico del relieve.  
Dinámica de los procesos erosivos de transporte y acumulativos.  
Cambio de uso de suelo agropecuario y vegetación natural.  
Pérdida/ganancia de paisajes de calidad.  
Fragmentación y conectividad.  
Disposición y calidad de los servicios.  
Extensión área urbana.  
Identidad cultural.  
Aprovechamiento de recursos forestales y faunísticos.  
Marginación, migración, estructura etárea y crecimiento

*El impacto sobre el tejido social es moderado porque inicia la dinámica social de toma de posiciones con respecto al proyecto, en donde uno de los actores involucrados en este caso los campesinos enfrentan la explotación de recursos que anteriormente podrían estar siendo aprovechados por las comunidades o bien porque los consideren parte de sus tierras. La extensión afecta puntos concretos, y no abarca una gran porción de la población, sin embargo, es el primer encuentro entre actores políticos con proyectos distintos, con lo que el tejido social entra en una fase de tensión por las distintas posturas que se asuman. La duración es media porque los antiguos usufructuarios de los recursos difícilmente lo volverán a ser. Asimismo, la magnitud del impacto sobre la legitimidad política es alta porque depende del grado de confianza que hayan logrado los actores políticos de la institución correspondiente, ello será el precedente la actitud que tomará la ciudadanía con respecto al proyecto.*

*La explotación de bancos de aluvión (gravas y arenas del río como agregados para concreto y transición) ocurrirá sobre las márgenes del río Papagayo dentro del ejido B.C. Cacahuatpec (ver mapa de referencia, sitios P1 a P13), donde se perderá aproximadamente el 10% de suelo clase 2 y el 10% de suelo clase 1 en terrazas fluviales inmediatas al cauce (cuadro A.3.1). Este impacto será permanente ya que se retirará buena parte del depósito aluvial, sin que haya posibilidades de su recuperación en el tiempo, dado que la cortina de la presa atraparé este tipo de sedimentos y con el caudal contemplado para el río por 4 horas de operación, difícilmente podrán existir grandes sitios de acumulación de materiales. Por ello el impacto de la actividad es alto, sin posibilidades de mitigación. Cabe señalar que a la fecha existen varios bancos de explotación de aluvión en la zona cercana a la desembocadura, cuyas actividades se podrán ver afectadas por el desfogue de 748 m<sup>3</sup> por 4 horas contemplado para el funcionamiento de la presa.*

Cuadro A.3.1.- Superficies afectadas por bancos de materiales y desglosada por calidad de suelo, así como valores porcentuales del total de la superficie de los B.C. de Cacahuatpec.

Ejido	Tipo de afectación y clase de calidad del suelo	[ha]	[%]
Bienes Comunales Cacahuatpec Su	Banco de aluvión * Clase 1	115.24	9.96
	Banco de aluvión * Clase 2	457.44	8.96
	Banco de aluvión * Clase 4	22.63	0.14
	Banco de aluvión * Clase 5	2.59	0.03
	Totales	595.31	1.94

Como se señaló, el material aluvial extraído provendrá de depósitos que afloran en las terrazas fluviales actuales y algunas llanuras inactivas del río Papagayo. La virtual eliminación de este tipo de ambientes debe ser considerada como un impacto negativo bajo en el paisaje, ya que las terrazas aluviales suelen tener cubiertas vegetales secundarias y naturales (215 has de vegetación secundaria y 48 has de Vegetación de Galería, entre otras, ver cuadro A.3.2). En el caso de sitios cubiertos por vegetación natural, los impactos directos negativos causados por la remoción de la cubierta vegetal serán bajos dado que sobre este tipo de material no crece vegetación de importancia, con excepción de la vegetación riparia. Estas coberturas vegetales forman parte de la estructura paisajística y funcional de la llanura aluvial, unidad que en su conjunto ha sido altamente valorada por la diversidad de elementos paisajísticos que contiene. El impacto será ligeramente mayor en los casos en donde existan actividades agrícolas temporales como en las terrazas bajas y señaladas con anterioridad, ya que se removerá de forma permanente la capa del suelo útil para dichas actividades. De cualquier forma no existen superficies de cultivo importantes sobre estos bancos ya que generalmente son de temporal y están periódicamente sujetos a la inundación (temporada de lluvias). Por otro lado, el encarecimiento de materiales de construcción y de la disponibilidad de materiales para la construcción de viviendas e infraestructuras al interior de las localidades, constituirá un impacto bajo sobre el desarrollo urbano. Además de lo anterior, esta actividad representa un impacto adverso bajo sobre el mapa social (marginación, migración, estructura etérea, crecimiento), dado que se trata de una actividad local, aunque puede asociarse con otras variables, como los caminos temporales o surgimiento de nuevos asentamientos no planeados.

Finalmente, en algunos casos las terrazas aluviales forman paisajes de interés socio-económico debido a la explotación de líticos y a su proximidad a plantaciones agroforestales y pastizales, por lo que de llevarse a cabo esta obra se esperaría una elevada controversia asociada a este tipo de extracciones. La extracción de aluvión afectará únicamente los predios agrarios vinculados a esta actividad extractiva. Es probable un conflicto por los ingresos derivados de la posible venta de material por parte de los propietarios originales

*Cuadro A.3.2.- Alteraciones a la calidad del paisaje/vegetación con la explotación de bancos de aluvi3n. Los porcentajes se refieren al 3rea de cada paisaje que resultaría afectada por las obras.*

<i>Paisaje Elemental Identificado (escala 1:50,000)</i>	<i>Superficie total has</i>	<i>Bancos de aluvi3n</i>	
		<i>has</i>	<i>%</i>
<i>Selva baja caducifolia (con distinto grado de perturbaci3n)</i>	92,805.45	215.25	0.23
<i>Cultivo activo</i>	538.21	0.5	0.09
<i>Cultivo inactivo</i>	1,846.65	16.5	0.89
<i>Pastizal</i>	3,578.03	30.5	0.85
<i>Plantaci3n agroforestal</i>	890	26.5	2.98
<i>Sabana</i>	953	30.5	3.20
<i>Selva Mediana Subcaducifolia</i>	1,968.12	0.5	0.03
<i>Terraza Aluvial</i>	1,081.12	151.75	14.04
<i>Vegetaci3n Riparia</i>	364.25	48.5	13.32

*La aplicaci3n de medidas de restauraci3n en los sitios afectados carecer3a de sentido, ya que una vez iniciada la operaci3n de la hidroel3ctrica, el caudal de agua ser3 muy grande durante 4 horas continuas, lo que impedir3 en lo futuro, el aprovechamiento de estos sitios con fines agr3colas u otros fines.*

*Este impacto podr3 ser reducido al obtener el m3nimo de material requerido dentro del 3rea se3alada en el mapa de referencia, y procurar extraerlo de bancos que ya se encuentran en operaci3n en la zona de la desembocadura, como se se3ala en el cap3tulo VI; Ficha t3cnica No.14.*

- **Disposici3n de excedencias de materiales de bancos**

**Impactos significativos:** no identificados.

**Impactos no significativos:**

Ruptura del dise3o morfol3gico y morfom3trico del relieve.

Sellado de superficies de suelo.

P3rdida o ganancia de suelo con determinada calidad edafocol3gica.

*Los materiales de excedencia de banco se contempla que ser3n dispuestos en dos sitios dentro del 3rea que quedar3 cubierta por el embalse. La depositaci3n final de excedencias de materiales de bancos y desperdicios en su explotaci3n constituye generalmente un problema debido a los costos de manejo y acarreo que ello implica y a la presi3n adicional que esto genera sobre los servicios de recolecci3n de desechos en la zona. Si no se realiza adecuadamente puede constituir un impacto moderado por sellamiento de suelo y destrucci3n de la vegetaci3n sobre 3ste. Asimismo, si el dep3sito se realiza en sitios de escorrent3a (p.e. ca3adas), como ha ocurrido en otras ocasiones con otro tipo de obras, puede bloquear el flujo de agua y tener mayores repercusiones adversas aguas abajo del sitio de dep3sito, adem3s de propiciar deslizamientos. Debido a ello, es de gran importancia prever con oportunidad los costos del manejo y transporte, y ubicar adecuadamente los sitios de dep3sito. (cap3tulo VI; Ficha t3cnica No.15).*

- **Colocación de materiales en ataguías (construcción de ataguías y desvío del río)**

**Impactos significativos:**

Trama, funcionamiento y seguridad.

**Impactos no significativos:**

Monóxidos de carbono, óxidos de nitrógeno, COV y partículas suspendidas.

Poblaciones y comunidades de vegetación terrestre.

Mamíferos, reptiles y anfibios.

Calidad fisicoquímica del área destinada al embalse.

Aprovechamiento de recursos forestales y faunísticos.

Empleo +

a) efectos sobre medio físico y biótico

La obra de desvío se complementa con la construcción de dos ataguías, aguas abajo y arriba del centro de la cortina. Su construcción se realizará con material impermeable (arcilla) en el núcleo, seguido de aluvión y material pétreo. Al momento de construir dichas estructuras, se estima que se generará un impacto negativo bajo sobre la calidad del agua; como consecuencia de la fricción del agua sobre los materiales de banco, aportando sedimentos no consolidados que se resuspendan, modificando la turbiedad y aumentando los aportes de nitrógeno y fósforo inorgánicos del sedimento.

Asimismo, la derivación de las aguas del cauce durante la construcción de la presa dejará seco el tramo entre las dos ataguías con la desaparición temporal del hábitat fluvial del que se nutre la vegetación riparia sobre las márgenes del río en dicho tramo. Esto constituirá un impacto muy bajo en la vegetación, pero será de carácter permanente ya que dicho espacio será posteriormente ocupado por la cortina de la presa. Asimismo, la falta de agua en dicho tramo y la posterior construcción de la cortina afectará a algunos individuos de pequeños mamíferos que deberán ir a otros puntos del río a buscar agua, sin embargo, las poblaciones como tales no serán afectadas en su integridad, por lo que podrán recuperar su estabilidad, a lo largo del tiempo que dure el impacto y posterior a ello.

Por otro lado, el impacto esperado sobre reptiles y anfibios será mayor ya que esta actividad afectará a las poblaciones de anfibios y reptiles que utilizan las riberas del río para reproducirse, forrajear y como refugio, puesto que parte del cauce del río será desviado mientras se realiza la obra y el tramo entre las ataguías desaparecerá bajo la cortina de la presa. Esto implica modificar totalmente los sitios en donde estos organismos suelen vivir y reproducirse en un tramo un poco mayor a un kilómetro, además de que para la realización de esta actividad tendrá que utilizarse maquinaria y habrá movimiento de un gran número de trabajadores lo que provoca una alta perturbación por ruido y desechos.

No obstante, por sus características y tiempo muy corto de impacto, esta actividad no es susceptible de aplicación de medidas de mitigación o reforestación, ya que una vez construidas las ataguías y liberado de agua el espacio entre ellas, se iniciará la construcción de la cortina y las ataguías quedarán integradas al cuerpo de la misma.

b) efectos sobre medio socioeconómico

En lo referente a los aspectos sociales, la construcción de ataguías afecta directamente al poblado Pochotlaxco, por lo que desaparece una localidad del sistema, lo cual se considera un impacto negativo. Sin embargo, la magnitud del efecto es baja porque no afecta al sistema urbano en su conjunto y sólo afecta un poblado. Es un impacto de carácter permanente y ha sido evaluado con un factor de controversia alto ya que se espera que la gente del poblado pondría alguna resistencia.

En lo correspondiente a patrimonio cultural, se identificaron tres zonas arqueológicas en el área de inundación: Pochotlaxco, Zalzapotla (Dos Arroyos) y Omitlán. El valor de los yacimientos y rescate arqueológico se establece de acuerdo a los lineamientos del INAH. Este impacto puede ser mitigado (Capítulo VI; Ficha técnica No. 16).

Por su parte, la colocación de los materiales necesarios para la construcción de las ataguías, es una actividad concreta que requiere de tierras para su realización, ello implica el cumplimiento de los acuerdos pactados que incluye el pago de indemnizaciones a los afectados.

### **OBRAS DE CONTENCIÓN**

- **Caminos de acceso a bancos y frentes de obra (apertura nueva)**

**Impactos significativos:**

Cambio de uso de suelo agropecuario.  
Extensión área urbana.  
Condiciones y niveles de organización y cohesión social.  
Representatividad de autoridades formales e informales.  
Estructura agraria.

**Impactos no significativos:**

Monóxidos de carbono, óxidos de nitrógeno, COV y partículas suspendidas.  
Ruptura del diseño morfológico y morfométrico del relieve.  
Dinámica de los procesos erosivos de transporte y acumulativos.  
Sellado de superficies de suelo.  
Cambio de uso de suelo urbano y vegetación natural.  
Poblaciones y comunidades de vegetación terrestre.  
Mamíferos, aves, reptiles y anfibios.  
Pérdida/ganancia de paisajes de calidad.  
Fragmentación y conectividad.  
Calidad fisicoquímica del área destinada al embalse.  
Disposición y calidad de los servicios.  
Jerarquía función y articulación de las localidades urbanas.  
Trama, funcionamiento y seguridad.  
Aprovechamiento de recursos forestales y faunísticos.  
Marginación, migración, estructura etárea y crecimiento.

*Obras de esta envergadura requieren de la explotación de diversos bancos de materiales y el acceso de maquinaria y equipos a diversos frentes de obra, para lo que se abren varios caminos de acceso por toda el área del proyecto; en el mapa social, la construcción de estos caminos tiene un impacto moderado porque modifica las formas tradicionales de integración de la población con su entorno, lo que altera la vida comunitaria de los grupos sociales locales.*

*La construcción de caminos por varios sitios incrementa considerablemente el área de afectación y deriva en un importante efecto sinérgico. Así como afectan diferentes superficies agrarias. Dentro de estos accesos tenemos varias variantes (ver mapa de referencia en capítulo II):*

- a) Aprovechamiento de caminos existentes: La mayoría de los bancos se localizan sobre las márgenes de caminos (terracerías) ya existentes y en uso dentro de los ejidos B.C. Cacahuatpec y Playones de San Isidro. Será necesario abrir pequeñas derivaciones del camino y hacia el banco (así como dentro de este) para el movimiento de camiones. Ello representa un impacto muy bajo hacia el*



suelo, vegetación o usos agropecuarios y afectaciones de ejidos o áreas comunales, que ya se contempla en la explotación el banco. Su mayor impacto ocurre en el sistema vial, en particular, hacia el tránsito local ya que durante la construcción de la obra se aumentará la circulación de camiones pesados por estas terracerías.

- b) *Apertura de nuevos caminos (terracerías con trazo ya contemplado en proyecto): Cuatro bancos dentro del ejido B.C. Cacahuatpec requerirán la apertura de nuevos caminos que lleven hacia el área de la cortina (ver mapa de referencia). El trazo tentativo de los caminos se presenta en el mapa y corresponde a un área total de 28.89 has en suelos de tipo 2, 4 y 5 (cuadro A.3.3), por lo que su impacto es muy bajo. A diferencia de los caminos de acceso definitivo al proyecto, descritos anteriormente, estos caminos generarán un impacto temporal, ya que no son caminos pavimentados y una vez terminada la construcción de la cortina, éstos serán abandonados. El impacto sobre el suelo estará dado por una pérdida inicial de la capa orgánica del suelo al momento de la construcción del camino (desmonte y descapote), seguida de una pérdida en la permeabilidad e infiltración del suelo por compactación o revestimiento de la superficie de rodamiento en suelos de diferente calidad (cuadro A.3.3), por lo que el impacto se estima bajo. Esta actividad a su vez, implica el desmonte de la vegetación para abrir las terracerías que requiere la extracción del material. La construcción de estas terracerías es temporal por lo que la eliminación de la vegetación es total a lo ancho de la corona proyectada de estos caminos (aprox 6 m), lo cual implica que su estructura y composición serán afectadas de manera no permanente y se promoverá la invasión de plantas ruderales. La vegetación podrá recuperarse en el mediano plazo en los caminos una vez que sean abandonados éstos. Asimismo, el efecto de estos caminos sobre los vertebrados en el sitio será más pronunciado en los organismos de menor tamaño, como pequeños mamíferos, anfibios y reptiles, que son especies que nos suelen desplazarse grandes distancias, y para los cuales la apertura de un claro artificial los deja expuestos a ser más visibles para los depredadores. Aunado a ello, el ruido y polvos levantados por el tránsito de vehículos ahuyentará a las aves y a pequeños mamíferos.*

*La pérdida de estas superficies es pequeña, sin embargo al ser abandonados, estos caminos pueden ser detonadores de procesos de erosión importantes (p.e. apertura de surcos y cárcavas), así como fuentes de aporte de sedimentos por escorrentía, ya que una superficie de suelo compactado tarda mucho más en revegetarse de forma natural que una de suelo no compactado. Por ello, una vez concluido el uso de estos caminos se deben aplicar medidas de remediación tendientes a facilitar su reforestación (ver capítulo VI; Ficha técnica No.13).*

*Cuadro A.3.3.- Superficies de suelo de diferente calidad edafo-ecológica que serán afectadas por la construcción de camino de acceso temporales a bancos, así como valores porcentuales del total de la superficie del ejido a que corresponden.*

<b>Ejido</b>	<b>Tipo de afectación y clase de calidad del suelo</b>	<b>[ha]</b>	<b>[%]</b>
Bienes Comunales	Acceso a bancos *Clase 2	5.21	0.10
Cacahuatpec Su	Acceso a bancos *Clase 4	16.54	0.16
Caminos de acceso temporales	Acceso a bancos *Clase 5	8.12	0.10
	<b>Total</b>	<b>29.89</b>	<b>0.36</b>

La distribución de los nuevos caminos de acceso a los bancos de material propuestos afectará principalmente paisajes de baja calidad (13, 177.93 m en vegetación secundaria) y en segundo término a la Selva Mediana Subcaducifolia (2,646.64 m), la Vegetación de Galería (897.6 m) y la Selva Baja Caducifolia con diferentes grados de perturbación (868.93 m) (Cuadro A.3.4). Con estas obras se prevé la fragmentación del paisaje a lo largo de ejes, donde la compactación del suelo y el tránsito del personal y la maquinaria dificultará la regeneración del suelo y la vegetación, aunque sin limitar de manera permanente la regeneración de las selvas en las áreas afectadas. A diferencia de los caminos definitivos, en este caso los accesos no benefician la comunicación entre sitios de interés paisajístico, por lo cual, han sido evaluados como elementos negativos de bajo impacto en el paisaje.

Cuadro A.3.4. Alteraciones a la calidad del paisaje derivadas de las obras del proyecto

Paisaje Elemental Identificado (escala 1:50,000)	Caminos a bancos de material (m)
Selva baja caducifolia (con diferente grado de perturbación)	13177.93
Asentamiento Humano	755.89
Bosque de Curatella	382.79
Pastizal	898.47
Selva Mediana Subcaducifolia	2646.64
Vegetación Riparia	897.6

- c) *Apertura de nuevos caminos (trazo aún no contemplado): Si la obra lo requiere será necesario extraer material de dos bancos de material que carecen de acceso. Uno cercano a San José Cacahuatpec con la presencia de un camino próximo ya en uso, y otro cercano al ejido El Tamarindo, distanciado de cualquier acceso o poblado. Los efectos exactos de dichos caminos no pueden ser evaluados cuantitativamente sobre una cierta calidad de suelo, ya que el trazo de los mismos se desconoce a la fecha. Asimismo, tampoco podrán ser evaluados las brechas para movilización de maquinaria que se abren en los frentes de obra. Estas deberán evitarse dentro de lo posible ya que incrementan considerablemente el área de afectación del proyecto y tienen un importante efecto sinérgico (un caminito no es problema, muchos caminitos ocasionan una mayor fragmentación del ambiente).*

*En cuanto a impactos negativos por la apertura de nuevos caminos, estos serán bajos sobre la vegetación natural (dados por la remoción de la cubierta vegetal) y áreas con uso agropecuario (remoción del suelo y fragmentación de parcelas y hábitats) a lo largo del camino y su ancho de corona. No obstante, se generarán de forma indirecta impactos negativos moderados sobre la vegetación natural, debido a que estos nuevos caminos posibilitarán la extracción de leña y la deforestación en general, así como podrán ser promotores de la ampliación de la frontera agrícola. Asimismo, la apertura de estos caminos contribuye a aumentar el grado de fragmentación de las zonas con vegetación natural, dado que permiten una mayor penetración de actividades agrícolas o pastoriles. Esto*



*último, aunque representa un impacto adverso moderado sobre la vegetación natural, constituye a su vez un impacto positivo sobre el uso del suelo agropecuario, el cual podría ser importante si los caminos se abren en zonas o cerca de zonas con condiciones favorables para la agricultura o el pastoreo. Con el tiempo es posible incorporar a labores agrícolas los caminos abandonados, lo cual tendría un impacto positivo sobre la estructura agraria, aunque este es bajo ya que la compactación de la tierra implica una reutilización limitada y su extensión es muy pequeña.*

*El impacto ocasionado por la apertura de caminos nuevos puede ser mitigado (Ficha técnica No. 13).*

- **Explotación de bancos de materiales (pétreos y arcilla)**

**Impactos significativos:**

Representatividad de autoridades formales e informales.  
Estructura agraria.

**Impactos no significativos:**

Monóxidos de carbono, óxidos de nitrógeno, COV y partículas suspendidas.  
Ruptura del diseño morfológico y morfométrico del relieve.  
Dinámica de los procesos erosivos de transporte y acumulativos.  
Sellado de superficies de suelo.  
Cambio de uso de suelo agropecuario y vegetación natural.  
Poblaciones y comunidades de vegetación terrestre.  
Mamíferos, aves, reptiles y anfibios.  
Pérdida/ganancia de paisajes de calidad.  
Fragmentación y conectividad.  
Extensión área urbana.

*La construcción de la cortina y ataguías requiere de un volumen aproximado de 17,477,825.00 m<sup>3</sup> de materiales pétreos y arcillas, los que serán extraído de bancos en diversos puntos del área de afectación (ver mapa de referencia). Cabe señalar que las superficies evaluadas corresponden a la totalidad del área que podría ser explotada, más no a la superficie que realmente será explotada, la que en realidad corresponde a un porcentaje mucho menor, del orden del 70% de la superficie manifestada.*

*La utilización y disposición de bancos de material afecta directamente la superficie agraria, ya que se le asigna un uso diferente y pasa por un proceso de enajenación con fines de las obras de preparación.*

*Los bancos para la explotación de materiales pétreos afectarán áreas reducidas de paisajes de baja calidad (cuadro A.3.5) (120.5 has de selva baja caducifolia con diferente grado de perturbación), por lo que se les ha evaluado como una actividad negativa de bajo impacto. Por su parte, la explotación de los bancos de arcillas propuestos afecta una amplia diversidad de paisajes, aunque todos son considerados como de baja calidad (selva baja caducifolia con diferente grado de perturbación y Sabana, principalmente). Aunque el área de impacto es mayor al caso anterior, se le considera pequeña y por lo tanto se le ha evaluado como una actividad negativa de bajo impacto.*

*Cuadro A.3.5. Alteraciones a la calidad del paisaje con explotación de bancos de piedra y material impermeable. Los porcentajes se refieren al área de cada clase de paisaje afectada por las obras, las áreas corresponden a la superficie máxima disponible para el banco, sin embargo, la explotación real se estima que será solamente del 70% de la superficie manifestada.*

	Superficie total	Bancos de material pétreo		Bancos de arcillas	
	Has	Has	%	Has	%
<i>Selva baja caducifolia con diferentes grados de perturbación</i>	92,805.45	120.5	0.13	271.25	0.29
<i>Asentamiento Humano</i>	1,633.59			34.25	2.10
<i>Bosque de Curatella</i>	294.84	18.75	6.36		
<i>Cultivo activo</i>	538.21			4.5	0.84
<i>Cultivo inactivo</i>	1,846.65			18.5	1.00
<i>Pastizal</i>	3,578.03			9	0.25
<i>Plantación agroforestal</i>	890			2.25	0.25
<i>Vegetación Sabanoide</i>	953	1.5	0.16	77.75	8.16
<i>Selva Mediana Subcaducifolia</i>	1,968.12	15.75	0.80		
<i>Terraza Aluvial</i>	1,081.12			9.25	0.86

*La explotación de los bancos de material impermeable ubicados en el ejido B.C. Cacahuatpec tendrá un impacto moderado sobre el suelo, ya que se perderá aproximadamente un 10% de suelo de clase 1 y 2 del total del suelo existente de dichas clases (cuadro A.3.6). De igual manera, los bancos ubicados en el ejido Playones de San Isidro tendrán un impacto moderado pues se pierde un 13% de suelo clase 4 (moderada a baja calidad). El mayor impacto estará dado en el ejido San Pedro Las Playas, el que perderá el 20% de su suelo clase 4 por la extracción de arcilla. Este impacto es temporal y su recuperación dependerá de la implementación de adecuadas medidas de mitigación (capítulo VI; Ficha técnica No.18).*

*Por su parte, la extracción de piedra para la construcción de las ataguías y la cortina ocurrirá en el ejido B.C. Cacahuatpec, conformando un impacto bajo debido a que principalmente se afectarán suelos de baja calidad edafo-ecológica (clases 4 y 5) con ligera afectación en una superficie pequeña de suelos clase 2 (cuadro A.3.6). Este impacto es temporal y su recuperación dependerá de la implementación de adecuadas medidas de mitigación (capítulo VI; Ficha técnica No.18).*

Cuadro A.3.6.- Superficies afectadas por bancos de materiales por ejido y desglosada por calidad de suelo así como valores porcentuales del total de la superficie del ejido. Las áreas corresponden a la superficie máxima disponible para el banco, sin embargo, la explotación real se estima que será solamente del 70% de la superficie manifestada.

<b>Ejido</b>	<b>Tipo de afectación y clase de calidad del suelo</b>	<b>[ha]</b>	<b>[%]</b>
<i>Bienes Comunales Cacahuatpec Su</i>	<i>Bancos de material impermeable * Clase 1</i>	62.93	5.44
	<i>Bancos de material impermeable * Clase 2</i>	248.34	4.86
	<i>Bancos de material impermeable * Clase 4</i>	91.37	0.57
	<i>Bancos de material impermeable * Clase 5</i>	2.6	0.03
		<b>405.24</b>	<b>1.32</b>
<i>Ejido Playones de San Isidro</i>	<i>Bancos de material impermeable * Clase 4</i>	<b>112.51</b>	<b>12.88</b>
<i>Ejido San Pedro Las Playas</i>	<i>Bancos de material impermeable * Clase 4</i>	<b>15.28</b>	<b>19.72</b>
<i>Bienes Comunales Cacahuatpec Su</i>	<i>Bancos de piedra * Clase 2</i>	15.29	0.30
	<i>Bancos de piedra * Clase 4</i>	92.05	0.57
	<i>Bancos de piedra * Clase 5</i>	49.39	0.59
		<b>156.73</b>	<b>0.51</b>

La extracción de materiales de bancos afecta de manera negativa y local a zonas con vegetación natural y con usos agropecuarios, ya que para poder explotar los bancos de piedra o arcilla se requiere remover la cubierta orgánica que existe por encima de éstos, dejando al descubierto material poco consolidado que puede empezar a erosionarse. La remoción de las rocas y el suelo conllevan a una eliminación total de la vegetación en los sitios de banco. En el largo plazo la estructura y la composición de estas comunidades vegetales no podrán recuperarse, por lo que la afectación se considera como permanente ya que la recuperación natural del suelo y su cobertura vegetal en las áreas abiertas tardaría varios miles de años de no aplicar medidas de restauración (capítulo VI; Ficha técnica No.4).

Asimismo, la apertura de bancos de materiales dañará el hábitat donde se localizan vertebrados, lo que dejará sin nichos a los mamíferos que viven o utilizan dicho hábitat, obligándolos a migrar y buscar nuevos sitios. No obstante, el impacto es muy localizado y no se considera que poblaciones completas sean alteradas, ya que el efecto adverso ocurrirá sobre los individuos de algunas especies. Las poblaciones no serán afectadas en su integridad, por lo que el sistema podrá recuperar su estabilidad, a lo largo del tiempo que dure el impacto y posterior a ello. En lo referente a las aves, con la remoción de la vegetación se reducirá el número de territorios/parejas y el área disponible para anidación y alimentación de las especies en los sitios afectados. Este impacto es moderado y su efecto no será permanente. Por su parte, la explotación de los bancos de material seguramente afectará de forma más severa a las poblaciones de herpetozoos que ahí se encuentren puesto que su hábitat original (pequeños cerros rocosos) será destruido para extraer piedra y otros materiales. Los más afectados seguramente serán los reptiles ya que estos organismos suelen habitar y/o refugiarse entre las rocas y dentro de las oquedades del suelo o bien enterrados varios centímetros. Es probable que algunos organismos puedan moverse o migrar hacia otros puntos en el momento en que el ruido producido por la maquinaria de extracción comience sus trabajos. Sin embargo, se estima que varios individuos serán removidos con todo y el material extraído, sin opción a aplicar medidas de mitigación o prevención ya que no resulta factible el rescate de estas especies. No obstante

*el impacto se califica como bajo pues existen otras poblaciones de las especies que ahí se encuentran, por lo que consideramos que las especies en su integridad no se desaparecerán y la afectación ocurrirá solamente a nivel individuos.*

*En lo referente a aspectos sociales, el impacto sobre la identidad cultural será de baja magnitud, en tanto que es una actividad que no se considera trastorne la relación de las comunidades con su entorno. La extensión es local por lo restringido en el territorio de estas actividades (se le otorga un valor bajo en extensión) y de moderada duración en tanto que la explotación de materiales se prolonga hasta la conclusión de la obra. Asimismo, el acceso a las canteras y la presencia de trabajadores se considera medianamente controversial para las comunidades afectadas y sus formas tradicionales de vida. Los habitantes de la zona experimentan la explotación de los bancos de materiales de manera diferente, los menos son los que reciben a cambio un tipo de beneficio (trabajo), mientras que la gran mayoría lo percibe como inaccesibilidad a un recurso, “propio”.*

- **Colocación de materiales en cortina (construcción de la cortina)**

**Impactos significativos:**

Pérdida/ganancia de paisajes de calidad.  
Trama, funcionamiento y seguridad.

**Impactos no significativos:**

Monóxidos de carbono, óxidos de nitrógeno, COV y partículas suspendidas.  
Poblaciones y comunidades de vegetación terrestre.  
Mamíferos, aves, reptiles y anfibios.  
Fragmentación y conectividad.  
Identidad cultural.  
Condiciones y niveles de organización y cohesión social.  
Aprovechamiento de recursos forestales y faunísticos.  
Marginación, migración, estructura etárea y crecimiento.  
Empleo +

La colocación de los materiales para la cortina es el inicio de la construcción de dicha estructura e implica además la remoción de la cubierta orgánica (suelo y vegetación), así como rocas y materiales sueltos de las laderas a lo largo del sitio de emplazamiento de la cortina (tramo de aprox. 1 km de ancho a ambos lados del cauce). Dado que se trata de un punto con pendientes pronunciadas, el suelo en las laderas de dichos sitios es somero y de baja calidad agrícola, por lo que no representa un impacto de relevancia. La eliminación de la vegetación y los hábitats que ésta representa, será permanente, ya que no podrá recuperarse ni en el corto, ni a largo plazo, pues el lugar quedará cubierto por la cortina de la presa. Asimismo, durante la construcción se genera mucho ruido y movimiento por el uso de maquinaria pesada, que afecta particularmente a las diferentes especies de herpetozoos y a algunos mamíferos. El intenso tráfico de maquinaria y personas es un factor que ahuyenta a los organismos de sus microhábitats. El impacto local es grande aunque el tamaño de la cortina, comparado con la magnitud de la presa en conjunto es pequeño. Suponemos que al paso del tiempo los organismos podrán reubicarse y las poblaciones se estabilizarán.

La colocación de los materiales que formarán la cortina de la presa supone la eliminación permanente de los paisajes en el área de afectación. Sin embargo, en esta área las coberturas actuales consisten principalmente en paisajes de baja calidad (vegetación secundaria). Por su parte, la construcción de una cortina de concreto de tales dimensiones ocasionará un impacto paisajístico alto.

La definitiva transformación de las áreas donde se asentará esta infraestructura, causará que los habitantes que siguieron ingresando al área a pesar de ya haber sido trasladados, ya no puedan apropiarse de los recursos y que sus referentes en el paisaje desaparezcan para siempre, afectando su identidad cultural. La colocación de materiales en terrenos de los habitantes de la zona confronta a los que ven afectados sus parcelas y aquellos que no viven el proceso de depósito de materiales. La construcción de la cortina, es vivida por los trabajadores de la zona como un proceso irreversible, lo que ocasiona mayor sensibilidad social. El impacto abarca tanto el área de la cortina, como las proximidades de los poblados de San José Cacahuatpec y Arroyo Verde, y aunque los efectos sobre el paisaje sean permanentes, estas condiciones perdurarán, únicamente, hasta el llenado del vaso.

Asimismo, para la construcción de la cortina se requerirá desplazar aproximadamente 21 millones de m<sup>3</sup> de materiales, lo que implica el incremento significativo del tránsito de vehículos. Si se considera que los camiones utilizados para el transporte de materiales tienen una capacidad de carga de 10.8 m<sup>3</sup>, y que cada camión realizará 5 viajes diarios durante los 241 días que durará el proceso de explotación, tratamiento y colocación de materiales, se requerirían aproximadamente 1653 viajes diarios. El número de vehículos que transitarían por el camino definitivo y los de acceso a los bancos de materiales sin duda tendrá un alto impacto negativo, aunque su extensión estará limitada a un radio cercano a los 10 km de distancia a la presa durante cerca de un año. Por lo cual podría considerarse la posibilidad de construir y operar los dos caminos definitivos.

- **Galerías y tratamiento de laderas**

**Impactos significativos:** no identificados.

**Impactos no significativos:**

Dinámica de los procesos erosivos de transporte y acumulativos.

Dinámica de los procesos gravitacionales de taludes.

Remoción del suelo por actividades.

Cambio de uso de suelo de vegetación natural.

Empleo +.

Esta actividad genera impactos negativos sobre la porción orgánica del suelo, el uso del suelo y la vegetación natural en las laderas, los cuales es necesario remover para tratar las laderas. Sin embargo la extensión de las zonas afectadas es reducida, por lo que se considera como impacto moderado, debido a que su duración es permanente. No es un impacto factible de mitigar, ni su extensión lo hace susceptible de establecer medidas de compensación.

- **Construcción de diques (6)**

**Impactos significativos:**

Cambio de uso de suelo de vegetación natural.

Jerarquía función y articulación de las localidades urbanas.

**Impactos no significativos:**

Monóxidos de carbono, óxidos de nitrógeno, COV y partículas suspendidas.

Ruptura del diseño morfológico y morfométrico del relieve.

Dinámica de los procesos erosivos de transporte y acumulativos.

Sellado de superficies de suelo.

Cambio de uso de suelo agropecuario.

Poblaciones y comunidades de vegetación terrestre.

Mamíferos, aves, reptiles y anfibios.

Pérdida/ganancia de paisajes de calidad.

Fragmentación y conectividad.  
 Identidad cultural.  
 Estructura agraria.  
 Aprovechamiento de recursos forestales y faunísticos.  
 Marginación, migración, estructura etárea y crecimiento.

El impacto de la construcción de 6 diques implica la remoción del suelo y la cobertura vegetal y el sellado permanente de la superficie. La eliminación de la vegetación en los sitios donde se construirán los diques será permanente y sin posibilidades de recuperación en el corto, ni a largo plazo. Una vez desmontada la vegetación, será eliminado el suelo y parte de las rocas que lo originan; sin embargo, el área que se ocupa por estas obras es pequeña (16.3 ha) (cuadro V.3.2.2) en proporción con el resto de la obra (el embalse). La superficie afectada dentro del ejido B.C.Cacahuatpec es reducida y su construcción ocurrirá en suelos de baja calidad agrícola, afectando solo en una pequeña proporción a suelo de buena calidad (clase 2). Los impactos indirectos negativos por remoción de la vegetación natural y la pérdida de áreas de agricultura y pastoreo son mínimos en términos de extensión, si bien, estos serán de carácter permanente.

Cuadro V.3.2.2.- Superficies afectadas por diques, desglosada por calidad de suelo. Se incluyen los valores porcentuales del total de la superficie del ejido a que corresponde el área afectada.

Ejido	Tipo de afectación y clase de calidad del suelo	[ha]	[%]
Bienes Comunales Cacahuatpec	Zona de diques * Clase 2	0.01	0.00
	Zona de diques * Clase 4	16.26	0.10
	<b>Total</b>	<b>16.27</b>	<b>0.05</b>

El área propuesta para la construcción de diques tiene escasas implicaciones ambientales, debido a la pequeña superficie y a la baja calidad paisajística de las áreas afectadas (59 has de selva baja caducifolia con diferentes grados de perturbación 9.25 has de Sabana) (Cuadro 2e). Tampoco se espera que debido a esta obra puedan derivar otros procesos que supongan una mayor alteración de la calidad y funcionalidad del paisaje, por lo cual ha sido calificada como una obra de bajo impacto negativo en el paisaje.

Cuadro 2e. Alteraciones a la calidad del paisaje con la construcción de diques.  
 Los porcentajes se refieren al área de cada clase de paisaje que resultaría afectada por las obras.

Tipo de Paisaje Elemental Identificado (escala 1:50,000)	Superficie total Has	Zona de Diques has	%
Selva baja caducifolia con diferentes grados de perturbación	92,805.45	59	0.06
Sabana	953	9.25	0.97

En lo referente al impacto sobre los vertebrados, se considera que la magnitud del efecto es menor que en el caso de la construcción de la cortina (por el tamaño de las obras), pero si se toma en consideración que dichos diques cerrarán los corredores naturales desde las montañas hacia el río, el impacto se incrementa. Sin embargo se estima que las poblaciones no serán afectadas en su integridad, por lo que podrán recuperar su estabilidad, a lo largo del tiempo, siempre y cuando no existan otros factores adicionales a la obra. El impacto será



mayor en la herpetofauna puesto que estos diques impedirán el paso de los organismos hacia el agua, particularmente en los anfibios, de los que se han identificado algunas especies de ranas que habitan preferentemente en las riberas del río durante la temporada de lluvias. Suponemos que al cabo de cierto tiempo las poblaciones que no puedan atravesar hacia el río o el embalse buscarán otros accesos y se estabilizarán.

En los parajes próximos a la zona de diques, puede producirse cierta controversia en tanto que los habitantes buscarán hasta antes de la inundación, la posibilidad de seguirse apropiando de recursos al interior de esta área.

Por sus dimensiones y características no son susceptibles de mitigación o remediación ya que dichas estructuras quedarán formando parte del proyecto final, sin embargo, la superficie perdida podrá ser compensada junto con las demás superficies que afecte permanentemente el proyecto mediante las medidas de compensación que se establecen en el capítulo VI; Ficha técnica No.20.

### **VERTEDOR, OBRAS DE TOMA Y TUBERÍAS A PRESIÓN**

- **Excavación y tratamientos en vertedor y obras de toma**

**Impactos significativos:**

Ruptura del diseño morfológico y morfométrico del relieve.

**Impactos no significativos:**

Monóxidos de carbono, óxidos de nitrógeno, COV y partículas suspendidas.

Dinámica de los procesos erosivos de transporte y acumulativos.

Remoción de suelo por actividades.

Cambio de uso de vegetación natural.

Poblaciones y comunidades de vegetación terrestre.

Mamíferos, aves, reptiles y anfibios.

Pérdida/ganancia de paisajes de calidad.

Fragmentación y conectividad.

Aprovechamiento de recursos forestales y faunísticos.

Marginación, migración, estructura etárea y crecimiento.

Empleo +.

El volumen de excavación del suelo para construir el vertedor y las obras de toma constituye un impacto negativo moderado debido a los grandes volúmenes de material que serán extraídos; sin embargo para la vegetación natural, esta actividad representará una afectación menor, pues la superficie en donde se requiere remover la cubierta vegetal es reducida y muy localizada, aunque el impacto será de carácter permanente. La vegetación y los hábitats que esta constituye no podrán recuperarse en el corto, ni a largo plazo. El área a excavar es muy pequeña con respecto al embalse y las poblaciones de mamíferos y aves no serán afectadas en su integridad (el efecto ocurrirá a nivel de individuos), por lo que podrán recuperar su estabilidad, a lo largo del tiempo que dure el impacto y posterior a ello, y en el caso de las aves, se estima que la recuperación será rápida. Por su parte, la mayoría de las especies de anfibios y reptiles en ambientes estacionales suelen enterrarse varios centímetros debajo del suelo, particularmente cuando estivan por varios meses. Las actividades de excavación afectarán sin duda a los organismos que se encuentren en torpor en ese momento, ya que será alterado su ciclo de estivación o bien serán removidos con todo y el material. Las áreas en donde se realizarán las excavaciones son pequeñas y con suelos someros y pedregosos, en comparación con el tamaño de la obra y las excavaciones ocasionarán probablemente la pérdida de muy pocos individuos, siendo que, las poblaciones de especies en su totalidad no se afectarán. El hábitat original desaparece por completo y

suponemos que los individuos que logren sobrevivir podrán recuperarse en algún otro sitio si hay disponibilidad.

En lo referente al mapa social, esta actividad tiene un impacto muy bajo sobre la estructura sociodemográfica porque, -al igual que las obras de contención- se ubica dentro del polígono de obras sujeto a indemnización.

El principal problema de esta actividad es la excedencia de material producto de la excavación que no será aprovechable en otras obras. Se desconoce el volumen de dichos materiales y su destino proyectado, pero su impacto puede ser relevante, por lo que deben seguirse las recomendaciones establecidas en las medidas de mitigación propuestas para la actividad: **Disposición de excedencias de materiales de excavación y bancos** (capítulo VI; Ficha técnica No. 15).

- **Excavación y tratamientos de: tuberías a presión, subestación, galerías de oscilación, casa de máquinas, portal, túnel de acceso y caverna.**

**Impactos significativos:** no identificados.

**Impactos no significativos:**

Monóxidos de carbono, óxidos de nitrógeno, COV y partículas suspendidas.

Ruptura del diseño morfológico y morfométrico del relieve.

Dinámica de los procesos erosivos de transporte y acumulativos.

Remoción de suelo por actividades.

Poblaciones y comunidades de vegetación terrestre.

Mamíferos, aves, reptiles y anfibios.

Pérdida/ganancia de paisajes de calidad.

Fragmentación y conectividad.

Aprovechamiento de recursos forestales y faunísticos.

Marginación, migración, estructura etárea y crecimiento.

Empleo +.

Las obras de excavación que se tienen estimadas en diversas fases del proyecto han sido evaluadas como acciones adversas de bajo impacto ambiental. Los daños se refieren a la eliminación de pequeños parches del paisaje, que en su mayor parte consisten en sitios con vegetación secundaria, de baja calidad paisajística y, salvo algunas excepciones, en la mayoría de los casos de trata de áreas pequeñas que no alterarían las características estructurales ni la funcionalidad del paisaje. Los efectos negativos de estas actividades estarán relacionados con su extensión y los volúmenes de material excavado en cada sitio. En términos generales se puede señalar que una vez desmontada la vegetación, serán eliminados los suelos y parte de las rocas que los originan de manera permanente ya que los sitios pasarán a formar parte de la infraestructura de la hidroeléctrica. La vegetación, el suelo y las rocas intemperizadas bajo éste conforman hábitats para diversas especies de vertebrados, por lo que esta actividad conlleva impactos moderados hacia la fauna. En el caso de mamíferos y aves, las poblaciones no serán afectadas en su integridad, por lo que podrán recuperar su estabilidad, a lo largo del tiempo que dure el impacto y posterior a ello ya que el efecto adverso ocurrirá sobre los individuos. Los organismos serán ahuyentados de forma natural por la incidencia de ruido y movimiento de equipos y tendrán que buscar nuevos nichos, quedando expuestos hacia sus depredadores y los propios trabajadores del proyecto.

Las obras para la subestación presentan un impacto socialmente negativo bajo, porque solo afecta en los terrenos de su construcción, la cual se localiza en el polígono de obras sujeto a indemnización.



Por sus características estas obras no ameritan acciones de mitigación o rescate de especies, ya que no es factible rescatar estos organismos, sin embargo, deberán aplicarse las recomendaciones generales para evitar la caza o captura de especies en los frentes de obra, que se presentan en el capítulo VI; Ficha técnica No.6.

### **CREACIÓN DEL EMBALSE**

- **Llenado del embalse (proceso)**

**Impactos significativos:**

Dinámica de los procesos erosivos de transporte y acumulativos.  
Cambio de uso de suelo agropecuario, urbano y vegetación natural.  
Poblaciones y comunidades de vegetación terrestre.  
Mamíferos, aves, reptiles y anfibios.  
Pérdida/ganancia de paisajes de calidad.  
Fragmentación y conectividad.  
Régimen hidrotérmico.  
Trama, funcionamiento y seguridad.  
Identidad cultural.

**Impactos no significativos:**

Emisión de gases efecto invernadero directos (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O)  
Dinámica de los procesos gravitacionales de taludes.  
Diversidad, abundancia y riqueza de biota acuática.  
Baja en concentración de oxígeno disuelto y liberación de nutrientes.

*Inundación de aproximadamente 14,000 has de terreno*

*Éste constituye el mayor impacto de todo el proyecto ya que se inunda una gran superficie de terreno de forma permanente para conformar el embalse de la presa. Aquí, la pérdida del suelo, flora y fauna tanto de las zonas con vegetación natural, como de las áreas con uso agropecuario y urbano, es total e irreversible; asimismo destruirá la principal fuente de aprovisionamiento de energía para los hogares, que es la leña. Esto se traduce en la pérdida de superficie de poco más de 14,000 has, si el nivel de las aguas llega a los 180 m.s.n.m*

*El llenado del embalse ocasionará un fuerte impacto por la pérdida de diferentes tipos de paisajes. No obstante, los paisajes que tendrían un mayor retroceso de su superficie (10,461.75 has) consisten en vegetación de selva baja caducifolia con diferentes grados de perturbación, y que se encuentra extendida por casi toda la zona de estudio. Esta vegetación se distribuye en un patrón de grandes parches de matorrales abiertos y muy abiertos que reflejan un alto grado de deterioro, derivado no sólo de las quemadas y demás prácticas asociadas a la agricultura, sino del tránsito frecuente de gente y del ramoneo de ganado caprino, principalmente. Se trata, de paisajes de baja calidad visual y con escasas posibilidades de recuperación, por lo menos bajo el actual sistema de usos del suelo.*

*Asimismo se afectará paisajes de alta calidad visual (600.75 has de Selva Mediana Subcaducifolia). Éstos se distribuyen en las superficies convexas de los lomeríos y laderas internas de algunos barrancos. Sistemáticamente las selvas han sido objeto de disturbios derivados de la introducción de las actividades agrícolas y ganaderas en el área, por lo que se caracterizan por un notable grado de fragmentación de las áreas de selvas maduras que ahora se reducen a pequeños parches dispersos y poco conectados entre sí (Cuadro 3).*

*La pérdida de estos paisajes, particularmente de la selva mediana subcaducifolia, resulta importante dada la fuerte reducción que ya de por sí existe en la zona (y en todo el país) de*

*estos ambientes. Con el embalse se pierde el 30% de la superficie existente de dicha selva en el área de estudio (Cuadro 2a); por lo que la importancia de su pérdida no radica tanto en la cantidad de hectáreas afectadas, sino en el tipo de paisaje que conforma, por lo que el impacto sobre la pérdida de paisajes por la creación del embalse se consideró muy alto.*

Cuadro 3. Alteraciones a la estructura y funcionalidad del paisaje con las obras del proyecto

Paisaje Elemental	Área (has)	Área modificada (has)	Porcentaje respecto al área total	Porcentaje modificado	Número de parches	Número de parches modificado	Área del parche más grande (ha)	Área del parche más grande modificado
Selva baja caducifolia (con distinto grado de perturbación)	92,805.45	81281.38	69.11	62.01	96	275	22,440.94	74427.38
Asentamiento Humano	1,633.59	1524.37	1.21	1.16	77	73	146.18	153.88
Bosque de Encino	2,307.65	2264.50	1.71	1.73	107	136	387.50	392.25
Bosque de Pino	9005.03	9024.00	6.70	6.88	108	163	2,048.18	5600.13
Bosque de Curatella	294.84	279.00	0.21	0.21	4	6	153.53	158.50
Cultivo activo	538.21	397.13	0.40	0.30	110	74	39.71	42.25
Cultivo inactivo	1,846.65	1616.88	1.37	1.23	226	206	181.46	187.25
Ladera erosiva	1,548.96	1355.38	1.15	1.03	151	133	132.93	262.38
Pasizal	3,578.03	2962.88	2.66	2.26	528	378	227.53	583.88
Plantación agroforestal	890.00	796.88	0.66	0.61	44	43	152.81	156.75
Sabana	953.00	894.50	0.70	0.68	50	70	97.87	146.13
Selva Mediana Subcaducifolia	1,968.12	1238.63	1.40	0.94	178	215	103.56	126.00
Terraza Aluvial	1,081.12	594.75	0.80	0.45	96	67	303.28	298.75
Vegetación riparia	364.25	199.13	0.27	0.15	44	65	51.43	18.50

*Cuadro 2a. Alteraciones a la calidad del paisaje/vegetación con la construcción del embalse. Los porcentajes se refieren al área de cada clase de paisaje que resultaría afectada por las obras.*

Paisajes Elementales Identificados (escala 1:50,000)	Superficie total has	Embalse	
		has	%
Selva baja caducifolia (con distinto grado de perturbación)	92,805.45	10461.75	11.27
Asentamiento Humano	1,633.59	80.25	4.91
Bosque de Encino	2,307.65	3.5	0.15
Bosque de Pino	9005.03	13.25	0.15
Cultivo activo	538.21	118.25	21.97
Cultivo inactivo	1,846.65	136.75	7.41
Pastizal	3,578.03	434.25	12.14
Ladera erosiva	1,548.96	76.75	4.95
Plantación agroforestal	890	54.75	6.15
Sabana	953	43	4.51
Selva Mediana Subcaducifolia	1,968.12	600.75	30.52
Terraza Aluvial	1,081.12	324.5	30.02
Vegetación riparia	364.25	64	17.57

Otro paisaje de importancia que se verá afectado es el agrícola (cultivos y plantaciones). Las desfavorables condiciones climáticas, principalmente la estacionalidad de las lluvias, ocasionan que las actividades agrícolas se concentren en un corto periodo del año, fuera del cual, las tierras no se aprovechan para esta actividad. Debido a ello y a la falta de recursos económicos, la productividad del campo puede considerarse baja e inclusive, las tendencias actuales reflejan un creciente abandono de la actividad agrícola. Por tales motivos, el área usada con fines agrícolas en los dos últimos años fue escasa. El impacto negativo estimado sería el resultante de la eliminación de paisajes agrícolas y suelos con buenas características para dicha actividad en torno al cause del río Papagayo, donde se dispone de humedad y agua para el riego, lo cual a su vez podría generar además problemas sociales.

Es notorio que en la gran mayoría de los ejidos afectados se perderá, ya sea la totalidad o un alto porcentaje de los terrenos con buena calidad edafocológica de sitio. Con el llenado del embalse se pierden las tierras con aptitud agrícola, mientras que los terrenos en pendientes pronunciadas, pedregosos, con bajos contenidos de nutrimentos y sobre todo con baja capacidad de retención de agua son los que menos se ven afectados por el proyecto. Hay ejidos que en términos absolutos no pierden mucha superficie, pero la superficie que pierden corresponde en un alto porcentaje a sus tierras de mayor productividad agrícola (Cuadro V.3.2.5). En función de lo anterior se ponderó la magnitud del impacto no sólo en función de la superficie total perdida por ejido, sino también y sobre todo, en función de la calidad de suelo y el porcentaje de suelos de calidad agrícola (clases 1 y 2) de la totalidad del área del ejido con esta aptitud (ver matriz detallada). La extensión del impacto se expresa además a través de la baja a nula disponibilidad de terrenos con aptitudes similares dentro del área o de los ejidos que pudieran funcionar como áreas de reemplazo de las tierras productivas perdidas.

Como resultado de esta evaluación de impacto (ver matriz detallada), los ejidos de Agua Zarca y Los Huajes serán los que sufran el mayor impacto por pérdida de suelo de buena calidad. Asimismo, en los ejidos Dos Caminos, El Agua del Perro, el Alto del Camarón, Dos Arroyos, El Reparó, El Tepehuaje, La Palma, Las Mesas, Omitlán, Tierra Colorada y Manuel Andosol, el impacto será alto debido a la gran proporción de suelo de buena calidad agrícola que pierden con relación a la proporción de suelo de dicha calidad que les resta en el ejido.

*Aunado a los anteriores, los ejidos de El Zapote, Chautipa, Michapa, Chacalpa, Sabanillas y Xalpa tendrán un impacto moderado por la pérdida de suelo de buena calidad agrícola. Los ejidos de Cacahuatpec y Amatepec serán impactadas de baja intensidad por la pérdida de suelo con aptitud agrícola.*

*No hay forma de mitigar este impacto, por lo que debe recurrirse a la compensación del mismo. No obstante, los terrenos con buena calidad agrícola son poco abundantes en la región y se encuentran ya siendo utilizados con dichos fines, por lo que la única forma de reemplazar las tierras agrícolas perdidas sería adecuar terrenos de calidades menores (clase 3) para el riego agrícola dentro de las superficies actuales de los ejidos afectados (ver Capítulo VI; Ficha técnica No.22) o diseñar sistemas de utilización de la tierra alternativos con mayor productividad (intensificar el uso de la tierra en los terrenos restantes, ver Capítulo. VI).*

*Cuadro V.3.2.5.- Superficie afectada por el embalse en cada ejido y desglosada por calidad de suelo y valores porcentuales del total del área del ejido.*

<b>Ejido</b>	<b>clase calidad de suelo</b>	<b>Superficie [ha]</b>	<b>[%]</b>
Bienes Comunales Agua Zarca de I	1	161.78	96.01
	2	39.64	100.00
	3	561.47	88.07
	4	745.43	26.57
	<b>total</b>	<b>1508.32</b>	<b>33.18</b>
Bienes Comunales Cacahuatpec Su	2	298.29	5.84
	4	408.23	2.55
	5	620.89	7.47
	<b>total</b>	<b>1327.41</b>	<b>4.33</b>
Bienes Comunales de Chautipa	2	22.73	54.12
	4	2.98	0.70
	5	2.23	0.10
	<b>total</b>	<b>27.94</b>	<b>1.07</b>
Bienes Comunales Dos Caminos y A	2	126.62	80.39
	3	12.18	1.15
	5	26.46	1.24
	<b>total</b>	<b>165.26</b>	<b>3.99</b>
Ejido Agua de Perro	2	71.08	97.37
	4	52.07	12.80
	5	182.5	15.52
	<b>total</b>	<b>305.65</b>	<b>18.46</b>
Ejido Alto del Camaron	1	29.26	98.35
	2	271.81	93.89
	3	305.49	48.59
	4	1020.05	52.28
	5	109.58	15.64
	<b>total</b>	<b>1736.19</b>	<b>48.23</b>
Ejido Amatepec	1	0.27	1.59
	5	0.11	0.02
	<b>total</b>	<b>0.38</b>	<b>0.03</b>
Ejido Chacalapa	1	1.96	1.86
	2	1.44	1.90
	<b>total</b>	<b>3.4</b>	<b>0.23</b>
Ejido Dos Arroyos	2	327.27	94.31
	4	2429.18	41.51
	5	245.29	38.51
	<b>total</b>	<b>3001.74</b>	<b>41.85</b>

Ejido El Reparó	1	121.43	84.18
	2	67.55	88.88
	3	71.15	6.49
	4	219.76	18.01
	5	54.22	13.83
	total	<b>534.11</b>	<b>16.46</b>
Ejido El Tepehuaje	2	0.47	100.00
	5	1.67	0.10
	total	<b>2.14</b>	<b>0.12</b>
Ejido El Zapote	1	38.92	69.50
	2	32.16	6.27
	3	3.77	1.22
	total	<b>74.85</b>	<b>6.21</b>
Ejido La Palma	1	401.58	95.61
	2	832.37	82.33
	3	1401.88	42.85
	4	0.29	38.67
	5	43.47	3.53
	total	<b>2679.59</b>	<b>44.22</b>
Ejido Las Mesas	1	37.18	45.07
	2	18.7	72.62
	3	6.02	0.19
	total	<b>61.9</b>	<b>1.56</b>
Ejido Los Huajes	2	20.04	96.58
	4	667.49	33.39
	total	<b>687.53</b>	<b>18.90</b>
Ejido Michapa	2	12.27	28.87
	4	4.78	0.81
	total	<b>17.05</b>	<b>2.69</b>
Ejido Omitlán	2	283.67	89.06
	4	22.96	11.07
	5	149.19	26.59
	total	<b>455.82</b>	<b>34.34</b>
Ejido Sabanillas	2	65.73	37.19
	3	5.56	0.82
	4	14.27	0.59
	5	7.91	3.04
	total	<b>93.47</b>	<b>2.62</b>
Ejido Tierra Colorada	2	129.06	80.79
	3	0.08	32.00
	5	31.33	8.43
	total	<b>160.47</b>	<b>30.18</b>
Ejido Xolapa	2	112.9	33.13
	3	7.31	0.43
	5	35.59	2.91
	total	<b>155.8</b>	<b>4.66</b>
P. P. Manuel Andosol	2	22.59	98.22
	4	17.94	77.16
	5	53.42	10.90
	total	<b>93.95</b>	<b>17.51</b>
polígono sobre río entre Agua Zarca y Dos Arroyos	1	49.21	
	2	227.95	
	3	32.56	
	4	26.09	
	total	<b>335.81</b>	

*En el caso de las zonas con uso agropecuario o uso urbano, existe un impacto indirecto negativo de largo plazo, causado primero por la necesidad de disponer de otras tierras para un uso urbano inmediato, y segundo por la necesidad de nuevas tierras para uso agropecuario una vez que los nuevos núcleos de población estén establecidos, las cuales solo podrían localizarse en zonas de vegetación natural, con la consecuente pérdida de superficie y mayor fragmentación de ésta.*

*Además del cambio directo y evidente que resulta de la incorporación de un cuerpo de agua de tal magnitud, se esperan alteraciones funcionales debidas a una pérdida de la conectividad entre los parches de paisajes (vegetación y uso del suelo), con consecuencias en el intercambio de especies y mayor dificultad para los procesos de recuperación de paisajes secundarios.*

*La eliminación de diferentes tipos de vegetación supone la eliminación de una gran variedad de hábitats para muchas especies animales que se verán desplazadas por la inundación gradual en un período de 18 meses en busca de lugares más adecuados para sobrevivir, sin que esto sea una garantía de sobrevivencia. El efecto de la inundación del embalse es permanente y acumulativo. Las especies más sensibles son las que actualmente utilizan la orilla del río como hábitat, en este caso se encuentran el basilisco (tequereque) *Basiliscus vittatus* y la Rana sp (forma Papagayo). Estas dos especies suelen vivir a lo largo de corrientes moderadas. Por otro lado son preocupantes las especies que utilizan como microhábitat las hoquedades y grietas en las rocas y escarpados como los gekos como *Phyllodactylus tuberculatus* y *P. lanei*, *Lepidophyma smithi* y varias especies de ratones y murciélagos.*

*Por otro lado, la inundación de sitios para crear el embalse generará un impacto negativo muy alto en la calidad del agua debido a la desaparición del actual cauce con cambios en la calidad del agua, como mayor turbiedad por remoción de partículas del suelo conforme se va inundando la superficie y el incremento de nutrientes contenidos en ellas. Comprende desde la confluencia del Papagayo y Omitlán hasta la cortina, concentrando y diluyendo compuestos inorgánicos normales presentes en el suelo. No hay forma de mitigar este impacto, y su duración será hasta el momento que se encuentre lleno el embalse y comiencen a estabilizarse y depositarse los sedimentos y sales disueltas.*

*Esta será la fase de la construcción de la hidroeléctrica que mayores impactos provocará sobre el ecosistema acuático y por ende, sobre los organismos que lo conforman, aunque la naturaleza y la magnitud será distinta para cada grupo considerado, como se desglosa a continuación: Para el bentos, se estima que el impacto sobre estos organismos será negativo, lo cual deriva del hecho de que el tramo del río que queda dentro de la zona de inundación se modificará drásticamente al convertirlo de un ambiente lótico (de aguas corrientes) a uno léntico (de aguas estancadas) de gran profundidad. En el caso del zoobentos se producirá una sustitución de especies típicas de aguas corrientes por especies capaces de vivir en cuerpos de agua remansados y profundos. Considerando que no existen especies relevantes (endémicas, en peligro, de distribución restringida) y la única especie de importancia comercial soporta una reducida pesquería local, se considera que la magnitud de este impacto es moderada. Por su parte, en el plancton, las especies de algas que actualmente se observan en el río son las mismas que están presentes en la Presa La Venta, por lo que inicialmente los cambios en la composición de especies al convertir el ambiente lótico en léntico no serán muy drásticos e incluso pueden considerarse como benéficos, tal y como se señala en apartados adelante.*

*Por otro lado, el llenado del embalse va a interrumpir los vínculos socioeconómicos (sistema vial) de las localidades que se verán afectadas parcial o totalmente por el embalse. Incluso deben considerarse en esta situación aquellas localidades como Dos arroyos, Altos del Camarón, Xolapa, La Palma, El Zapote o San Juan del Reparo, que verían interrumpidos*



sus vínculos socioeconómicos porque el embalse cortaría sus actuales comunicaciones, lo cual puede contrarrestarse si se incluyen medios de transporte lacustre, una vez construida la obra.

En esta actividad se inunda y deshabilita el uso de 67 km de caminos que quedan dentro del área contemplada para el embalse. Si se incluyen las veredas, la longitud afectada se incrementa a 111.56 km de caminos (Tabla 1). En términos temporales el impacto se resentirá conforme se vaya llenado el embalse, por lo tanto se puede simular el proceso y clasificar a las localidades conforme a su cota y el orden temporal en el que se verán afectadas, en caso de que la reubicación no se realice simultáneamente con la construcción de la obra como lo contempla CFE.

Cuadro 1. Vialidades afectadas por el embalse

Municipio	Carretera Pavimentada Federal	Carretera Pavimentada Estatal	Carretera Pavimentada Restringida	Puente en Operacion	Terraceria 1/Carril	Brecha	SUBTOTAL	Vereda	TOTAL
Acapulco de Juarez	3.0	5.4	0.8	0.2	7.9	19.8	37.2	29.9	67.17
Juan R. Escudero	9.1	0.0	1.9	0.2	7.2	5.7	24.0	10.1	34.19
San Marcos	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	3.9	5.5	4.8	10.21
Total	12.1	5.4	2.7	0.4	16.7	29.5	66.8	44.8	111.56

Calculos realizados por el autor con base en la cartografía de INEGI 1:50 000

Tecoanapa no tiene afectación en su red vial

En este impacto debe considerarse también la afectación sobre los cruces fluviales (que carecen de infraestructura, sólo tienen una lancha para realizarlos) este servicio lo utilizan actualmente algunas localidades de la margen izquierda del río Papagayo (El Chamizal, La Ceiba y Agua Zarca) para comunicarse con el camino pavimentado estatal Km30-Alto del Camarón.

Asimismo, en cuanto al llenado del embalse, este da lugar a la cancelación definitiva de los referentes culturales sobre el paisaje, tanto para comunidades trasladadas como para las que únicamente pierden parte de su unidad agraria; por lo que constituye un impacto adverso alto sobre la identidad cultural.

El impacto sobre el tejido social será muy alto en magnitud porque es el momento de realización de los acuerdos, entre ciudadanos e instituciones, si en ese momento no se cumplen las expectativas manejadas por las instituciones responsables, los conflictos entre los ciudadanos al interior de sus localidades y fuera puede ser muy fuerte.

No obstante de que todos los anteriores aspectos negativos han sido valorados como impactos muy altos, se espera que con la aplicación de medidas de mitigación y compensación, el llenado de la presa, derive en beneficios de igual magnitud (ver impactos benéficos en etapa de operación del embalse), siempre y cuando exista un adecuado aprovechamiento y conservación del cuerpo de agua creado.

#### Efecto en las actividades agropecuarias para autoconsumo y venta

Las formas tradicionales como hasta hoy han subsistido los habitantes de las localidades afectadas, son la agricultura y en menor medida el ganado de traspatio. La mayor proporción de ocupados se encuentra en el sector primario por la predominante presencia de las actividades agrícolas. De las hectáreas con producción se observó que solamente se trabajaron 408.75 hectáreas es decir solamente 30% de las tierras cultivables, lo que da un



*indicio de baja producción. Señal del bajo interés en la producción agrícola es el dato que solamente se trabajaron 66.25 hectáreas en la modalidad de prestadas o rentadas. El maíz, es de gran importancia para la zona para autoconsumo y esto se refleja en las 172.50 has. sembradas totales. Además el limón, la calabaza, el mango, el nanche y el plátano son otros de los cultivos de los cuales los habitantes de la zona tienen para satisfacer sus necesidades de alimenticias. Las aves de corral y el ganado porcino son las de mayor importancia en el autoconsumo, estas dos últimas especies son del tipo de crianza posible en traspatio. Tales actividades serán afectadas por el embalse del proyecto en diferentes puntos de las localidades involucradas como se señala en el cuadro V.1.3.4.*

*En el cuadro V.1.3.4 se muestran los ejidos, bienes comunales y propiedad privada de la zona de inundación. En el mismo se puede observar las proporciones de terrenos afectados de los núcleos agrarios afectados.*

*Asimismo se afectarán las actividades agropecuarias para venta. El cultivo de la jamaica es destinado totalmente para la venta e incluso el valor de su venta supera al del maíz. El ganado bovino es el de mayor valor. Los productos animales derivados de la ganadería fueron: leche con un valor del total de venta mensual de \$2,848 y huevo de \$1,1510. El valor total de pérdida por la producción anual es de \$812,894 y la ganadera equivale a \$94,918.*

*Además del destino de autoconsumo de la producción agropecuaria, en algunas localidades existe la comercialización de los excedentes de dicha producción. Esta actividad es significativa solamente en algunas localidades.*

## Cuadro V.1.3.4

## Localidades afectadas en la zona de inundación

Nombre	Embalse		%	localidades	Localidades afectadas
	Total km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup> Hectáreas			
Ejido Dos Arroyos	71.71	33.80	3,380	47.14	Dos arroyos, Guayabal y Pochotlaxco Pochotlaxco.
Ejido La Palma	60.66	26.85	2,685	44.27	La Palma, Tlalchocohuite y El Palacio La Palma, Tlalchocohuite, El Palacio
Ejido Alto del Camarón	36.04	17.56	1,756	48.74	Altos del Camarón Ninguna
Bienes Comunales Cacahuatpec Sur	352.12	17.11	1,711	4.86	S.J. Cacahuatpec, Arroyo Verde, Garrapatas, Las Hollitas, Concepción, Parotillas, Rancho Las Marías y Los Hilamos. S.J. Cacahuatpec y Arroyo Verde.
Bienes Comunales Agua Zarca de la Peña	45.35	15.07	1,507	33.22	Agua Zarca de la Peña, Chamizal, Los Mayos y La Unión. La Unión y El Chamizal
Ejido Los Huajes	36.31	7.02	702	19.33	Colonia Guerrero (Los Huajes) Colonia Guerrero
Ejido El Reparó	32.53	5.36	536	16.47	San Juan del Reparó Norte y S. Juan del R. Sur Ninguna
Ejido Omitlán	13.17	4.52	452	34.33	Omitlán, Villa Guerrero, El Pedregal Omitlán
Ejido Agua de Perro Bienes Comunales Dos Caminos y Anexos	16.53	3.06	306	18.49	Agua de Perro y Venta vieja Venta Vieja
	120.94	1.86	186	1.54	El Puente, Las Garrapatas, San Isidro, Ojo de agua, El Potrero Oriental, Zihualoyá Ninguna
Ejido Tierra Colorada/1	91.75	7.61	761	15.48	Palo Gordo, Papagayo, El Amate, Col. Rufo Figueroa y Plan de Lima Papagayo y El Amate
Ejido Xolapa	36.72	1.57	157	4.27	El Salitre y Xolapa Ninguna
Ejido Sabanillas	35.86	0.97	97	2.70	Las Sabanillas Ninguna
P. P. Manuel Andosol	5.28	0.94	94	17.72	Ninguna Ninguna
Ejido El Zapote	12.06	0.74	74	6.16	El Zapote El Zapote
Ejido Las Mesas Bienes Comunales de Chautipa	42.95	0.61	61	1.41	Las Mesas y Plan Grande Plan Grande
	50.91	0.31	31	0.61	Rancho Viejo y Chautipa Ninguna
Ejido Michapa	17.37	0.22	22	1.24	Michapa Ninguna
Ejido Chacalapa	12.50	0.03	3	0.24	Chacalapa de Bravo Ninguna
Ejido El Tepehuaje	17.69	0.02	2	0.11	El Tepehuaje Ninguna
<b>Total</b>	<b>1,075.92</b>	<b>139.87</b>	<b>13,987<sup>a</sup></b>	<b>13.00</b>	

Fuente: Elaboración propia con datos de la Evaluación del impacto socio-ambiental del proyecto hidroeléctrico “La Parota”, Guerrero. Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica y Percepción Remota (UNAM)

/1 Se sumo los datos del Ejido Tierra y Ejido Tierra Colorada

<sup>a</sup> El dato proporcionado por CFE el 30 de octubre de 2003 del total del área de embalse es de 14,213 hectáreas.

En los cuadros V.1.3.7 y V.1.3.8 se muestran las pérdidas potenciales de la producción agrícola y ganadera de algunas localidades que serán afectadas por el embalse.

Cuadro V.1.3.7.- Pérdida Potencial de la Producción Anual Agrícola

Chamizal	El Amate	La Venta Vieja	Omitlán	Papagayo	Plan Grande	Pochotlaxco	Tlalchocohuite
\$ 97,550	\$ 2,000	\$ 162,175	\$ 308,258	\$ 74,661	\$ 12,570	\$ 76,540	\$ 79,140
<b>Suma Total</b>							<b>\$812, 894</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de los hogares ubicados en la zona de embalse del proyecto Hidroeléctrico La Parota, Guerrero.

Cuadro V.1.3.8 Pérdida potencial ganadera

Ganado	Cabezas Totales	Valor estimado del total del ganado
Bovino	324	\$1,525,292
Porcino	519	\$305,149
Caprino	439	\$295,679
Caballos y yeguas	90	\$111,000
Burros, machos y mulas	71	\$60,350
Gallinas, gallos y pollos	2,722	\$138,142
Guajolotes	118	\$2,321
Patos	64	\$8,320
Conejos	20	\$800
<b>Total</b>		<b>\$2,447,053</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de la Encuesta de los hogares ubicados en la zona de embalse del proyecto hidroeléctrico La Parota, Guerrero.

### Valor del terreno

La inundación de terrenos implicará la compra-venta de los mismos y el pago de la indemnización correspondiente. El impacto radica en que, de no realizarse un análisis cuidadoso del valor del terreno y una negociación adecuada entre las instancias involucradas, se puede llegar a generar insatisfacción en alguna de las partes, con subsecuentes problemas sociales.

Resulta difícil establecer por el momento el valor de los terrenos que serán afectados. La determinación de éste deberá realizarse sujeta a los términos legales correspondientes, en donde la CABIN (Comisión de Avalúos de Bienes Nacionales) establezca el valor de la tierra y de los bienes diferentes de la tierra (valor de cambio), para que con ello se determine un precio base a pagar; mismo que deberá analizarse y negociarse con los propietarios de los terrenos para llegar a una indemnización satisfactoria para ambas partes, en donde además del valor de cambio, también se contemple un valor de uso (valor adicional que se establece por el uso al que será sujeto cada predio).

### Emisiones de G.E.I. directos (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O)

*En lo referente a impactos sobre el aire, la escasa literatura científica sobre el tema señala la conveniencia de estimar las emisiones de gases de efecto invernadero (G.E.I.) como son el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, en todo el ciclo de vida del proyecto, y hacer una comparación con un proyecto equivalente considerando una termoeléctrica. Esto es válido si se quiere hacer una comparación entre dos modos de generación de electricidad, lo que no es la finalidad de este estudio. No obstante, se incluyó un análisis de los G.E.I. de forma pionera para tratar de señalar el impacto que estos constituyen para el ambiente. Metodológicamente uno se encuentra con la dificultad de ubicar las emisiones de GEI como un impacto ambiental al mismo nivel que otros impactos sobre los medios bióticos o abióticos. Los GEI actúan a escala planetaria y en esa escala las emisiones se diluyen hasta la insignificancia considerando el área del proyecto; sin embargo, su acumulación en el tiempo, y la sinergia con otras fuentes emisoras, llega a ser significativa. Por otro lado si consideramos al Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero como un “sistema ambiental”, el impacto crece en relevancia, y nos permite de alguna manera evaluar sus efectos como muy bajos y locales, como se presenta en la matriz. Durante el llenado del embalse y el desfogue, se liberan G.E.I. de manera instantánea, sin que sea posible su mitigación, ya que la única mitigación posible es evitarlo o realizarlo de manera tan lenta y sin cambios de presión que pierde su utilidad en la generación de electricidad.*

*Por otro lado, si como sugiere la literatura se realiza la comparación de la generación de electricidad por una hidroeléctrica contra alguna forma alternativa equivalente de generación, entonces el impacto deja de ser negativo y se vuelve positivo. De todas formas, cualquiera que sea el marco de referencia, la generación de GEI tiene un efecto negativo y su magnitud dependerá del marco de referencia. Los GEI se generan mediante procesos de descomposición de biomasa inundada al llenado de nutrientes en los sedimentos atrapados por el embalse. Estos se liberan por difusión a la superficie, por generación de burbujas en sedimentos y transporte a la superficie, así como durante el desfogue de manera instantánea. Una vez formados no es posible su mitigación, pues la única alternativa para ello es la minimización de los sustratos a partir de los cuales se originan. Es decir, reducir al máximo posible la cantidad de biomasa que permanece en el embalse durante la inundación, así como reducir la cantidad de sedimentos que llegan al embalse producto de la erosión de laderas, mediante estrategias de conservación de suelos en la vecindad del embalse y cuenca arriba.*

### Estabilidad de taludes arriba del embalse

*En la actualidad, en la margen derecha del embalse de la hidroeléctrica La Venta, colindante con la autopista México-Acapulco, existen formas activas de procesos gravitacionales de derrumbe, deslizamiento y acumulación que no es factible determinar si se trata de taludes artificiales o material de cortes sobre terreno montañoso; aunque presumiblemente se trata de este segundo. Sin embargo, en el caso de que la autopista descansa sobre taludes artificiales y no sobre la roca madre, o bien que el material de corte esté sobre terreno poco consolidado, el ascenso del nivel estático del agua con el llenado del embalse podría llegar a provocar, que la compactación y menos cohesión de los sedimentos genere descompensaciones gravitacionales, con el consiguiente desarrollo de deslizamientos y corrimientos de tierra, lo que podría llegar a afectar la estabilidad de la autopista en este tramo. Este impacto se prevé como posible, sin embargo, se requeriría mayor información sobre la estructura de dichos taludes para poder definir con mayor precisión su posibilidad de ocurrencia. De darse éste, se espera que el impacto ocurra dentro de los primeros 5-10 años, y se estima que sería moderado y local.*

*Asimismo, como efecto sinérgico se espera que se generen formas acumulativas de conos dentro del embalse, en esa margen, y con ello, la reducción de su vida útil. De ocurrir este*

*impacto, podrá ser evitado mediante una adecuada prevención (ver medidas de prevención en el capítulo VI; Ficha técnica No.22 ).*

### **Impactos Benéficos durante el proceso de llenado:**

*Adicionalmente, existen efectos positivos indirectos de largo plazo para la vegetación natural, cuando menos en la zona adyacente al cuerpo de agua del embalse, puesto que habría mayor humedad disponible en el suelo, promoviendo el surgimiento de vegetación riparia en la periferia del embalse. Por la misma razón, existiría también un efecto positivo indirecto para las zonas agrícolas y de pastoreo en las inmediaciones del embalse. Asimismo, la mayor disponibilidad de agua en las cercanías constituiría un impacto positivo para las zonas urbanas aledañas al embalse.*

*La transformación del río en un ambiente remansado, tendrá un impacto positivo sobre la comunidad planctónica, ya que la mayor estabilidad de la columna favorecerá el desarrollo de los organismos planctónicos, sobre todo incrementándose su biomasa.*

## **A.4) OPERACIÓN**

### **EMBALSE**

- **Área inundada (resultado), el embalse como un gran cuerpo de agua**

#### **Impactos significativos:**

Variaciones en el régimen sísmico (sismicidad inducida).  
Pérdida o ganancia de suelo con determinada calidad edafocológica.  
Cambio de uso de suelo alternos (recreativo, ecoturismo y conservación).  
Poblaciones y comunidades de vegetación terrestre.  
Mamíferos.  
Pérdida/ganancia de paisajes de calidad.  
Calidad fisicoquímica del área destinada al embalse.  
Ictiofauna y productividad pesquera en área destinada a embalse.  
Disposición y calidad de los servicios.  
Extensión área urbana.  
Identidad cultural.  
Condiciones y niveles de organización y cohesión social.  
Representatividad de autoridades formales e informales.  
Estructura agraria.  
Aprovechamiento de recursos forestales.

#### **Impactos no significativos:**

Cambios de parámetros meteorológicos (humedad, vientos, temperatura y precipitación)  
Dinámica de los procesos gravitacionales de taludes.  
Aves, reptiles y anfibios.  
Fragmentación y conectividad.  
Diversidad, abundancia y riqueza de biota acuática.  
Acumulación de sedimentos en el delta Omítlán Papagayo creando efecto de remanso aguas arriba.  
Aprovechamiento de recursos faunísticos.  
Marginación, migración, estructura etárea y crecimiento.

*Se estima que los cambios en el clima regional de la zona de afectación serán mínimos, de ámbito local dentro de una periferia inferior a los 5 km del embalse, y que difícilmente podrán ser separados de la variabilidad general en las condiciones climáticas existentes en la zona. Estos cambios en última instancia corresponderán a ligeros aumentos en la*

*humedad relativa, con lo que se espera se incremente el “confort” en la zona inmediata al embalse; por lo que han sido evaluados como un impacto positivo en la matriz.*

*Cabe señalar que la meteorología de la región cobrará mucha importancia cuando se trate del manejo de la presa, principalmente en relación con la disponibilidad de agua en el Río Papagayo o en decisiones ante posibles eventos de precipitación extrema. Para ello será necesario contar con esquemas modernos de predicción de tiempo y seguimiento del clima regional, por lo que se proponen ciertas medidas de prevención (ver capítulo VI; Ficha técnica No.24).*

*Dada la profundidad y extensión del embalse de la hidroeléctrica sobre morfoestructuras activas y de gran movilidad, en el contexto de una región con un régimen sísmico intenso, el peso de la masa de agua del futuro embalse podría iniciar procesos de sismicidad inducida, con sus consiguientes efectos para la obra y el territorio. Este corresponde a un impacto de índole permanente, de moderada magnitud y posible alta extensión. Como impacto sinérgico asociado está el aumento del riesgo sísmico para la población y para la estructura de la obra. El factor riesgo sísmico ha sido previsto por lo pronto en el diseño de la infraestructura de la obra, de acuerdo con información de CFE (capítulo VI; Ficha técnica No.24).*

*El embalse como tal formará una barrera de enormes dimensiones para muchas especies, fragmenta la vegetación, promueve la pérdida de hábitat y reduce la capacidad de carga regional.*

*Por otro lado, en lo que respecta a ecosistemas acuáticos, debido al tamaño del embalse y a la descomposición de la materia orgánica que seguirá a la inundación, se prevé que el bentos desaparecerá durante el lapso inicial de funcionamiento de la presa. El microfítobentos que actualmente habita el lecho del río no será capaz de colonizar el fondo del embalse, debido sobre todo a la falta de sustratos adecuados y a que la luz no penetrará hasta el fondo del embalse. Una vez que se llene la presa, se establecerán algunas comunidades adaptadas a las nuevas condiciones ambientales, en las que el microfítobentos podrá colonizar la zona litoral del nuevo cuerpo de agua, donde la luz no será limitante. Debido a que el área que ocupará el embalse corresponde aproximadamente a la mitad de la longitud del área de estudio propuesta (La Venta-La Boca), la extensión es media y como el ambiente léntico persistirá al menos durante la vida útil del proyecto, el proceso es irreversible y se le da el máximo valor de duración ya que el cambio será permanente.*

*En lo referente a aspectos socioeconómicos, el llenado del embalse aumenta la especulación del suelo por ser un gran atractivo paisajístico como ha pasado en otras presas, por eso se considera una magnitud muy alta y de gran extensión del impacto sobre el componente desarrollo urbano, porque afecta a la mayor parte del Área de Afectación. Este impacto se espera sea permanente, en tanto se organice el uso del suelo en los alrededores del embalse (ver recomendaciones en capítulo VI y ficha técnica No. 24). Asimismo, a pesar de que en términos de referentes culturales, el traslado de las localidades, ya implicó un rompimiento muy trascendente, el llenado del embalse dará lugar a la cancelación definitiva de los referentes en el paisaje que los habitantes de las localidades trasladadas guardaron y en cierta medida siguieron ejerciendo, incluso después de la reubicación (impacto sobre identidad cultural). Para las localidades afectadas en solo una porción de su unidad agraria, este es el momento de mayor controversia. La extensión del impacto se circunscribe al vaso de inundación y será de carácter permanente. Se espera una fuerte controversia, en tanto que a pesar de ya haber sido reubicadas las comunidades, sus habitantes continúan accediendo al área. Aunado a lo anterior, el grado de impacto negativo del área de embalse sobre la estructura sociodemográfica es moderado, porque la afectación no alcanza una escala regional. Sin embargo, el área de embalse romperá de manera importante el contexto social de una manera no reversible.*



*Una vez concluida la presa hidroeléctrica, se presentará una realidad que tornará difícil la convivencia entre los habitantes (impacto sobre el tejido social). Se presentará un cambio profundo en la ocupación, lo que provocará nuevamente cuestionamientos a lo realizado, en ese momento pueden aflorar nuevamente los conflictos por las posiciones asumidas entre los habitantes. Los ciudadanos se enfrentan a lo irreversible, las localidades que hayan manifestado mayor inconformidad al proyecto manifestarán sus desacuerdos (impacto sobre legitimidad política). En esos momentos las instituciones se pueden convertir en el foco de la ira, generalmente no se distingue entre los niveles de gobierno, ni entre dependencias. Además se iniciará un proceso de despidos por la finalización de la obra, se presenta una segunda transformación irreversible. Es el inicio de la nueva realidad, por lo tanto es de una magnitud alta. Esta fase de la construcción de la presa La Parota, también tendrá un importante impacto negativo en el aprovechamiento de los recursos forestales, porque la población ya no podrá utilizar, de manera permanente, la zona de embalse para allegarse de su principal fuente de energía: la leña. En consecuencia, las presiones para obtener el recurso se trasladarán hacia las zonas de reubicación, generando competencia con los habitantes que ya ocupan la zona de llegada.*

*En relación al aprovechamiento de recursos fáunicos, no detectamos que el proyecto de construcción y operación de la presa La Parota pueda ocasionar algún impacto significativo para estas costumbres en la población, debido a dos razones centrales: se trata de una actividad desarrollada por un porcentaje bajo de pobladores (menor al 40% para la caza de iguanas y mucho menor para la caza de otras especies), y además, la importancia de dicha actividad es muy limitada para la economía familiar, porque obtienen en promedio uno o dos ejemplares por año. Lo anterior no significa que dicha actividad no tenga importantes efectos negativos en el equilibrio ecológico de la región al largo plazo, porque como lo señala la opinión mayoritaria de la población en la encuesta que se levantó: hay una percepción general de que está disminuyendo el número de animales silvestres que existen en los bosques y tierras.*

### **IMPACTO BENEFICO**

*El principal y mayor impacto benéfico que se deriva de la construcción de este proyecto es la justificación propia de su existencia; la generación de electricidad para alimentar la red nacional, en crecimiento y cada vez con mayor demanda.*

*Asimismo, la formación de un cuerpo de agua de grandes dimensiones en la parte central y más deprimida del área de estudio influirá favorablemente sobre la diversidad y la calidad visual del paisaje y por lo tanto, el impacto global esperado por esta obra sobre el paisaje ha sido evaluado como muy positivo.*

*Los beneficios debidos a este tipo de obras se magnifican en áreas con las características como las que presenta el área bajo estudio, donde la vegetación secundaria que ha resultado del intenso proceso de uso y deterioro ambiental se distribuye en una extensa superficie (Cuadro 2). Es decir, que se trata de terrenos dominados por paisajes muy homogéneos y de baja calidad visual, por lo que se espera que el embalse constituya un elemento visual de alta calidad que podría ser claramente percibido desde las montañas y lomas altas, así como desde la autopista México-Acapulco. Los accesos definitivos suponen mejores accesos al área del embalse y de la cortina, por lo que magnifican el potencial paisajístico de estos elementos.*

*Por su parte, en lo referente al ambiente acuático, la mayor biomasa de las comunidades planctónicas puede representar el eslabón inicial de la cadena alimenticia que sostenga alguna pesquería que se establezca en el embalse. Las especies de algas que actualmente se observan en el río son las mismas que están presentes en la Presa La Venta, por lo que*

*inicialmente los cambios en la composición en ese tramo no serán muy drásticos, por lo que el impacto no se valora como elevado. El tramo del río transformado en embalse es aproximadamente el 50% de la longitud del río considerada en el estudio, por lo que la extensión del impacto se evalúa como medio. Como en el caso del bentos, se espera que a lo largo del tiempo se presenten cambios en la composición de especies, en un proceso que será progresivo y que se observará a lo largo de la vida útil del embalse y mientras exista la estructura de contención de las aguas, por lo que duración del efecto se estima de carácter permanente.*

- **Conservación de terreno por formación de islas**

**Impactos significativos:**

Cambio de uso de suelo alternos (recreativo, ecoturismo y conservación).  
Pérdida/ganancia de paisajes de calidad.  
Fragmentación y conectividad.

**Impactos no significativos:**

Pérdida o ganancia de suelo con determinada calidad edafocológica.  
Cambio de uso de suelo agropecuario, urbano y vegetación natural.  
Poblaciones y comunidades de vegetación terrestre.  
Mamíferos, aves, reptiles y anfibios.  
Diversidad, abundancia y riqueza de bentos.

**Impactos Benéficos**

La formación de islas en el cuerpo del embalse permite contar con un elemento paisajístico valioso (constituido en la actualidad por selvas y acahuales), porque estaría aislado de los procesos de disturbio comunes bajo el actual sistema de usos del suelo, característico del área. Por ello, estas superficies (aproximadamente 880 has) representan un alto potencial de recuperación ambiental y calidad paisajística, por lo que han sido evaluadas como un impacto positivo alto.

Asimismo, la conservación del terreno por formación de islas puede tener un impacto positivo bajo en la flora y fauna silvestres, ya que en tales islas se puede mantener parte de la diversidad biológica original. El valor de esto dependerá, sin embargo, de tamaño y manejo que se les de a tales islas. Asimismo, la conservación de las islas dentro del área de embalse conllevará impactos positivos en suelo y el uso de éste. Debido a las condiciones topográficas del terreno, al momento del llenado del embalse quedarán ciertas superficies convertidas en islas, que cada ejido podrá aprovechar con fines de conservación ecológica, turísticos, etc. Este impacto se considera benéfico por la entrada de nuevas opciones de ingreso económico mediante actividades alternativas en los ejidos que se presentan en el cuadro V.3.2.6. No obstante, el beneficio es relativo, ya que, no obstante de que los Bienes Comunales de Cacahuatpec y el ejido Dos Arroyos ganan islas de un tamaño considerable (>350 ha), éstas tendrán suelos muy malos para desarrollo agrícola o su reforestación, por lo que deberán planear cuidadosamente el uso de dichas islas. El resto de las islas ganadas serán de pequeño tamaño, por lo que su impacto benéfico en términos de opciones de uso del suelo es en realidad bajo.



Cuadro V.3.2.6.- Superficies de islas ganadas en cada ejido dentro del embalse desglosadas por calidad de suelo.

<b>Ejido</b>	<b>calidad del suelo</b>	<b>[ha]</b>	<b>[%]</b>
Bienes Comunales Agua Zarca de I	4	<b>3.68</b>	<b>0.08</b>
Bienes Comunales Cacahuatpec Su	2	5.35	0.10
	4	26	0.16
	5	355.42	4.27
	<b>Total</b>	<b>386.77</b>	<b>1.26</b>
Bienes Comunales de Chautipa	2	4.33	10.31
Bienes Comunales Dos Caminos y A	2	1.17	0.74
Ejido Alto del Camaron	3	16	2.54
	4	2.5	0.13
	<b>Total</b>	<b>18.5</b>	<b>0.51</b>
Ejido Dos Arroyos	2	1.3	0.37
	4	77.84	1.33
	5	299.93	47.08
	<b>Total</b>	<b>379.07</b>	<b>5.28</b>
Ejido El Reparó	4	<b>2.07</b>	<b>0.17</b>
Ejido La Palma	1	0.71	0.17
	2	2.78	0.27
	3	0.01	0.00
	<b>Total</b>	<b>3.5</b>	<b>0.06</b>
Ejido Los Cuajes	4	13.66	0.68
Ejido Tierra	2	9.12	2.35
	5	53.88	2.32
	<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>1.27</b>

El impacto positivo indirecto para la vegetación natural que surge de la creación de estas islas radica en la posibilidad de preservar la vegetación original y permitir su recuperación por aislamiento de la actividad humana.

No obstante, para las actividades agropecuarias la creación de las islas no representa realmente ninguna ventaja importante puesto que dentro de ellas no existen áreas de gran extensión que pudieran emplearse con fines agrícolas, si bien la disponibilidad de agua es un factor de impacto positivo de larga duración.

También se espera un impacto positivo para incrementar las zonas de uso urbano, puesto que las márgenes de dichas islas, al menos las más grandes, podrían sustentar áreas de recreación. No obstante, para evitar el descontrol de población y destrucción de la vegetación en las islas por el crecimiento desorganizado de actividades recreativas, será muy importante contar con una fuerte regulación de usos del suelo a partir de un estudio de ordenamiento ecológico como el que se propone en el capítulo VI; Fichas técnicas No. 24.

Asimismo, la presencia de las islas aumentará la extensión de la zona de interfase agua-tierra, es decir, de ambientes litorales que pueden ser colonizados por organismos bentónicos, sobre todo por productores primarios. Por ello, al aumentar la extensión de su hábitat, se favorecerá el desarrollo de estos organismos, aunque en proporción a la zona litoral del embalse en su conjunto, el aporte de las islas es muy bajo, por lo que la extensión de este beneficio ha sido evaluada como baja. Este efecto durará mientras el nivel del agua sea lo suficientemente alto para mantener emergidas estas porciones de terreno, que se estima será durante la vida útil del proyecto, por lo que la duración del efecto será prácticamente permanente.

- **Azolve y propiedades del agua en embalse**

**Impactos significativos:**

Régimen hidrotérmico.

Baja en concentración de oxígeno disuelto y liberación de nutrientes.

**Impactos no significativos:**

Acumulación de sedimentos en el delta de Omitlán Papagayo, creando efecto de remanso aguas arriba.

La materia orgánica en suelo y la vegetación inundados por el embalse consumirán oxígeno para su descomposición al momento del llenado del mismo. Ello repercutirá fuertemente en la calidad del agua en el área embalsada.

El cambio de un medio lótico a uno léntico con posible estratificación tendrá repercusiones en la calidad del agua al interior del embalse.

- **Descomposición de biomasa inundada**

**Impactos significativos:**

Régimen hidrotérmico.

Baja en concentración de oxígeno disuelto y liberación de nutrientes.

**Impactos no significativos:**

Emisión de gases efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O).

Esta no es una actividad propiamente del proyecto, pero es un efecto de una actividad por ser una fuente de GEI. La liberación de emisiones ocurre principalmente durante el desfogue, pero la fuente de origen es la biomasa inundada y la actividad de mitigación actúa sobre ésta. La biomasa dispuesta en el área que ocupará el embalse en las diferentes clases de cobertura vegetal y uso del suelo, permiten la captura de carbono (C). Con mayor carbono almacenado en la vegetación (aérea y subterránea), mantillo y suelo. Si durante el proceso de inundación del embalse, la biomasa es dejada en el sitio, algunos componentes de la vegetación como son: hojas, pequeñas ramas, raíces y pastos, tendrán una tasa de descomposición-humidificación de aproximadamente 30% del total de su peso al año (Ordóñez, 1999); dado por las condiciones anóxicas y la disponibilidad de agua. Con ello se espera que se incrementen los gases de efecto invernadero (GEI) asociados a los procesos de descomposición (e.g., CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>). Biomasa como la madera sufrirá también una descomposición a una tasa más lenta, dependiendo de sus propiedades, emitiendo también una buena parte de los G.E.I. a la atmósfera. Este impacto adverso se estima que será moderado y tenderá a estabilizarse en el tiempo, una vez que haya sido descompuesta toda la materia vegetal inundada.

Para estimar la generación de GEI por la biomasa blanda inundada consideramos que todo el carbón almacenado en las categorías PC, PI y SA (Cuadros IV.2.3.1 y IV.2.3.6 del capítulo IV) suma 3675 Mg de C. Este se descompondrá en 5 años; al igual que el 30% de la biomasa en las categorías (ATP, SBCS, SBCSVAH, SMCS t SMCSVAH), que suman 76851.31 Mg. De ese carbón el 50% se oxidará a CO<sub>2</sub>, y el 50% se degradará a CH<sub>4</sub>. Con ello se generarían 87.8 Gg de CO<sub>2</sub> equivalente (sin considerar la fracción de nitrógeno orgánico que en el proceso de nitrificación sería emitido como N<sub>2</sub>O).

Cabe agregar que la puesta en marcha de la hidroeléctrica, sustituye el uso de combustibles fósiles que se emplearían en otro tipo de plantas para la generación de energía. Estas plantas generan importantes emisiones atmosféricas, por lo que en un contexto general, pese a las emisiones de GEI de las hidroeléctricas, éstas resultan ser mejores alternativas.

- **Descomposición de materia orgánica con liberación de nutrientes retenidos en sedimentos**

**Impactos significativos:** no identificados.

**Impactos no significativos:**

Emisión de gases efecto invernadero (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O).

Al igual que la anterior, esta no es una actividad propiamente del proyecto, pero es un efecto de una actividad por ser una fuente de GEI. La liberación de los nutrientes retenidos en los sedimentos se considera una fuente de GEI adicional a la manifestada en el párrafo anterior, que reduce el beneficio de este modo de generación de energía eléctrica con respecto a otros procesos.

Las emisiones de GEI son un resultado adicional a las afectaciones que experimentarán la estructura y las funciones del sistema ambiental regional por la retención de sedimentos ricos en materia orgánica dentro de la represa. Esos materiales serán degradados por actividad bacteriana bajo condiciones aeróbicas y anaeróbicas dando lugar a la generación de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, los cuales serán emitidos por varios canales, tales como la difusión a la superficie e intercambio entre fases con la atmósfera, la generación de burbujas en los sedimentos y su liberación hacia la superficie, la liberación instantánea de los gases disueltos cuando el agua experimenta un cambio repentino de presión durante el desfogue (gasto de generación y/o gasto ecológico). Esto constituye un impacto adverso moderado que tenderá a reducirse en el tiempo, una vez que se establezca la descomposición de la materia orgánica en los sedimentos.

**Impacto Benéfico**

Si consideramos el método alterno de generación como un sistema ambiental, la afectación será positiva, por cuanto las emisiones de GEI en CO<sub>2</sub> equivalente generados por la represa serán menores que las de CO<sub>2</sub> que serían producidas por la quema de combustibles fósiles necesaria para generar una cantidad equivalente de energía eléctrica en otro tipo de procesos. El problema a resolver es la eficiencia en términos de CO<sub>2</sub> evitados al generar la electricidad deseada con la represa. A mayor eficiencia, menor el impacto ambiental negativo. Bajo esta premisa, es posible ofrecer un primer estimado cuantitativo de la magnitud del impacto con las siguientes consideraciones:

La electricidad generada anualmente por una planta hidroeléctrica de 765MW utilizada para cubrir demandas pico es de 1,332 GWh con un factor de planta de 0.198 (Manzini, F. Comunicación personal, 2003), lo cual evita las siguientes emisiones de CO<sub>2</sub>:

	<b>Generación anual promedio (GWh)</b>	<b>Combustible</b>	<b>Emisiones evitadas (ton CO<sub>2</sub>)</b>
Vapor mayor (termoeléctricas)	1332	Combustóleo	929,703
Ciclo combinado	1332	Gas Natural	644,891
Carboeléctricas	1332	Carbón	994,266

## B) Impactos en Área de Influencia Aguas Debajo de La Cortina

Como se explicó anteriormente, en este apartado se describen los impactos ambientales más relevantes que se prevé ocasionará el proyecto durante sus etapas de construcción, y particularmente durante su operación, aguas debajo de la cortina de la presa, en la zona que ha sido denominada por lo mismo como **Área de Influencia Aguas Abajo** (Figura V.3.1.2) y que contempla las márgenes y cauce del río Papagayo (de la presa a la desembocadura) y la zona costera en un radio proyectado de 2 km desde el centro de la desembocadura. Se incluye la laguna de Tres palos por formar parte del sistema hidrológico regional y con la finalidad de que CFE establezca un seguimiento y vigilancia para evitar efectos indirectos que no han podido ser identificados en este estudio.

### ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

- **Instalaciones CFE y campamentos**

**Impactos significativos:** no identificados.

**Impactos no significativos:**

Calidad fisicoquímica aguas debajo de cortina (río Papagayo).

Instalaciones sanitarias

Las aguas residuales producto de la actividad humana pueden consistir una importante fuente de contaminantes hacia el río y la desembocadura durante la construcción de la infraestructura cercana al cauce y la explotación de bancos. No obstante este impacto será nulo si se contempla el uso de instalaciones portátiles, modulares y con mantenimiento continuo como se propone en medidas de mitigación (Ficha Técnica No. 5)

- **Reacomodo de poblados**

*La ubicación precisa de los sitios hacia donde será reubicada la gente se desconoce al momento de realización de este estudio, por lo que la identificación y calificación de los impactos derivados no puede realizarse. No obstante, se considera que de ubicarse sobre las márgenes del río o cercanas a éstas, el impacto sobre el suelo, uso del suelo, la calidad del agua, biota acuática y pesquería, así como en diferentes aspectos sociales, podría ser significativo para el Área de Influencia, tanto por la construcción de la infraestructura que ello implica, como de la actividad humana propiamente. La mitigación de este impacto deberá apoyarse como mínimo en las recomendaciones que se proporcionan en la Ficha Técnica No. 12 del capítulo VI.*

- **Excavación y tratamiento de portales y túneles**

**Impactos significativos:** no identificados.

**Impactos no significativos:**

Calidad fisicoquímica aguas debajo de cortina (río Papagayo).

Diversidad, abundancia y riqueza de bentos, plancton e ictiofauna del río Papagayo.

Producción pesquera aguas debajo de cortina.

Durante la excavación de portales y túneles se generan grandes volúmenes de material que por su proximidad al cauce del río, son susceptibles de ser transportados (aire o agua) hacia éste, pudiendo ocasionar un aumento en la turbiedad y propiedades de la calidad del agua, que a su vez podrían afectar a la biota acuática (plancton, bentos e ictiofauna) y a la escasa pesquería local. No obstante, el aporte es poco significativo si se considera el aporte que de forma natural recibe el río de la cuenca; y el impacto local, ya que solamente ocurrirá durante estas obras. Este impacto podrá ser mitigado mediante las recomendaciones de la Ficha Técnica No 1, evitando además la escorrentía de agua y sedimentos hacia el cauce con barreras de gaviones temporales.

## ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

- **Construcción de ataguías para desvío del río**

**Impactos significativos:** no identificados.

**Impactos no significativos:**

Calidad fisicoquímica aguas debajo de cortina (río Papagayo).

Diversidad, abundancia y riqueza de bentos, plancton e ictiofauna del río Papagayo.

Producción pesquera aguas debajo de cortina.

Conformación del delta del río Papagayo.

La construcción de las ataguías contempla la colocación de materiales pétreos sobre el cauce de éste y su consolidación hasta lograr el desvío del río. Este tipo de actividad aportará finos al agua (sedimentos suspendidos) que serán transportados río abajo aumentando su turbiedad y eventualmente terminar en la desembocadura. No obstante, el aporte es poco significativo si se considera el aporte que de forma natural recibe el río de la cuenca. La disminución de la penetración de la luz afectará negativamente al microfitobentos al impedir la realización de la fotosíntesis. El zoobentos se verá afectado por la obstrucción de sus órganos de filtración, por la posibilidad de ser cubiertos por los sedimentos depositados y por la homogenización del hábitat. Por su parte, el fitoplancton también disminuye su posibilidad de hacer fotosíntesis debido a la mayor turbidez. En el caso del zooplancton podría haber una reducción en la abundancia de organismos debido a la menor cantidad de fitoplancton presente.

Los impactos que se generan por el desarrollo de esta actividad son locales, de baja magnitud y corta duración, ya que eventualmente se dispersarán dichos sedimentos a lo largo del cauce del río, por lo tanto no se propone ninguna medida de mitigación y/o compensación.

- **Desvío del río**

**Impactos significativos:** no identificados.

**Impactos no significativos:**

Cambio en el perfil de fondo y márgenes del río Papagayo.

Cambio en la velocidad de flujo y tirantes del río Papagayo.

El desvío del río ocurrirá en un tramo de aproximadamente un kilómetro de largo, dentro de un túnel revestido, encausándose el volumen de agua en un mayor flujo, incrementando su velocidad a la salida de dicho túnel. Esto tendrá como consecuencia cambios en la configuración y funcionamiento, ya que se espera ocurran cambios en el perfil de fondo y en las márgenes en el sitio inmediato a la salida del túnel, así como cambios en las

velocidades de flujo y en los tirantes. Estos impactos serán bajos y se espera que el río permanecerá desviado hasta el momento de concluida la presa, donde pasará a conformar el canal de desfogue de la misma.

- **Caminos de acceso a bancos (apertura nueva)**

**Impactos significativos:** no identificados.

**Impactos no significativos:**

Calidad fisicoquímica aguas debajo de cortina (río Papagayo).

Diversidad, abundancia y riqueza de bentos, plancton e ictiofauna del río Papagayo.

El efecto de esta actividad se dará únicamente si los caminos son construidos o rehabilitados en regiones cercanas al cauce del río. Esto traería como consecuencia el aporte de material suspendido por la extracción de material, incrementando los sólidos suspendidos y la turbiedad, afectando la calidad del agua y por consiguiente a la fauna acuática existente. El impacto puede considerarse negativo pero bajo debido a la rápida dispersión de los sedimentos en el río. Este impacto podrá ser mitigado mediante las recomendaciones de la Ficha Técnica No 1, evitando además la escorrentía de agua y sedimentos hacia el cauce con barreras de gaviones.

- **Explotación de bancos de materiales (aluvión)**

**Impactos significativos:**

Calidad fisicoquímica aguas debajo de cortina (río Papagayo).

Diversidad, abundancia y riqueza de ictiofauna del río Papagayo.

**Impactos no significativos:**

Vegetación acuática aguas abajo del río Papagayo (desembocadura).

Diversidad, abundancia y riqueza de bentos, plancton del río Papagayo.

Producción pesquera aguas debajo de cortina.

Conformación del delta del río Papagayo.

Conformación de la zona costera.

Uso de suelo con vegetación natural (riparia) y agropecuaria (terrazas aluviales).

*La explotación de bancos de aluvión generará un impacto negativo alto sobre la calidad de agua. Dichos bancos se encuentran en las márgenes del Río Papagayo y se pretende realizar la explotación de una franja considerable del río. Durante la explotación se espera que ocurra un transporte de material suspendido (sedimentos suspendidos) a lo largo del cauce y hacia la desembocadura del río, incluyendo la barra marina. No obstante, dado que se trata de material aluvial (arenas y gravas), se espera que éste sedimente rápidamente, siendo menor la fracción de sedimentos que lleguen hasta la barra. Ello ocasionará un incremento en la turbiedad y altas posibilidades de que se disuelvan aquellos compuestos nitrogenados y fosforados que induzcan a un incremento de nutrientes en el agua. La percepción de este impacto podría ser exagerada (evaluada como factor de controversia) por los pescadores aguas abajo, para justificar una disminución en su recurso debida al incremento en la turbiedad del agua.*

*Asimismo, esta actividad tendrá un efecto directo de naturaleza negativa sobre los organismos, ya que implica la remoción de una parte del lecho del río y por tanto de los organismos que habitan en el mismo. Debe resaltarse el hecho de que las zonas destinadas para la extracción de aluvión corresponden con las zonas del río en donde se observaron los valores más altos de diversidad. Sin embargo, a excepción del langostino, las especies observadas carecen de valor comercial o cinegético, por lo que la magnitud del impacto es*



*moderada. En lo referente al plancton, la extracción de materiales del lecho del río provocará un aumento en la turbidez del agua, lo que reducirá la penetración de la luz en el agua, afectando negativamente al fitoplancton, aunque con un valor más bajo que el anterior. El efecto se propagará aguas abajo del punto en el que se extraigan los materiales, por lo que el valor para la extensión es mayor que en el caso del bentos, aunque sigue siendo baja. La actividad de extracción de materiales para construcción de los bancos del río tiende a destruir las zonas de rápidos, las más ricas en cuanto a especies de macrobentos, lo que podría significar una disminución en los recursos pesqueros debido a la eliminación directa de langostinos o indirectamente de algunas especies capturadas para autoconsumo.*

*El 55% de los hogares reportaron pescar en ríos, riachuelos o lagos y las principales especies pescadas fueron el langostino y el camarón además de la mojarra. Los montos señalan a la pesca como una actividad de primordial importancia para la alimentación de los habitantes. Dicha actividad podría ser afectada negativamente en los sitios inmediatos a los bancos en explotación por la dificultad de acceder al río Papagayo debido a las nuevas condiciones del terreno para llegar al cauce, además de la destrucción de sitios que como se menciona para el bentos, albergan la mayor cantidad de especies acuáticas.*

*Por otro lado, se estima que las anteriores actividades tendrán además un impacto adverso sobre actividades económicas que actualmente se realizan en el cauce del río Papagayo. La extracción de tierra y grava es una de las actividades económicas para los poblados de Xolapa, Omitlán y Papagayo. De acuerdo a CNA, existen registradas dos concesiones para la Comisaría Municipal de Papagayo de donde se extraen 500 m<sup>3</sup> anualmente de grava y arena y el Comisariado Ejidal de Omitlán con 100 m<sup>3</sup> de arena, donde 35 personas se dedican a esta actividad, además de la extracción a gran escala para uso comercial y de construcción. Al respecto, CFE indemnizará a los concesionarios como se establece en la medida de mitigación.*

*Por la naturaleza de la actividad no se puede proponer una medida de protección de la fauna acuática ya que los organismos son extraídos junto con el material explotado en los primeros 5 metros del cauce (aprox.); sin embargo, se espera que al término de la extracción de material, el efecto negativo sea reversible ya que el sustrato remanente será similar al actual y se considera adecuado para el establecimiento de nuevos organismos que inicien el repoblamiento de las poblaciones del bentos y el caudal del agua así lo permita. No obstante, este impacto si podrá ser reducido al obtener el mínimo de material requerido dentro del área señalada en el mapa de referencia, y procurar extraerlo de los bancos mencionados con anterioridad, que actualmente se encuentran en operación en la zona de la desembocadura, como se señala en el capítulo VI; Ficha Técnica No.14.*

- **Explotación de bancos de materiales (arcilla)**

**Impactos significativos:** no identificados.

**Impactos no significativos:**

Calidad fisicoquímica aguas debajo de cortina (río Papagayo).

Diversidad, abundancia y riqueza de bentos, plancton del río Papagayo.

Esta actividad pudiera llegar a tener un efecto negativo en la biota acuática debido a que aportará sedimentos muy finos a la corriente, modificando la calidad del agua en los sitios inmediatos a los bancos. No obstante, la magnitud de este efecto es muy baja debido a que únicamente una porción del volumen de arcillas necesario para esta obra será extraída de bancos sobre las márgenes del río (a la altura del poblado de El Carrizo), y en segundo lugar, la volatilización de estos finos es muy baja. Este impacto puede ser mitigado (Capítulo VI; ficha técnica No.18).

- **Excavación y tratamiento para construcción del vertedor**

**Impactos significativos:** no identificados.

**Impactos no significativos:**

Calidad fisicoquímica aguas debajo de cortina (río Papagayo).

Diversidad, abundancia y riqueza de bentos, plancton del río Papagayo.

Se estima que la mayor parte de los efectos de la construcción de esta obra se producirá aguas abajo del sitio en el que realizará, esto es, por debajo del punto donde se ubicará la cortina de la presa. La excavación de grandes volúmenes de suelo como ocurre durante la construcción del vertedor ( 6'075,596.00 m<sup>3</sup>), que implican la colocación de materiales de construcción y producto de la excavación en zonas aledañas a las márgenes del río Papagayo, liberarán materiales que serán arrastrados por viento y agua al cauce, provocando un aumento en la concentración de sólidos suspendidos. Estos sólidos afectan la calidad del agua y por consiguiente provocará efectos negativos en la biota del río. Estos impactos son de baja magnitud y se pueden mitigar siguiendo las recomendaciones de la Ficha Técnica No. 1 en el capítulo VI.

### **Llenado del Embalse**

- **Reducción del caudal del río para permitir el llenado**

*A partir de la realización de diferentes ejercicios de simulación y los requerimientos para poder lograr el llenado del embalse en los 18 meses programados, se estableció un gasto ecológico entre 10 y 30 m<sup>3</sup>/s, como se presenta en la medida de mitigación del capítulo VI; ficha técnica No. 27.*

### **liberación de terrenos sobre márgenes**

**Impactos significativos:** no identificados.

**Impactos no significativos:**

Uso de suelo con vegetación natural (riparia), agropecuaria (terrazas fluviales) y urbana

Efectos sobre las terrazas bajas y medias del cauce del río y la desembocadura.

Calidad del paisaje.

### **Impacto Benéfico**

Las terrazas bajas cortina abajo de la presa se estabilizarán durante la construcción de la cortina y el llenado de la obra debido a que la reducción del gasto (al gasto ecológico) en este periodo no permitirá la inundación temporal de dichas terrazas. El beneficio de ello será que dichos terrenos quedarán libres para la agricultura por el tiempo que dure el llenado del embalse (aprox. 18 meses) y estarán conformados por suelo de buena calidad, rico en materia orgánica y suficiente abasto de agua, con lo que su aprovechamiento agrícola en ese periodo será viable. No se cuenta con un mapa topográfico a detalle del cauce del río y la distribución de las terrazas para poder señalar con precisión su ubicación y características; sin embargo, a partir de una cartografía 1:50,000 se identificaron las potenciales terrazas bajas y en la siguiente tabla se muestran las superficies de terrazas bajas y meandros estimados por ejido como una aproximación para poder cuantificar las superficies agrícolas que podrán ser aprovechadas durante el llenado.



Cuadro V.3.2.7.- Superficies de terrazas bajas ganadas en cada ejido dentro del cauce durante el llenado de la presa.

<b>Ejido</b>	<b>Superficie (has)</b>
Bienes Comunes Cacahuatpec	240.60
Ejido Cerro de Piedra 1	4.83
Ejido Cerro de Piedra 2	0.76
Sin Dato de nombre del ejido	4.60
Ejidotes con límites desconocidos en zona de desembocadura	s/d

Además del anterior beneficio, es posible que haya un impacto positivo indirecto en un aumento temporal de vegetación riparia en las zonas del lecho que queden al descubierto y se encuentren más o menos cerca del curso de agua, elevando además la calidad del paisaje en el área de la llanura aluvial. Asimismo algunos usos urbanos como la explotación de bancos de material (arena y grava) podrían ser beneficiados por una mayor disponibilidad de material para construcción local.

### **Efectos por disminución del aporte de agua y sedimentos durante el llenado (embalse como trampa de sedimentos)**

#### **Impactos significativos:**

Estabilidad playera.

#### **Impactos no significativos:**

Vegetación acuática aguas abajo del río Papagayo (desembocadura).

Diversidad, abundancia y riqueza de bentos e ictiofauna del río Papagayo.

Producción pesquera aguas debajo de cortina.

Estabilidad de la boca.

Conformación del delta del río Papagayo y zona costera.

Usos de suelo con vegetación natural (riparia) y agropecuaria (terrazas aluviales).

Efectos sobre las terrazas bajas y medias del cauce del río y la desembocadura.

Estructura agraria.

Mapa social.

Actividades agropecuarias de autoconsumo y/o venta.

*Desde el punto de vista del aporte del río, y asumiendo la existencia de un gasto ecológico con variaciones estacionales entre 10 y 30 m<sup>3</sup>/s como el propuesto en el capítulo II, la tendencia durante el llenado del embalse será a una disminución de la velocidad del flujo que sale a través de la boca, lo cual provocará una disminución de la sección transversal de la boca (siempre y cuando exista cierto aporte de sedimentos). Como se observó en la simulación realizada, con estos gastos del río, la hidrodinámica de la boca es regida por el oleaje, las corrientes de oleaje y marea, y el respectivo aporte de sedimentos marinos. Ello sugiere que la boca tenderá a cambiar de dimensiones y adquirir una nueva condición de equilibrio, en la cual el gasto ecológico y el aporte de sedimentos, jugarán un papel muy importante.*

*Asimismo, de forma natural el río aporta material suspendido hacia la boca del río. Las islas localizadas en la desembocadura han sido formadas por estos aportes de sedimentos a través de largos periodos. Al modificarse el sistema, la acción constante de la marea y el oleaje erosionarán principalmente a la isla más cercana a la desembocadura y ocasionará la ampliación del delta.*

*En cuanto a la estabilidad de las playas al oeste de la desembocadura del río Papagayo, este es probablemente el escenario más desfavorable, debido a que la condición de encajonamiento de la playa (por Punta Rodrigo al Oeste y el flujo del río al Este) no es muy robusta. El hecho de que el gasto que emerge por la desembocadura sea pequeño, relativo al de otros escenarios, hace que el transporte litoral de Oeste a Este no se vea atrapado eficientemente en dichas playas. Lo anterior indica que durante los 18 meses de la fase de llenado, las playas al oeste de la desembocadura del río Papagayo serán más vulnerables a erosión. No obstante, cualquier modificación evidente de la conformación de las playas se espera ocurra en un muy largo plazo, por lo que durante los 18 meses del llenado los cambios en las playas no serán perceptibles.*

*Los anteriores impactos sobre la dinámica costera pueden ser prevenidos y mitigados hasta cierto punto (ver capítulo VI, Ficha Técnica No.27); sin embargo, en caso de ser necesario, la definición precisa de las medidas a implementar requiere de un estudio más a fondo de este impacto para poder establecer medidas oportunamente.*

*Adicional al efecto ocasionado sobre la franja costera, la reducción del gasto del río Papagayo cortina abajo para permitir el llenado de la presa podrá reducir en el nivel actual del manto freático sobre las márgenes del río. Lo anterior se espera que tenga repercusiones en la productividad de los terrenos ubicados en las terrazas medias, reduciéndose la disponibilidad de agua en el suelo de las mismas, ya que actualmente ocurre el abastecimiento de agua de los cultivos más allá de la época de lluvias, gracias al ascenso de agua por capilaridad del manto freático. En esta situación se verán involucrados unos cinco núcleos agrarios y alrededor de 10 localidades desde la cortina hasta la desembocadura del río (estructura agraria). Se espera que se originen controversias con la población por la afectación de terrenos de humedal y la disponibilidad de agua por el cambio en el régimen del río.*

*De igual manera que afectará las terrazas cultivadas, la reducción del gasto de agua afectará a la vegetación natural sobre las márgenes, ya que la mayor distancia al curso de agua será la principal causa de impacto negativo para la vegetación natural (riparia) aguas abajo de la cortina. Este impacto puede ser más o menos severo dependiendo de la separación entre el curso de agua y la vegetación riparia, el que estará determinado en su momento por el gasto ecológico establecido y la topografía detallada en el cauce. Se prevé que este impacto será más severo en las zonas de los márgenes del río cercanas a la desembocadura, por ser aquí la zona más ancha y plana del lecho. Este impacto ocurrirá en los 18 meses del llenado y posiblemente como resultado algunas comunidades riparias (particularmente plantas acuáticas) no sobrevivan a la disminución del agua en el lecho del río y sobre todo a la mayor penetración salina en la zona de la desembocadura durante el tiempo que dure el llenado.*

*En contra parte, la fauna acuática se verá poco impactada, siempre y cuando durante el llenado, la CFE mantenga la existencia de un gasto ecológico como el que propone en el capítulo II, en el cual se considera conservar un flujo ecológico en el caudal del río siguiendo un patrón natural de variación estacional del mismo. Los organismos que serán directamente impactados corresponden a aquellos organismos bentónicos sésiles que actualmente habitan las márgenes del río y que al momento del llenado, dejarán de contar con un aporte continuo de agua, y los peces que usualmente utilizan las orillas del río como hábitat, los que se verán obligados a buscar otros sitios, así como la pesquería local, la que verá alterada su actual opción de obtención de peces, generando posiblemente opiniones exageradas del impacto (evaluado como factor de controversia).*

*En el caso de las zonas con uso urbano cercanas al río el impacto negativo sería indirecto puesto que al disminuir el caudal circulante es posible que también baje el nivel piezométrico de los pozos ubicados en las márgenes del río, con lo que podría existir una reducción en el*

abasto de agua en algunos centros de población. No obstante, CAPAMA es el organismo que regula el abasto de agua y por consiguiente, será quien en coordinación con la CFE, vigilen que este impacto no ocurra.

### **Intrusión salina en zona de desembocadura: Riesgo de salinización**

**Impactos significativos:** no identificados.

**Impactos no significativos:**

Vegetación acuática aguas abajo del río Papagayo (desembocadura).

Salinidad en desembocadura.

Uso de suelo con vegetación natural (riparia) y agropecuaria (terrazas aluviales).

Efectos sobre las terrazas bajas y medias del cauce de río y la desembocadura.

Durante el llenado del embalse el agua del río fluirá con gastos pequeños (min 10 máx 30 m<sup>3</sup>/s) y por lo tanto la hidrodinámica de la desembocadura estará regida por el oleaje, las corrientes de oleaje y marea, ocasionando un ligero incremento en la salinidad en la zona de la boca, particularmente durante la temporada de estiaje. Esto modificará el actual hábitat dominado por plantas de agua dulce en la desembocadura y promoverá el desarrollo de plantas más halo-tolerantes durante los 18 meses que dure el llenado.

El impacto será negativo tanto para la vegetación natural como para las áreas con usos agropecuarios se localizará en las zonas cercanas a la desembocadura. Los terrenos de la llanura fluvioalustre cercanos a la desembocadura, pudieran llegar a presentar problemas por salinización debida a una mayor intrusión salina en este periodo. La reducción del gasto del río Papagayo en la desembocadura podría propiciar la intrusión de aguas salobres a esta área. Sin embargo, la superficie no es muy extensa, y el uso del suelo en esta área corresponde principalmente a pastizales y cocotales, los cuales toleran contenidos medios de sal en el suelo. Se espera que algunos tipos vegetación riparia no soporten estos cambios, aunque mínimos, en la calidad del agua, y lo mismo sucedería con algunos cultivos anuales y permanentes que pudieran estar desarrollándose en esta zona. Sin embargo, la dimensión precisa de este impacto no puede ser estimada a partir de los datos de campo, ya que no son suficientes y no fue posible realizar mediciones de salinidad en la temporada de estiaje. No obstante, debido al uso del suelo observado y al tipo de cultivos que se desarrolla se estima que el impacto será bajo.

- ***Pruebas, sincronización y operación comercial U1, U2, U3***

**Impactos significativos:** no identificados.

**Impactos no significativos:**

Diversidad, abundancia y riqueza de bentos y plancton del río Papagayo.

Esta actividad tendría una magnitud moderada debido a que se iniciarían gradualmente las descargas para las pruebas y sincronización de las turbinas de la hidroeléctrica a través de la compuerta de la presa, arrancando paulatinamente las unidades 1, 2 y 3, lo cual desde el arranque de la unidad 1 arrastraría a los organismos bentónicos del fondo y orillas río abajo. En contraparte, el impacto de estas actividades sobre el plancton sería menor, a través del aumento de la turbidez en el agua, disminuyendo la luz disponible para la fotosíntesis, además del arrastre de los organismos, mismos que también estarán presentes en el agua que fluye por el río durante las pruebas y en la presa. No hay medidas de mitigación dada la naturaleza de estas actividades.

## ETAPA DE OPERACION

### **Presencia de la Cortina y Desfogue**

*En la evaluación de este impacto se consideraron las proyecciones a partir del levantamiento de diversas secciones transversales del cauce del río (figura 1) y su modelación. Las secciones a las que se hace referencia en la presente identificación de impactos son aquellas presentadas en el inciso de Régimen de flujo en el cauce y cambios en la hidrodinámica, dentro del punto de Hidrodinámica, dentro del apartado de Hidrología Superficial y Subterránea de este estudio.*

- **Cortina operando con un desfogue normal para generación de electricidad: Gasto de 748 m<sup>3</sup>/s por lapsos de 4 horas, seguidos de la suspensión total del gasto en el río.**

#### **Impactos significativos:**

Calidad fisicoquímica aguas debajo de cortina.  
Calidad fisicoquímica de la laguna de Tres Palos.  
Vegetación acuática de la laguna de Tres Palos.  
Estabilidad playera.  
Conformación del delta del río Papagayo y zona costera.  
Uso de suelo con vegetación natural (riparia).  
Efectos sobre las terrazas bajas y medias del cauce del río y desembocadura.  
Pérdida de estructura de la llanura acumulativa litoral por déficit sedimentario.

#### **Impactos no significativos:**

Cambio en el perfil de fondo y márgenes.  
Conformación de la boca.  
Cambio en el flujo de velocidad y tirantes.  
Vegetación acuática aguas abajo del río Papagayo (desembocadura).  
Diversidad, abundancia y riqueza de bentos, plancton e ictiofauna del río Papagayo.  
Producción pesquera aguas debajo de cortina.  
Estabilidad de la boca.  
Uso de suelo agropecuario (terrazas fluviales) y urbano.  
Herpetozoos y pequeños mamíferos.  
Calidad del paisaje.  
Tejido social.  
Legitimidad política.  
Estructura agraria.  
Mapa social.

#### Aporte de sedimentos y flujo de agua

*La construcción de la cortina de la presa La Parota con el diseño propuesto en este estudio conformará una barrera que retendrá una gran cantidad de los sedimentos medianos y gruesos que fluyen normalmente por el río Papagayo, y que en la actualidad no son retenidos en la presa La Venta, ya que ésta se encuentra azolvada y en diversas crecidas la cortina de esta pequeña presa es superada por el caudal del río.*

*La desembocadura está formada por material tanto de procedencia marina, como sobre todo de procedencia de la cuenca, a través del río Papagayo. Por lo tanto, una disminución importante del aporte de material sólido del río y en especial las modificaciones en su caudal, tendrá repercusiones en la morfodinámica de dicha boca. El actual equilibrio que existe entre el aporte de sedimentos y las corrientes en la boca, resultando en su conformación actual, se perderá; y se tenderá a una nueva condición de equilibrio, en donde lo más probable es que la sección transversal de la boca aumente hasta estabilizarse con otra configuración. Es decir, la disminución del aporte de sedimentos y el aumento en el*

caudal de agua del Río Papagayo a la zona de la boca y de la barra en ésta, hará que el efecto erosivo sea mayor que el de acreción, reduciendo paulatinamente las dimensiones de la barra de la desembocadura y modificando su actual conformación.

En lo que respecta a las playas, con base en los datos disponibles y los resultados de las modelaciones numéricas, la afectación por disminución del aporte de sedimentos será baja en las playas al Oeste de la desembocadura. Es probable que las playas al Este de la desembocadura se vean afectadas en mayor grado. Sin embargo, los datos no proporcionan la información suficiente como para poder aseverar el efecto de la falta de aporte sedimentario a lo largo de estas playas, ni el tiempo que deberá transcurrir para denotar cambios en las mismas. No obstante, se estima que la modificación en la conformación de las playas no será perceptible sino hasta el muy largo plazo (décadas). Motivo de ello, como medida de mitigación a este respecto, se propone realizar monitoreos y estudios más detallados sobre la dinámica costera y el transporte sedimentario (ver Capítulo VI; ficha técnica No.27).

#### Erosión hídrica

En lo referente a la hidrodinámica y oceanografía costeras, con el gasto de operación normal, la boca tenderá a ensancharse, lo cual hará que la velocidad del flujo disminuya en esa zona. Dicho proceso se detendrá cuando la velocidad llegue a un nivel en el cual su capacidad erosiva se equilibre con la capacidad del sistema de aportar sedimento a la boca. El aumento en la sección transversal de la boca se producirá principalmente en su extremo Oeste, donde existe una barra baja y no vegetada, la que quedará sujeta a una alta erosión y en toda la zona de la desembocadura se apreciará una resuspensión de sedimentos.

Los resultados indican que las dimensiones de la barra no han variado significativamente a lo largo del periodo analizado (1971-2003). La dinámica de los sedimentos provenientes del río fluctúa alrededor de un valor medio, sacando sedimentos durante bajamar y regresándolos durante el ascenso de la marea. Ahora bien, esta dinámica estable puede modificarse en un plazo medio al haber una reducción en el aporte de sedimento proveniente del río y un mayor caudal. En consecuencia, el efecto de la marea, el oleaje y la corriente litoral o costanera serán los factores dominantes erosionando en un largo plazo.

Asimismo, por las cuatro horas que dure el gasto de  $748 \text{ m}^3/\text{s}$  se permitirá la generación de un chorro de salida por la boca, el cual contribuirá al encajonamiento del sedimento en las playas del Oeste de la desembocadura, antes mencionado. Bajo estas circunstancias, la estabilidad de las playas al Oeste será relativamente buena, o por lo menos normal. No obstante, durante las siguientes 20 horas, considerando que no existirá flujo por el río, no ocurrirá dicho encajonamiento de sedimentos y las playas quedarán vulnerables a ser erosionadas por la acción marina.

#### Flujo de agua

Este proyecto contempla generar electricidad con un gasto de desfogue normal de operación de  $748 \text{ m}^3/\text{s}$ . Con dicho gasto, y hasta  $1000 \text{ m}^3/\text{s}$ , la mayor parte del caudal del agua quedará contenido dentro del cauce del actual río Papagayo. No obstante ello ocasionará un impacto sobre el suelo, ya que con este gasto se perderá la superficie correspondiente a las terrazas bajas y posiblemente algunas terrazas medias, en donde actualmente se realizan actividades agrícolas y se tienen suelos de buena calidad. El punto más delicado, en donde el límite del agua quedará muy cercano al borde del cauce y en donde se esperaría fuera el primer sitio donde el cauce se desbordara ante una ligera crecida, será en la sección 59, cercana a la localidad de la Hacienda, dentro del ejido Cerro de Piedra 2, en donde se estima que el agua quede a escasos 3 m del borde sobre la



*margen derecha (simulado con gasto de 1000 m<sup>3</sup>/s; superior al previsto por la operación de la central) pero con una baja velocidad de 1.35 m/s. Es importante mencionar que de forma natural, con las crecidas del río, esta zona es susceptible al desborde, mismo que quedará regulado al momento de construir la presa.*

*El aumento en el gasto de agua afectará la realización de actividades de extracción de material de río que actualmente se realiza en la zona cercana a la desembocadura y las islas en ésta. Un gasto de tal magnitud cubrirá buena parte del cauce del río, con lo que ya no será posible realizar estas actividades de extracción de material.*

*En cada ciclo de generación de energía eléctrica se desfogará un gran volumen de agua que implicará una alta erosión, resuspensión de sedimentos y dilución de los compuestos inorgánicos normales en el agua del río, alterando la calidad de agua en el mismo por las 4 horas que dura el desfogue. Asimismo, durante los períodos de 4 horas de operación de la hidroeléctrica, la salinidad disminuirá significativamente en la zona estuarina; misma que se incrementará a lo largo de las siguientes 20 horas, donde el flujo de agua por el río será nulo. Se espera que estos cambios provoquen modificaciones en la vegetación y fauna existentes en la zona de la desembocadura, ya que las variaciones salinas que usualmente se presentan entre los meses de lluvias y estiaje, ahora se presentarán en lapsos de horas dentro de cada día.*

*Debido a que la producción hidroeléctrica tiene como principal objetivo satisfacer las puntas de demanda de electricidad, esta actividad se caracteriza por presentar una marcada periodicidad horaria o diaria, coincidente con dichas puntas de demanda. A esta periodicidad puede ir superpuesta, de forma menos aparente, una periodicidad semanal (definida por una caída en la demanda durante los fines de semana), y otra interanual originada por algunos descensos atípicos en la demanda en ciertos días festivos. La disponibilidad del caudal y la carga precisados para generar energía hidroeléctrica se consiguen a costa de ciclos de embalse-desembalse, que tienen como consecuencia inmediata la alteración del régimen natural de caudales aguas abajo del punto de incorporación del canal de descarga de la central; sin embargo, estos aumentos periódicos de caudal son mucho menores que las crecidas naturales del río por lo que afectan en grado muy escaso la vegetación situada aguas abajo de la presa.*

*En lo concerniente a los organismos acuáticos, se considera que la operación normal de la hidroeléctrica es uno de los puntos de mayor impacto negativo sobre la biota del río. El patrón de descarga propuesto (4 horas/20 horas) implica un efecto diario de barrido sobre los organismos del río sin posibilidad de su recuperación. El bentos se verá fuertemente afectado por esta actividad ya que la corta periodicidad entre cada evento de descarga impedirá que un elevado número de especies pueda recolonizar el lecho del río. En el caso del plancton, los organismos presentes en el río será básicamente los que saldrán de la presa en cada período de generación de electricidad, reduciéndose la posibilidad de desarrollo del plancton a lo largo del río (situación que actualmente ocurre con la presa La Venta). Por su parte, los grupos de vertebrados más afectados por esta actividad son los herpetozoos y mamíferos de talla pequeña, mediana y algunas especies de aves acuáticas. Los que habitan sobre las márgenes del actual cauce y que se verán obligados a desplazarse a un punto más distante del que actualmente ocupan.*

*Una de las fuentes de impactos que mayores repercusiones puede tener proviene de la alteración de los patrones de escorrentía. El río Papagayo se caracteriza por una corriente principal a la cual confluyen numerosos arroyos secundarios, en relación con los cuales se ha establecido una densa red de barrancos y lomas en la parte media y baja del área de influencia. La operación de la presa supone la alteración de los patrones normales de la escorrentía superficial y subsuperficial de la cuenca, con consecuencias diversas sobre el medio.*

*Aunque no es posible cuantificar los daños debidos a esta causa, se espera que ladera arriba del embalse ocurra una disminución de la arroyada y mayor sedimentación como consecuencia de tener un nivel de base más cercano al original. Otros procesos relacionados con cambios en los niveles subterráneos de agua pueden derivar en inestabilidad de laderas y mayor erosión gravitatoria, sobre todo en laderas de fuerte pendiente. En la parte baja del embalse se espera que la liberación de las recargas de la presa consistan en caudales superiores a los normales con consecuencias negativas en términos de intensificación de la fuerza erosiva de las corrientes.*

*Además, la alteración del patrón de escurrimiento en la corriente principal tendría resonancia en la dinámica de los arroyos secundarios y por lo tanto, en la sedimentación que ha dado origen a pequeños llanos Inter-lomas, donde la estabilidad del suelo y la disponibilidad de agua son favorables. Todos estos llanos, además de los que se forman sobre los abanicos aluviales –en ocasiones muy extensos– que se forman en el área de confluencia entre los arroyos secundarios y la llanura del río Papagayo, han permitido el desarrollo de sitios con calidad agropecuaria. En todos ellos, se utiliza el riego para la producción de palmas y otros diversos productos agroforestales, que podrían resultar afectados por esta causa.*

*De acuerdo con los resultados, la operación de la hidroeléctrica con un desfogue de 748 m<sup>3</sup>/s por 4 horas y 0 m<sup>3</sup>/s durante las restantes 20 horas resulta ser una actividad generadora de importantes impactos sobre diversos factores ambientales. Motivo de ello, como medida de mitigación se propone ajustar la operación de la hidroeléctrica a caudales que reduzcan significativamente estos impactos (capítulo VI, Ficha Técnica No.28)*

### **Impacto Benéfico**

Pese a los anteriores impactos negativos, el desfogue bajo condiciones normales causará impactos positivos directos en el uso del suelo debido a que esto representa una mayor disponibilidad de agua para la realización de actividades agropecuarias aprovechando las horas de desfogue para el riego o abasto en los centros de población. Además de aportar mayor humedad para el mantenimiento de la vegetación riparia, que se desarrollará sobre las márgenes del nuevo cauce, fuera del área de barrido del flujo.

Por su parte, el aumento del caudal del río y la consecuente ampliación de su desembocadura se estima que en el largo plazo permitirá una mayor comunicación entre el mar y la laguna de Tres palos (figura a5 del capítulo IV). Esto en el largo plazo tendrá un efecto benéfico en la calidad de agua de la laguna, actualmente muy deteriorada, al permitir un mayor intercambio de agua con el mar; mismo que no resultará afectado mayormente ya tiene una alta capacidad de dilución y en esta zona no existen formaciones arrecifales que pudieran resultar dañadas con este aporte de agua con muy altos contenidos de nutrimentos.

- ***Desfogue bajo condiciones de fuerte pluviosidad (2000 a 11,000 m<sup>3</sup>/s como máxima histórica)***

#### **Impactos significativos:**

Diversidad, abundancia y riqueza de ictiofauna del río Papagayo.  
Estabilidad playera.  
Uso de suelo con vegetación natural (riparia) y agropecuario (terrazas fluviales).  
Ruptura del diseño morfológico y morfométrico del relieve.  
Dinámica de los procesos erosivos de transporte y acumulativos.  
Calidad del paisaje.

#### **Impactos no significativos:**

Cambio en el perfil de fondo y márgenes.  
Conformación de la boca.  
Cambio en el flujo de velocidad y tirantes.  
Calidad fisicoquímica aguas debajo de cortina.  
Vegetación acuática aguas abajo del río Papagayo (desembocadura).  
Calidad fisicoquímica de la laguna de Tres Palos.  
Vegetación acuática de la laguna de Tres Palos.  
Diversidad, abundancia y riqueza de bentos y plancton del río Papagayo.  
Diversidad, abundancia y riqueza de ictiofauna en la laguna de Tres Palos.  
Producción pesquera aguas debajo de cortina.  
Producción pesquera en laguna de Tres Palos.  
Estabilidad de la boca.  
Conformación del delta del río Papagayo y zona costera.  
Uso de suelo con vegetación natural (riparia), agropecuario (terrazas fluviales) y urbano.  
Efectos sobre las terrazas bajas y medias del cauce del río y desembocadura.  
Herpetozoos y pequeños mamíferos.

Eventualmente ocurren fuertes precipitaciones cuenca arriba del embalse, que ocasionan un aporte excesivo de agua en el río Papagayo y su desbordamiento sobre algunos puntos de sus márgenes. Esta condición ocurrirá de igual manera una vez construida la presa y el embalse será el que reciba y contenga (dentro de lo posible) estas grandes cantidades de agua. En este sentido, la presa fungirá como órgano regulador evitando dentro de lo posible, las fuertes avenidas naturales en este río. No obstante, ante un mayor ingreso de agua, la CFE se verá en la necesidad de desfogar un caudal mayor y/o por más tiempo.

Estas situaciones no son imputables al proyecto, ya que éste no determina la precipitación en la región y por el contrario, retiene la mayor cantidad de agua posible dentro del embalse para lograr una liberación de agua controlada, reduciendo los daños que ocurrirían de forma natural. Sin embargo, tanto CFE como la CNA deberán contemplar planes y medidas de acción conducentes a prevenir los posibles daños que se deriven de una situación de desfogue de fuertes cantidades de agua ya que dentro de algunos de los posibles impactos que podrían ocurrir se señalan los siguientes:

#### Desfogue con un gasto de 2000 m<sup>3</sup>/s

Con un gasto de esta magnitud se estima que el río se desbordará en varias secciones. La extensión del desbordamiento no puede ser definida con precisión, ya que para ello se requeriría de un levantamiento topográfico a detalle de todo el cauce del río y sus inmediaciones, estudio que no se contempla en la presente MIA. Por lo pronto, considerando las secciones más próximas a asentamientos humanos se puede señalar que se desbordaría el río en la sección 7 frente a Rancho Las Marías (figura 1); en la sección 24 frente al poblado El Rincón, en la sección 28 frente al poblado conocido como El Embarcadero, en la sección 35 (frente a Salsipuedes) y en la sección 46 a la altura de Tamarindillo, todos dentro del Ejido de Cacahuatpec. Asimismo, se desbordará el río a la altura de la sección 51 (a la altura del puente de la carretera federal 200) dentro del ejido Cerro de Piedra 1; y la sección 59 frente a la localidad de La Hacienda, dentro del ejido Cerro de Piedra 2. También se espera que se llegara a desbordar el río a la altura de la sección 67, cercana al cruce con la carretera federal 256 a la altura del poblado de El Chapopote.

El desfogue ocasional de volúmenes importantes agua podría causar un impacto negativo directo moderado sobre algunas comunidades de vegetación natural, principalmente por el volumen de agua más que por el efecto mecánico de esta. Para las zonas con agricultura las consecuencias serían más severas por la posibilidad de daño irreversible a los cultivos, aunque existiría tal vez un impacto positivo moderado en algunas áreas, al renovarse los nutrientes del suelo con una nueva carga de sedimentos limo-arcillosos. En el caso de



zonas con un uso urbano los impactos negativos podrían ser de moderados a severos dependiendo de su cercanía al río y su posición topográfica con respecto al nivel máximo de inundación provocado por estos desfogues.

Bajo esta situación, la hidrodinámica del río registrará impactos similares a los presentados en el caso de operación de la presa, salvo que la afectación será mayor (mayor cambio en el perfil de fondo y mayor cambio en las márgenes). Dado que esta condición será de corta duración (de horas a algunos días), el sistema podrá eventualmente recuperar la condición imperante durante condiciones de operación. El desfogue bajo condiciones de fuerte pluviosidad y en condiciones extremas simplemente agudizaría los efectos mencionados anteriormente.

Es de esperar que bajo condiciones de fuerte pluviosidad los desfogues causarían daños más severos sobre las áreas próximas al cauce, con consecuencias sobre paisajes naturales de alta calidad y/o que son de alto valor socioeconómico.

### C) Impactos asociados del proyecto

**(aquellos impactos del medio sobre el proyecto, localizados dentro del área de influencia aguas arriba del embalse, que pueden tener repercusiones ambientales)**

Dadas las características de la zona estudiada y del proyecto, además de los impactos en el área de afectación y el área de influencia aguas abajo, se considera que existirán importantes efectos adversos del medio hacia el proyecto, ocasionando una reducción en su funcionalidad y afectaciones en su vida útil. Estos impactos no son imputables de forma directa a la realización de la obra, más sin embargo, podrían llegar a afectar su integración ambiental y su funcionamiento, y con ello desencadenar impactos ambientales asociados. Motivo de ello en este estudio se optó por identificar los principales efectos del medio sobre el proyecto y emitir algunas recomendaciones pertinentes. Los principales efectos identificados se presentan en el cuadro C.1.

Cuadro C.1.- Efectos del ambiente sobre el proyecto que repercuten en su adecuada operación

	Factores Ambientales	Efecto sobre Proyecto	Repercusiones
Aportes terrígenos	Transporte de sedimentos por erosión de parte alta de cuencas Omitlán y Papagayo	Azolve del embalse a una tasa de deposición mayor de la inicialmente contemplada por el proyecto	Detrimiento en calidad de agua en embalse que repercute en las actividades productivas para las que pueda ser utilizado (p.e. Producción acuícola / turismo)
	Inestabilidad de taludes, derrumbe de derrubios	Azolve del embalse a una tasa de deposición mayor de la inicialmente contemplada por el proyecto	
	Transporte de materia orgánica por erosión de las cuencas Omitlán y Papagayo	Eutroficación del embalse (pérdida de calidad del agua)	Sobre actividades productivas para las que puede ser utilizado (p.e. Producción acuícola / turismo)
Características Geofísicas	movimientos tectónicos recientes en el horst del cerro Los Mayos	Requerimiento de mayores estudios detallados sobre el comportamiento de este horst.	Mayores costos de construcción (ya contemplados por este proyecto)
	sismicidad inducida por el embalse	Diseño con mayor resistencia sísmica posible a partir de experiencias en otros embalses. Tal y como está contemplado en el diseño del proyecto	Mayores costos de construcción (ya contemplados por este proyecto)
Características Climáticas	Eventos extremos de precipitación asociados a la confluencia de huracanes	Grandes caudales fluirán hacia el embalse ocasionando un rápido aumento en el volumen y la presión del agua sobre la cortina	Desfogues de emergencia con grandes gastos
Aspectos Socioeconómicos	Antecedentes de efectos sociales negativos por presas anteriores	Resistencia de la población a la aceptación del proyecto	Movimientos y conflictos sociales
	Crecimiento urbano en periferia del embalse (importante efecto sinérgico)	Sobrepoblación en los alrededores y descontrol sobre desarrollo de actividades productivas, contaminación del agua por descargas	Eutroficación del embalse, contaminación por micro organismos patógenos que se extenderá del embalse y aguas abajo del río, con repercusiones en la salud de los usuarios del agua
	Tránsito de embarcaciones en embalse (importante efecto sinérgico)	Liberación de residuos de aceites y gasolinas sobre embalse	Contaminación del embalse por hidrocarburos y metales pesados con repercusiones en calidad del agua para actividades productivas consideradas
	Acciones alternativas de búsqueda de espacios productivos ante la pérdida de terrenos agrícolas aprovechables	Desmonte de zonas con vegetación natural para instalación de actividad agrícola cercana al embalse. Pérdida de formas de sustento e ingreso en población local.	Incremento en las zonas susceptibles de ser erosionadas y aportar sedimentos hacia el embalse.

## **Aportes Terrígenos**

- ***Transporte de sedimentos por erosión de parte alta de cuencas Omiltán y Papagayo***

### Erosión y cambios en el uso del suelo cuenca arriba del embalse.

La gran cantidad de superficies descubiertas de vegetación en las partes altas de las cuencas de estos ríos para su uso como potrero o zona agrícola de temporal en sitios de fuertes pendientes hace que sean muy susceptibles a la erosión. Esto tendrá como consecuencia un acarreo elevado de sedimentos hacia el embalse con el consecuente azolve del mismo a una tasa de depositación mayor de la inicialmente contemplada por el proyecto.

En el capítulo IV se realizó una regionalización de la cuenca alta, tanto del río Omiltán como del río Papagayo, para detectar superficies que muestran rasgos de erosión en diferente grado, diferenciando las unidades además por sus características de relieve y litología. También se instalaron algunas parcelas de monitoreo de la pérdida del suelo por erosión hídrica en suelos desarrollados a partir de diferentes litologías y sujetos a distinto tipo de uso. Además se calculó la pérdida del suelo aplicando la Ecuación Universal de Pérdida del Suelo. Los resultados indican que hay extensas zonas en ambas subcuencas que muestran rasgos de erosión severa a moderada, siendo mayor la erosión que se genera por la actividad agrícola de temporal y las actividades de pastoreo que se realizan en la mayoría de los sitios desmontados. Las pérdidas de suelo en toneladas por hectárea se encontraron en intervalos moderados en promedio. No obstante existen parcelas que presentan pérdidas que corresponden a grados de erosión severa. Considerando la magnitud de la superficie de ambas cuencas, es de esperarse que haya una carga importante de sedimentos hacia el futuro embalse. Como consecuencia de ello se esperaría una pérdida en la calidad de agua del embalse, que repercutiría en las actividades productivas para las que pueda ser utilizado (p.e. Producción acuícola / turismo). Por ello, resulta importante realizar medidas de conservación de suelo en la cuenca alta de manera planificada y organizada, para disminuir la carga de sedimentos hacia el embalse y asegurar su vida útil y su adecuado funcionamiento.

### Estimación del aporte de sedimentos en el embalse.

La erosión en cuencas es causada principalmente por la lluvia y su estimación es muy importante ya que es un indicador de cómo se reduce en el tiempo la productividad de las zonas agrícolas, la capacidad en los vasos de almacenamiento, y se degrada la calidad del agua.

En el cuadro C2 se presentan los volúmenes del material de lavado registrado en la estación La Parota para el periodo 1977-2001. De ella se observa que en la cuenca se generan en promedio 6.2 millones de m<sup>3</sup> al año de sedimentos. Sin embargo, si se grafican los valores para cada uno de los años registrados, figura C1, se observa un incremento en la tasa del aporte de sedimentos de aproximadamente 29,500 m<sup>3</sup>.

**Cuadro C.2.- Volumen del material de lavado registrado en la estación La Parota para el periodo 1977-2001, en miles de metros cúbicos.**

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1977	0.0	0.0	6.8	1.5	0.0	138.2	241.2	256.7	1599.8	446.2	3.0	2.1	2695.4
1978	4.3	2.4	1.6	1.6	2.1	519.7	1946.0	593.9	969.6	729.0	116.2	44.6	4930.9
1979	3.8	5.1	8.0	0.0	11.4	17.7	170.5	2096.6	1438.7	65.9	0.0	0.0	3817.6
1980	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	7.5	48.8	1432.0	1620.2	268.1	12.2	0.0	3391.6
1981	0.0	0.0	0.0	5.9	0.0	572.4	835.0	3048.1	3112.5	1531.8	82.9	0.0	9188.7
1982	0.0	0.0	0.0	5.9	0.0	572.4	835.0	3048.1	3112.5	1531.8	82.9	0.0	9188.7
1983	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	115.3	942.5	199.3	958.9	152.1	0.0	5.9	2374.0
1984	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	729.4	1113.6	1906.3	6719.0	460.6	0.0	0.0	10929.3
1985	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	784.6	1628.4	3857.1	1878.4	213.1	0.0	0.0	8361.7
1986	0.0	0.0	0.0	0.0	761.1	438.7	1228.2	471.5	2305.1	2336.1	14.5	0.0	7555.2
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5	178.1	1378.9	1681.3	1757.2	286.7	60.9	0.0	5349.6
1988	0.5	1.3	0.0	0.0	0.0	742.4	1741.8	1624.5	1931.8	141.9	11.7	0.0	6196.0
1989	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2576.2	1055.6	1284.2	3573.8	603.6	0.0	0.0	9093.3
1990	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	5.8	50.5	3269.3	773.5	298.3	306.9	44.6	4749.0
1991	0.0	0.0	0.0	3.4	0.0	220.3	698.2	288.9	2434.3	1632.9	23.6	0.0	5301.6
1992	0.0	2.4	0.0	0.0	50.0	46.0	235.1	809.3	1661.4	618.6	61.5	3.2	3487.5
1993	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1221.2	3421.9	1280.4	3457.9	244.2	43.3	0.0	9668.9
1994	0.0	0.0	0.0	18.2	12.4	74.5	242.3	1827.7	972.3	2067.3	29.2	4.3	5248.2
1995	0.0	0.0	0.0	0.0	47.9	805.9	1938.2	2762.1	1881.6	397.9	20.7	4.6	7858.9
1996	0.0	0.0	0.0	0.0	41.5	639.1	791.5	1415.1	819.0	1929.5	15.0	1.9	5652.6
1997	0.0	0.0	0.0	0.0	34.2	124.4	1257.1	78.7	2326.5	3228.9	13.6	2.5	7065.9
1998	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	38.9	228.2	829.0	3599.8	1822.0	55.1	3.7	6576.5
1999	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	99.7	985.1	3069.5	1644.0	1199.1	52.3	6.3	7056.0
2000	4.1	2.4	2.3	0.0	9.6	398.5	983.7	1136.3	1600.4	191.0	150.0	2.1	4480.2
2001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	226.2	1900.7	1046.5	1398.3	377.4	79.8	0.0	5028.8
<b>Promedio</b>	<b>0.5</b>	<b>0.5</b>	<b>0.9</b>	<b>1.5</b>	<b>39.3</b>	<b>451.7</b>	<b>1035.9</b>	<b>1572.5</b>	<b>2141.9</b>	<b>911.0</b>	<b>49.4</b>	<b>5.0</b>	<b>6209.8</b>

**Aporte Material Lavado**

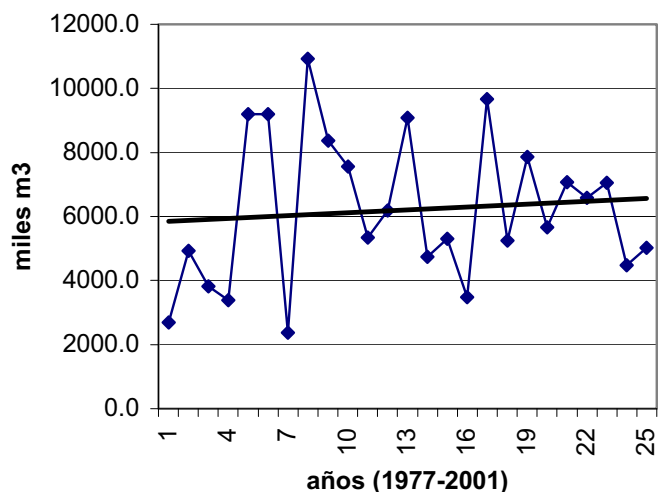


Figura C1. Volumen y tendencia del material de lavado registrado en la estación La Parota para el periodo 1977-2001, en miles de metros cúbicos.

Si no se considera este incremento anual, se pueden esperar los volúmenes de material de lavado mostrados en el cuadro C3. Cabe mencionar que se tienen dos condiciones, una con los volúmenes registrados; la otra mediante la aplicación de la USLE para la ocurrencia tanto de la lluvia más probable, como de la lluvia media anual.

Si se toma en cuenta el incremento en la tendencia del aporte, se observa (Cuadro C4) que el aumento representaría un 10% en volumen.

Otro aspecto relevante es la reducción significativa en el aporte de sedimentos aguas abajo del embalse una vez que se inicie el proceso de llenado y operación en la presa. Actualmente se reciben en promedio 6.2 millones de m<sup>3</sup> de material de lavado. Para el proceso de llenado y considerando un gasto ecológico de 30 m<sup>3</sup>/s, se tendrían para esta etapa (aprox. 18 meses) un aporte de 1.5 millones de m<sup>3</sup>, que representa una reducción del 75% del volumen promedio. El problema se incrementará durante la operación ya que hasta la desembocadura solo se recibirá 3,428 m<sup>3</sup> anuales del área entre la presa y el mar, ya que del embalse saldrá agua “prácticamente limpia”.

Cuadro C3. Volumen del material de lavado acumulado (m<sup>3</sup>) esperado para diferentes escenarios, durante la vida útil de la presa La Parota, considerando el volumen promedio anual como constante.

Año	Registrado	Estimado con USLE	
		lluvia más probable	lluvia media anual
1	6,209,800	7,151,025	6,712,795
50	310,490,000	357,551,224	335,639,756

Al aplicar la USLE para identificar las zonas que generan la mayor cantidad del material de lavado en la cuenca se observó que la tendencia del factor erosivo de la lluvia  $R$  anual, para cada una de las estaciones en la cuenca, se mantenía constante. Por lo que el incremento en el aporte se explica por la modificación del factor de cobertura vegetal  $C$ . Este hecho se comprueba al observar el mapa de cobertura del año 1976 con el del 2000. En algunos sitios el cambio de cobertura de selva o bosque a tierra de cultivo modifica el factor  $C$  de 0.001 a 0.65, con sus consecuentes repercusiones.

Cuadro C4.- Volumen del material de lavado acumulado (m<sup>3</sup>) esperado para diferentes escenarios, durante la vida útil de la presa La Parota, considerando la tasa de crecimiento anual de 29,500 m<sup>3</sup>.

Año	Registrado	Estimado con USLE	
		lluvia más probable	lluvia media anual
1	6,209,800	7,151,025	6,712,795
2	12,449,100	14,331,549	13,455,090
3	18,717,900	21,541,574	20,226,885
4	25,016,200	28,781,098	27,028,180
5	31,344,000	36,050,123	33,858,975
6	37,701,300	43,348,647	40,719,270
7	44,088,100	50,676,672	47,609,065
8	50,504,400	58,034,196	54,528,360
9	56,950,200	65,421,221	61,477,155
10	63,425,500	72,837,745	68,455,450
11	69,930,300	80,283,770	75,463,245
12	76,464,600	87,759,294	82,500,540
13	83,028,400	95,264,319	89,567,335
14	89,621,700	102,798,843	96,663,630
15	96,244,500	110,362,868	103,789,425
16	102,896,800	117,956,392	110,944,720
17	109,578,600	125,579,417	118,129,515
18	116,289,900	133,231,941	125,343,810
19	123,030,700	140,913,966	132,587,605
20	129,801,000	148,625,490	139,860,900
21	136,600,800	156,366,515	147,163,695
22	143,430,100	164,137,039	154,495,990
23	150,288,900	171,937,064	161,857,785
24	157,177,200	179,766,588	169,249,080
25	164,095,000	187,625,613	176,669,875
26	171,042,300	195,514,137	184,120,170
27	178,019,100	203,432,162	191,599,965
28	185,025,400	211,379,686	199,109,260
29	192,061,200	219,356,711	206,648,055
30	199,126,500	227,363,235	214,216,350
31	206,221,300	235,399,260	221,814,145
32	213,345,600	243,464,784	229,441,440
33	220,499,400	251,559,809	237,098,235
34	227,682,700	259,684,333	244,784,530
35	234,895,500	267,838,358	252,500,325
36	242,137,800	276,021,882	260,245,620
37	249,409,600	284,234,907	268,020,415
38	256,710,900	292,477,431	275,824,710
39	264,041,700	300,749,456	283,658,505
40	271,402,000	309,050,980	291,521,800
41	278,791,800	317,382,005	299,414,595
42	286,211,100	325,742,529	307,336,890
43	293,659,900	334,132,554	315,288,685
44	301,138,200	342,552,078	323,269,980
45	308,646,000	351,001,103	331,280,775
46	316,183,300	359,479,627	339,321,070
47	323,750,100	367,987,652	347,390,865
48	331,346,400	376,525,176	355,490,160
49	338,972,200	385,092,201	363,618,955
50	346,627,500	393,688,725	371,777,250

En el cuadro C5 se presentan las áreas que corresponden a la figura C2, que aportan de más a menos sedimento en la región del proyecto. Se observa que dentro del área de influencia de las estaciones climatológicas 12088 y 12056 (887 km<sup>2</sup>, 12.6% del área total) se genera el 30% del sedimento de la cuenca. De esta tabla se pueden identificar las zonas que requieren medidas de conservación para reducir el aporte de sedimentos.

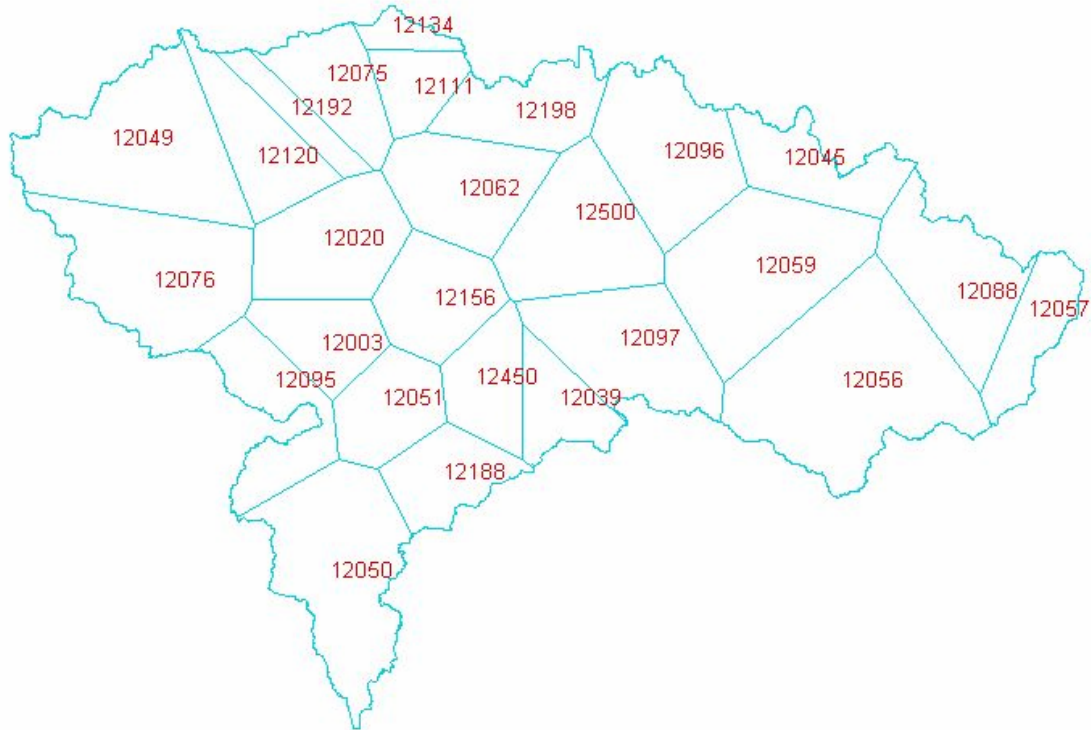


Figura C2. Polígonos de Thiessen definidos para cada estación climatológica dentro de la cuenca del proyecto hidroeléctrico La Parota, hasta su desembocadura al mar.

Tabla C5.- Variación del aporte de sedimento promedio anual estimado para el periodo 1976-1996 hasta la estación hidrométrica La Parota.

Estación	Aporte sedimento	
	AS (ton/ha/año)	% total
12088	1.77	17.57%
12056	1.25	12.36%
12076	0.80	7.92%
12095	0.79	7.81%
12045	0.69	6.86%
12039	0.65	6.42%
12097	0.54	5.31%
12059	0.52	5.18%
12057	0.42	4.15%
12003	0.32	3.21%
12500	0.30	3.01%
12188	0.27	2.71%
12051	0.27	2.67%
12198	0.21	2.10%
12049	0.20	2.03%
12450	0.19	1.85%
12096	0.18	1.81%
12156	0.15	1.46%
12020	0.12	1.19%
12062	0.11	1.13%
12075	0.09	0.89%
12111	0.07	0.71%
12050	0.05	0.52%
12120	0.05	0.49%
12134	0.05	0.45%
12192	0.02	0.19%
<b>suma</b>	<b>10.08</b>	<b>100.00%</b>

- ***Inestabilidad de taludes, derrumbe de derrubios***

Como se mencionó en los impactos del área de afectación, el humedecimiento de ciertas zonas con la creación del embalse podría desencadenar el derrumbe de derrubios y la inestabilidad de algunos taludes poco consolidados. Como consecuencia de ello ocurrirá una mayor depositación de material dentro del embalse, acelerando su tasa de azolve originalmente estimada para el proyecto y afectando la calidad del agua durante el tiempo que ocurran los deslizamientos y derrumbes.

- ***Transporte de materia orgánica por erosión de las cuencas Omitlán y Papagayo***

Al igual que el transporte de sedimentos minerales, el arrastre de suelo producto de la erosión en las cuencas altas llevará una importante carga de materia orgánica, la que aumentará los contenidos de ésta al interior del embalse, pudiendo ocasionar la eutroficación del mismo. Ello representa una pérdida en calidad de agua en embalse que repercute en las actividades productivas para las que pueda ser utilizado (p.e. Producción acuícola / turismo).



### **Características Geofísicas**

- ***Movimientos tectónicos recientes en el horst del cerro Los Mayos y Sismicidad Inducida (comentada en apartados anteriores)***

El movimiento detectado en las estructuras que conforman el horst del cerro los Mayos al igual que la sismicidad que será inducida por el peso y la presión que semejante masa de agua genera, son factores que deberán estudiarse y analizarse con mayor detalle, por lo que se recomienda la realización de un monitoreo del movimiento de las fallas y su estudio.

### **Características Climáticas**

- ***Eventos extremos de precipitación asociados a la confluencia de huracanes***

La costa del Pacífico mexicano se caracteriza por una alta incidencia de huracanes de mediana y fuerte intensidad. Ante estos meteoros, grandes caudales fluirán hacia el embalse ocasionando un rápido aumento en el volumen y la presión del agua sobre la cortina, con el subsecuente incremento en desfuegos de emergencia con grandes gastos que ocasionarán inundaciones en las inmediaciones del cauce del río.

### **Aspectos Socioeconómicos**

- ***Antecedentes de efectos sociales negativos por presas anteriores***

La construcción hace 50 años de la presa La Venta ocasionó el descontento de la población por incumplimiento de pagos pendientes, tanto por parte de CFE como de las autoridades competentes en aquél entonces. Este antecedente se ha visto que crea una mayor resistencia de la población a la aceptación del proyecto, con el surgimiento de movimientos y conflictos sociales, que a la fecha han dificultado las negociaciones y la propia realización de este estudio.

- ***Crecimiento urbano en periferia del embalse (importante efecto sinérgico)***

La creación de un embalse de estas magnitudes tendrá un efecto de atracción de asentamientos humanos hacia sus inmediaciones (ver apartado de aspectos socioeconómicos). Este impacto no puede ser imputable directamente al proyecto, pero será consecuencia de éste, por lo que debe contemplarse como un impacto asociado al mismo. Este crecimiento urbano tendrá como consecuencia el sellamiento permanente de ciertas superficies del suelo por construcción urbana, actividades humanas y caminos de acceso. Al momento de realizar este estudio no se puede evaluar cuantitativamente dicho impacto, ya que no es factible saber hacia qué sitios se realizará el desplazamiento humano, no obstante se estima que el impacto pudiera llegar a ser de dimensiones muy importantes, en función del atractivo turístico que pueda suscitarse y las nuevas oportunidades de ingreso que este embalse brindará (p. ejm. Laguna de Tequesquitengo Gro. y el lago de Valle de Bravo, Méx.). La consecuencia de lo anterior puede ser una sobrepoblación en los

alrededores del embalse y el descontrol sobre desarrollo de actividades productivas, aumentando la contaminación del agua por descargas y ocasionando una mayor eutroficación del embalse.

De igual manera que para la zona inmediata al embalse, las características de erosionabilidad de los complejos metamórfico, intrusivo granítico y terrígeno, unidas a la alta energía del relieve montañoso en las partes altas de las subcuencas Omitlán y Papagayo, determinan niveles naturales intensos de erosión y denudación, aportadores de sedimentos a las redes fluviales. El incremento urbano y las actividades aguas arriba del embalse incrementarán estos procesos y el desarrollo de sus formas degradativas y agradativas, con repercusiones en la calidad del agua del embalse y la vida útil del mismo, mencionadas en incisos anteriores.

- ***Tránsito de embarcaciones en embalse (importante efecto sinérgico)***

Uno de los usos alternativos que se contempla para el embalse es el recreativo, la pesca y acuacultura. Ello requiere del uso de lanchas de motor cuyo número y operación, de no ser regulados, generarán importantes cantidades de residuos de aceites y gasolinas sobre embalse, aumentando la contaminación del mismo por hidrocarburos y metales pesados con repercusiones en calidad del agua para actividades productivas consideradas y para los consumidores aguas abajo.

- ***Acciones alternativas de búsqueda de espacios productivos ante la pérdida de terrenos agrícolas aprovechables***

Como se vio en el capítulo IV, en la zona bajo estudio son muy poco abundantes los terrenos agrícolas de alta calidad, en zonas planas y con disponibilidad de agua. Por ello existe un fuerte problema de erosión ya que los pobladores requieren de abrir cada vez mayores zonas para desarrollar una agricultura de autoconsumo con muy bajo rendimiento en sitios con características poco adecuadas para ello, con la consecuente pérdida de suelo. Este problema se intensificará con la inundación de terrenos por el embalse, el reacomodo de poblados requerido y el surgimiento de nuevos asentamientos en los alrededores del embalse en la busca de terrenos agrícolas aprovechables o bien de cualquier tipo de terreno pero que cuente con una fuente de agua cercana (embalse). Ello traerá como consecuencia el incremento en las zonas susceptibles de ser erosionadas y aportar sedimentos hacia el embalse.

## V.4. Evaluación de los impactos ambientales

### V.4.1.- Evaluación General de los Impactos Ambientales

#### A) Impactos en Área de Afectación

En la figura V.4.1.a. se presenta una evaluación gráfica resumiendo los impactos ambientales que ocasionará este proyecto en el área de afectación a lo largo del tiempo. Se indican además las actividades del proyecto en orden cronológico según el programa establecido por CFE.

- **A.1.- Impactos Adversos**

Como se observa en dicha figura, la mayoría de los impactos ambientales adversos ocurrirán durante los primeros 4 años y serán acreditados a las obras de preparación del sitio y construcción del proyecto. La mayoría de estos impactos serán bajos y con posibilidad de mitigación o prevención. De los impactos altos dentro de los primeros 5 años, se observa que la gran mayoría ocurrirá alrededor del segundo año (24 meses) y van a ser aquellos ocasionados sobre diversos aspectos sociales por la **construcción de caminos, la explotación de bancos de materiales (arcilla, pétreos y aluvión)** y el inicio de las obras de excavación. Estos impactos podrán ser mitigados o restaurados en general y tendrán un ámbito de afectación puntual o local.

La **reubicación de poblados** en los primeros 2 años y los efectos en diversos factores ambientales, es uno de los impactos considerados como más importantes, que tendrá un ámbito de afectación regional; sin embargo, no es posible evaluarlo cuantitativamente en todos los casos debido a que los sitios de reubicación aún no están definidos.

Los siguientes impactos negativos altos y muy altos se presentarán asociados al **llenado del embalse** y serán sobre diversos componentes de la flora, fauna, suelo y actividades agropecuarias por la pérdida irreversible de terrenos y recursos con el inicio de la inundación de la zona de embalse (a los 6.5 años del inicio de las obras), y se continuarán hasta los 96 meses con la conclusión de dicho llenado. Estos impactos altos y muy altos difícilmente podrán ser evitados por las características propias de la actividad, por lo que se proponen algunas medidas de compensación para subsanar los daños. Asimismo, la **existencia de un cuerpo de agua** de tales magnitudes abre oportunidades de aprovechamiento y crecimiento urbano, por lo que será necesario instrumentar un **Plan de Ordenamiento del Territorio** en los alrededores del embalse, para regular, tanto el uso del suelo como las actividades que se desarrollen dentro de la presa.

A partir del inicio de operación de la hidroeléctrica (a los 100 meses) concluyen prácticamente los impactos en el área de afectación.

- **A.2.- Impactos Benéficos**

El impacto benéfico más generalizado que se tendrá con la realización de este proyecto es un incremento en el **empleo temporal y el consumo de bienes y servicios** a nivel local y regional. La mayor oferta de empleos ocurrirá desde el segundo y hasta el sexto año de construcción de la presa, y disminuirá hacia el séptimo año con el llenado del embalse; momento en el cual ocurrirá una pérdida generalizada del empleo temporal otorgado. Por ello es importante establecer **planes y programas que fomenten el impulso para un**

**mayor desarrollo en la región**, mismo que puede tomar como punto detonador .a existencia propia del embalse.

Por su parte la **existencia del embalse** a partir de los 97 meses de iniciado el proyecto tendrá beneficios en la calidad paisajística de la zona, y por consiguiente, en la flora y faunas locales, y en el surgimiento de usos alternos. Ello sin incluir los beneficios que la generación de electricidad proporcionará a nivel de la Red Nacional de Generación de Energía Eléctrica, los que no pueden cuantificarse en este estudio de impacto ambiental como impactos benéficos.

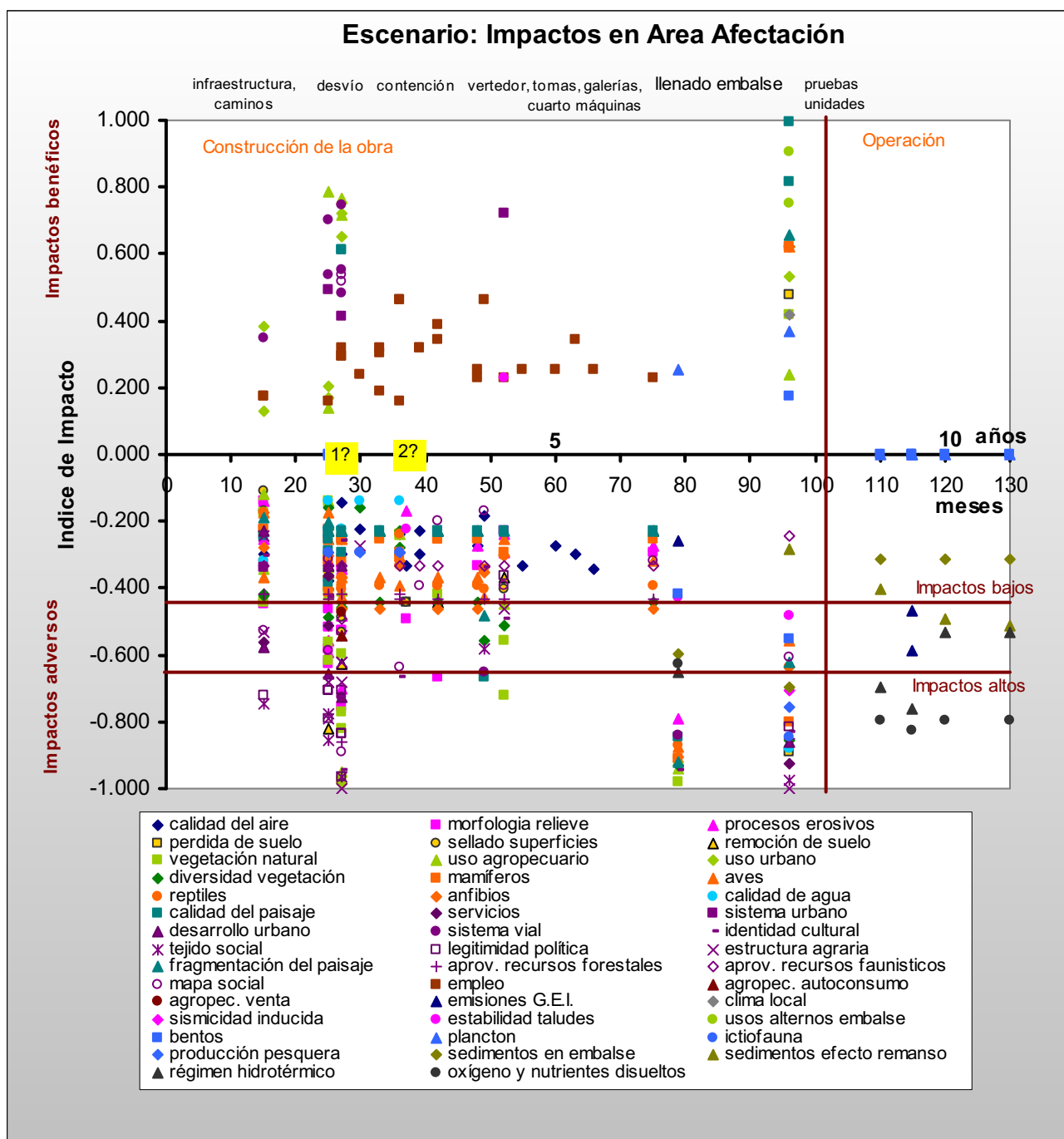


Figura V.4.1.a.- Evaluación general de impactos ambientales para el Área de Afectación.

Nota: 1? = Impacto desconocido por el Reacomodo de Poblados. 2?= Impacto desconocido por disposición de material excedente de bancos.

## B) Impactos en Área de Influencia Aguas debajo de la Cortina

En la figura V.4.1.b. se presenta una evaluación gráfica resumiendo los impactos ambientales que ocasionará este proyecto en el área de influencia a lo largo del tiempo. Se indican además las actividades del proyecto en orden cronológico según el programa establecido por CFE. Cabe mencionar que la proyección realizada del aumento o reducción de dichos impactos una vez iniciada la operación de la hidroeléctrica obedece a un comportamiento tendencial esperado, ya sea por llegar a un punto de equilibrio en donde ya no ocurrirá un impacto mayor, o por que el factor bajo análisis haya desaparecido. Por ello, la evaluación que se hace del valor del impacto en la tendencia de comportamiento en el tiempo posterior a los 120 meses (15 años) no corresponde a una evaluación numérica real, sino una alteración matemática del valor inicial para reflejar la tendencia esperada (ver matriz de impacto correspondiente).

- **Impactos Adversos**

Los impactos ocasionados aguas debajo de la cortina serán principalmente aquellos atribuibles a la operación de la hidroeléctrica. Durante la etapa de construcción, la mayoría de los impactos aguas debajo de la cortina serán bajos y ocurrirán principalmente dentro de los primeros 40 meses de desarrollo de la obra. Estos impactos ocurrirán sobre la calidad del agua y biota en el río, y van a estar dados principalmente por la **extracción de material aluvial** de las márgenes de éste. En este tiempo es importante el impacto que pueda derivarse de la reubicación de poblados. No obstante, ésta aún debe ser definida por CFE, los afectados y las instancias gubernamentales correspondientes, por lo que el impacto de esta actividad no puede ser evaluado en el presente estudio.

Una vez concluida la construcción de la infraestructura, se generarán impactos bajos, medios y altos en el área de influencia como producto de la **reducción del caudal del río para permitir el llenado**. El impacto se observará principalmente en la zona de la desembocadura (conformación del delta, vegetación acuática, barra costera) y sobre la estabilidad y conformación de las playas hacia el oeste de la desembocadura, y durará los 18 meses estimados para lograr el llenado del embalse necesario para operar la central.

Una vez concluido el llenado, el **procedimiento de operación contemplado (gasto de 748 m<sup>3</sup>/s por 4 horas y 0 m<sup>3</sup>/s en restantes 20 horas)**, generará importantes impactos en la biota, actividad agrícola en terrazas fluviales, a lo largo del cauce del río, así como en la desembocadura. Motivo de ello resulta importante la **modificación de dicho gasto** mediante la **construcción de una presa de cambio de régimen**, como se señala en las medidas de mitigación.

- **Impactos Benéficos**

Los impactos benéficos en el área de influencia se espera que ocurran debidos a la **reducción del caudal del río** y corresponden a una liberación **de terrazas bajas** para el uso agrícola, áreas que pueden ser explotadas como **bancos de material** y principalmente la mayor comunicación entre la Laguna de Tres palos con el mar, y con ello una depuración de sus aguas en el largo plazo. Este saneamiento natural al largo plazo beneficiará la fauna acuática y con ello la producción pesquera por el tiempo que dure la operación de la hidroeléctrica, siempre y cuando no vuelva a cerrarse completamente la barra.

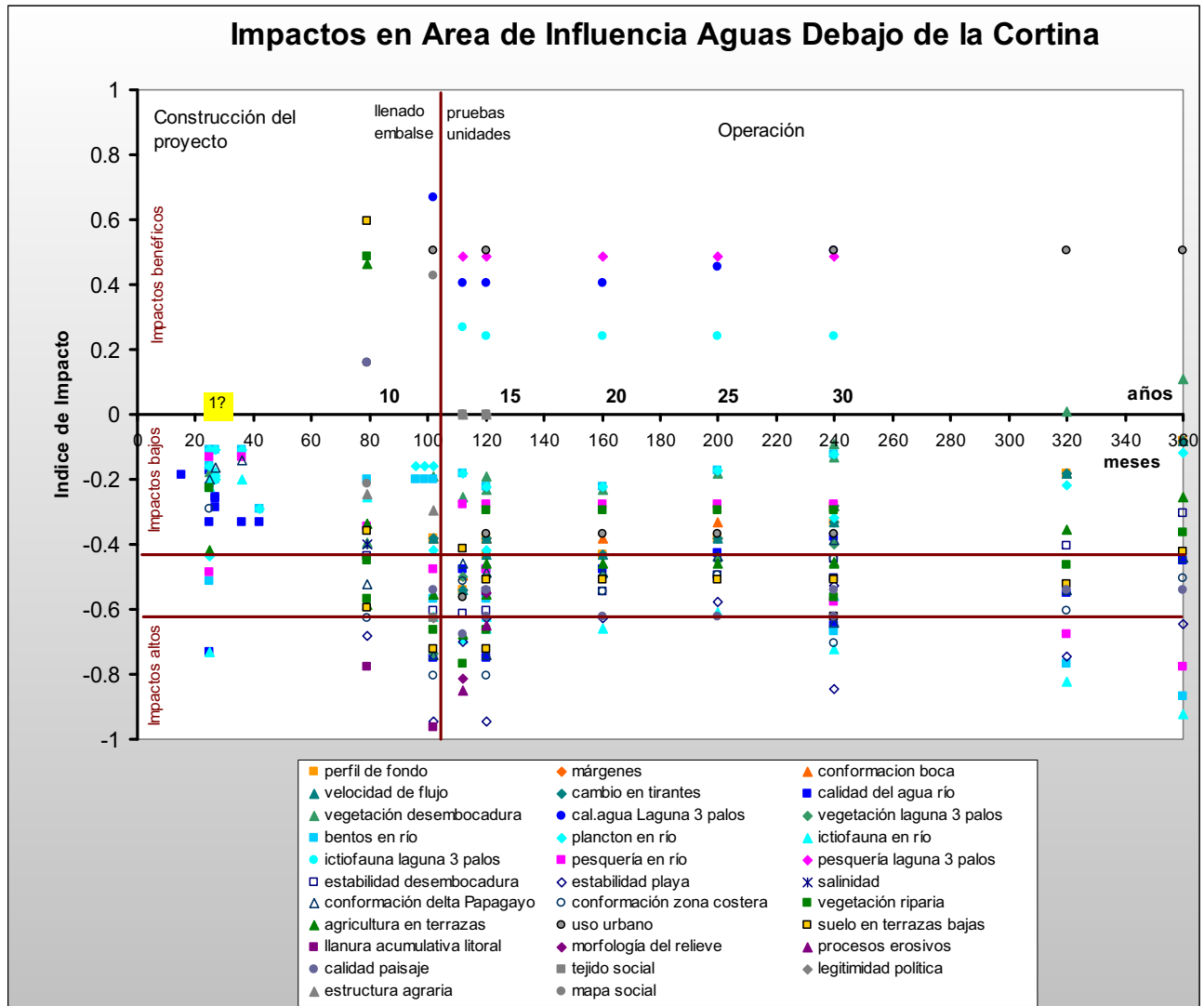


Figura V.4.1.b.- Evaluación general de impactos ambientales para el Área de Influencia Aguas Debajo de la Cortina. Nota: 1? = Impacto desconocido por el Reacomodo de Poblados.

#### **V.4.2.- Evaluación de los Principales Impactos Ambientales por factor ambiental**

##### *Actividades Previas*

Como se mencionó anteriormente, el primer impacto de gran magnitud lo constituirá la necesidad de reacomodo de poblados y todos los efectos socio-económicos, políticos y ambientales que ello conlleva. El desconocimiento de los sitios de reubicación precisos dificulta la evaluación cuantitativa del impacto, no obstante es posible prever los efectos de forma general y plantear recomendaciones para una mejor reubicación de las personas, tal y como se señala en el capítulo VI.

Otro aspecto importante a considerar previo a la construcción del proyecto son las características geotectónicas del sitio. La movilidad inferida con diversas evidencias (cap. IV) del horst de Los Mayos y la sismicidad inducida por el peso del agua en la zona del embalse deberán estudiarse con mayor detalle.

##### *Durante la Realización del Proyecto*

###### Suelos

Por su parte, el impacto de mayor relevancia en suelos corresponde al llenado del embalse, ya que se inundarán sitios con buena calidad agrícola (edafológica-ecológica) que en muchos casos corresponden a prácticamente todo el suelo de clase buena con que contaban algunos de los ejidos; resultado afectados directamente 22 ejidos. Esto si bien representa una pérdida en el sentido de querer continuar con un tipo de vida y actividades productivas para las poblaciones afectadas, también representa un beneficio en el sentido de que se va a contar con agua para aprovechar para riego (de ser factible) y brinda una nueva alternativa de ingresos económicos a través de otras actividades productivas (acuacultura, pesca, turismo, etc.) que pudieran desarrollarse en el embalse. No obstante, el propio desarrollo desorganizado de dichas actividades podrá representar un riesgo ambiental mayor que la propia presa, con un importante efecto sinérgico ( p.ej.: un restaurante a la orilla de la presa con paseo en bote produciría un pequeño impacto, pero ¿qué pasa si se abren 200 restaurantes similares?), por lo que se estima necesario contar con y hacer valer un ordenamiento del uso del suelo y actividades alrededor del embalse.

La necesidad de la obra proyectada quedó señalada en el capítulo II de este estudio, se estima que es un proyecto importante y necesario para el suministro de energía a todo el país por lo que en un ámbito nacional, este proyecto traerá beneficios. No obstante, habrá que ver que su longevidad y funcionamiento sean adecuados, por lo que será importante asegurar la menor cantidad de azolve en el tiempo. La forma de lograr lo anterior será mediante un programa de reforestación y control de erosión en las partes altas de las subcuencas de los ríos Omitlán y Papagayo.

###### Flora y fauna terrestres

Los impactos más relevantes serán los ocasionados por el llenado del embalse. Esto implica la inundación de la vegetación, la fragmentación y aislamiento de especies, así como una pérdida de individuos de diversas especies de flora y fauna. No obstante, el impacto ocurrirá a nivel de individuos, sin que resulten afectadas las poblaciones o comunidades en su totalidad.



### Hidrodinámica costera

#### 1) Desfogue y Gasto ecológico

Los impactos en la hidrodinámica costera durante el llenado del embalse serán moderados a altos ya que se afectarán la actual configuración de la desembocadura, la salinidad y en cierta medida las playas al Oeste de la misma.

Las diferentes condiciones de desfogue de la presa tendrán un impacto en la estabilidad de la boca. Esta se reducirá o aumentará de tamaño en función del gasto y no se considera que se cierre completamente dada la existencia de aporte de 30 m<sup>3</sup>/s de agua del río durante el llenado (gasto ecológico propuesto). Sin embargo, en caso de que el gasto ecológico sea muy pequeño o inexistente durante el llenado de la presa, la boca puede llegar a cerrarse, lo cual implicaría un riesgo de inundación para zonas bajas, en particular durante el inicio de operaciones.

Con relación a la estabilidad playera, el período más crítico es durante los 18 meses del llenado de la presa, en donde el impacto es considerado potencialmente alto. En su operación, el mayor riesgo a la inestabilidad lo constituyen las 20 horas sin aporte del río hacia el mar, por lo que es importante modificar el planteamiento de operación original, como se presenta en las medidas de mitigación.

En lo que se refiere a la salinidad, esta variará significativamente en función de la condición prevaleciente del desfogue los modelos aplicados arrojaron que el aumento en la salinidad del agua en el río ocurrirán cuando el gasto de agua sea menor al propuesto como ecológico y solamente afectarán la porción hasta la primera isla.

#### 2) Sedimentos

Los impactos esperados serán de dos tipos, primero un aumento en los sedimentos en el río como resultado de la extracción de aluvión y arcilla para la construcción. Segundo, la operación de la planta hidroeléctrica ocasionará que la carga de sedimentos se reduzca al quedar estos detenidos en la cortina. Esta situación hará variar la dinámica del sistema dado que en forma natural el río ha proporcionado sedimentos y mantenido estable el aporte tanto en la boca como en el delta del Papagayo.

Considerando que la construcción de la presa hidroeléctrica La Parota reducirá la carga de sedimento a través del cauce del río Papagayo y, en consecuencia, el aporte de estos al mar, se han contemplado tres principales impactos sobre la dinámica costera:

a) Desembocadura del río Papagayo, particularmente los efectos sobre las islas localizadas al final del cauce. Se tendrá un impacto adverso alto ya que las islas localizadas en la desembocadura tenderán a erosionarse al no tener el aporte de sedimento adecuado para mantener estable su tamaño. La erosión se dará principalmente por efectos de la dominancia de la marea y el oleaje durante el llenado y por las 20 horas sin gasto de agua propuesto en la operación.

b) Barras marinas. Al largo plazo se estima que se afectará la formación y permanencia de las barras sedimentarias en la desembocadura y en la región costera de la laguna de Tres Palos. La dinámica actual de distribución y transporte de sedimentos ha mantenido fluctuaciones alrededor de un valor medio de conformación y dimensiones de las barras, extrayendo sedimentos durante el periodo de bajamar y regresándolos durante la pleamar. Los cambios en el suministro de sedimentos por la construcción de la cortina reducirán el aporte hacia las barras, y los cambios de flujo de agua ocasionarán su erosión. Se estima que ocurrirá la erosión de la pequeña barra sin vegetación en la desembocadura con el cambio en la conformación de ésta, y que al muy largo plazo, se podrían observar cambios en la conformación de la barra litoral que separa la laguna de Tres palos, por lo que se requiere un monitoreo y estudio más detallado para identificar cualquier cambio significativo.

c) Laguna de Tres Palos. El flujo de 748 m<sup>3</sup>/s desplazará el frente hidráulico mar afuera sin el aporte de sedimentos, trayendo como consecuencia una modificación del delta del río. La erosión, a mediano o largo plazo, de esta zona costera ocasionará que la conexión del estero lagunar se amplíe y permita una mayor entrada de agua marina al cuerpo lagunar.

#### Vegetación acuática

La vegetación acuática presente en las riberas río abajo, podrá desaparecer, pero como son manchas inconspicuas y heterogéneas, llegarán a adaptarse al nuevo flujo durante la operación de la planta. En el caso de que se presente una erosión del estero al largo plazo, consecuencia de la erosión del delta y se comunique la laguna con el mar, la laguna pasaría de oligohalina a mesohalina, repercutiendo desfavorablemente sobre el tular y carrizal que se localizan en la parte interior de la barra lagunar.

#### Fauna acuática

##### 1) Peces

En lo que corresponde a la ictiología, el impacto será en la riqueza y biodiversidad río arriba y río abajo y en las migraciones de aquellas especies que lo hacen con fines reproductivos; sin embargo, no se encontraron especies endémicas, todas las determinadas se registran en el estado de Guerrero; en las que destacan lisas y tilapia como importantes que tienen amplia distribución en México.

En el caso de la pesca, ésta es de auto consumo y escasa captura en todo el cause del río, basada fundamentalmente en el langostino y tilapia. Río abajo existen peces como el cuatete, pargo y robalo e incluso camarón que son más estuarinos, que a pesar de su importancia no es una pesca bien establecida.

En la Laguna Tres Palos, el impacto de la erosión al largo plazo del delta del Río Papagayo y la mayor comunicación del mar con el estero, sería un efecto positivo, no sólo por el saneamiento del agua, sino también por la mayor penetración de especies de origen marino, algunas de las cuales son de importancia económica.

##### 2) Plancton y bentos

Con relación a los impactos moderados, el primero se presentará sobre el bentos en la zona del embalse, donde la conversión del sistema de lótico a léntico, modificará de manera total la diversidad de la comunidad bentónica (reemplazo de especies y su confinamiento a la zona litoral). El segundo impacto moderado, está referido también al bentos, pero en este caso a la zona aguas debajo de la cortina. En este caso, debido al funcionamiento cotidiano del proyecto hidroeléctrico (liberará diariamente un flujo de 748 m<sup>3</sup>/s durante 4 horas cada día) impedirá el establecimiento y desarrollo de comunidades bentónicas en la mayor parte del río. Las especies migratorias verán dificultada su desplazamiento debido a la liberación de agua concentrada en un corto periodo de tiempo y de gran caudal. Asimismo, se perderán las zonas de mayor riqueza taxonómica asociadas al aluvión.

Otro impacto está asociado a la extracción de material (aluvión), donde se encuentra la mayor riqueza y diversidad bentónica.

También se detectaron dos acciones positivas pero de muy bajo impacto. Uno de ellos está asociado con la disponibilidad de zona litoral para el desarrollo del bentos por la creación de islas, mientras que el otro es el favorecimiento para el desarrollo del plancton por la creación del embalse. Estos pueden derivar en un benéfico económico o compensación para los

pobladores afectados, a través de proporcionar recursos potencialmente pesqueros directamente (p.e., langostinos) o indirectamente como alimento para peces.

#### Aspectos socioeconómicos

La inundación de poblados y terrenos para cultivo será el impacto más fuerte para los habitantes de la región porque implicará el desplazamiento de población, modificación de sus actividades productivas vigentes y desarraigo de la actual región donde residen, si es que no existen terrenos disponibles o no pueden adquiridos dentro del área de influencia.

En los aspectos económicos, el único impacto económico positivo y principal beneficio ofrecido para los habitantes de la región que ocurrirá con certidumbre de llevarse a cabo, el P. H. será la creación de empleos temporales en la construcción del mencionado proyecto. Sin embargo, no esta garantizada la incorporación exclusiva de habitantes de la región ya que esto dependerá de factores, por ejemplo: disposición para emplearse en las actividades de construcción, sueldos ofrecidos, facilidades de transporte, etcétera. Otro impacto benéfico, pero de naturaleza incierta, es el surgimiento de nuevas actividades económicas como el turismo, comercio y pesca productiva, las cuales posiblemente, podrían mejorar los ingresos de los habitantes de la región y por lo tanto sus niveles de vida pero estas ocupaciones estarán sujetas a las restricciones y apoyos de autoridades municipales, el propio Estado de Guerrero y dependencias gubernamentales como Sagarpa, Semarnat, CNA y Sectur.

#### Conclusión de este apartado

Analizando las figuras V.4.1.a y b., podemos señalar que existen tres principales puntos de impacto en este proyecto, uno temporal asociado a la construcción de la obra, y que ocurrirá dentro de los primeros 10 años de la misma; y otros dos de carácter permanente, que estarán dados por: a) llenado y formación de un embalse de gran tamaño y b) modificaciones permanentes en el régimen de flujo de agua en la porción remanente del río y hacia la desembocadura. Estas dos acciones serán las que ocasionen los mayores impactos y de carácter permanente en la estructura y función del sistema ambiental regional.

### V.5. Delimitación del área de influencia

En este apartado se evalúa la dimensión del área de estudio con respecto al área de influencia con la intención de modificar la primera en el caso de que resulte insuficiente para evaluar la afectación del proyecto y su ámbito de influencia. En el caso del presente proyecto, el área de estudio en los diferentes rubros resultó ser mayor que la de influencia detectada, por lo que no es necesario realizar ampliaciones del área de estudio para identificar los límites de la afectación e influencias del proyecto. Como se señaló en apartados anteriores, las áreas de afectación e influencia del proyecto quedan definidas de la siguiente manera (mapas anteriormente presentados):

#### A) Área de afectación directa del proyecto

Se incluyen los sitios y acciones relacionados con la construcción de la cortina, el vertedor, obras de toma, desvío y diques, la apertura de caminos de acceso, el aprovechamiento de sitios como bancos de materiales y el emplazamiento directo de instalaciones tales como campamentos, oficinas, subestación eléctrica, etc. Asimismo se incluye el área que será ocupada por el embalse y su franja periférica de 2 km para efecto de poder evaluar la afectación socioeconómica de la población inmediata.

En lo correspondiente a los factores acuáticos, dentro del área de afectación directa del proyecto se contempla el tramo del Río Papagayo desde el sitio propuesto para la cortina de la Presa La Parota, hasta la confluencia de los ríos Papagayo y Omitlán, incluyendo La zona de la actual presa La Venta.

Dentro de ésta quedan comprendidas las localidades que se señalan en el cuadro V.5.1.

#### B) Área de influencia del proyecto, aguas debajo de la cortina

Esta incluye: las márgenes y cauce del río Papagayo, desde la cortina hasta la desembocadura; la zona costera y la laguna de Tres Palos. Dentro de ésta quedan comprendidas las localidades que se señalan en el cuadro V.5.1.

Cuadro V.5.1.- Localidades afectadas directa e indirectamente por el proyecto hidroeléctrico “La Parota”

Área de Afectación	Área de Influencia
<b>Localidades afectadas en viviendas, en terrenos cultivables o actividades productivas</b>	<b>Localidades afectadas en terrenos cultivables o actividades productivas</b>
Arroyo Verde	Xolapa
Colonia Guerrero	El Agua del Perro
Pochotlaxco	El Alto del Camarón
San José Cacahuatpec	Dos Arroyos
Venta Vieja	Sabanillas
El Chamizal	Garrapatas
La Unión	Puente de Omitlán
Plan Grande	Las Piñas
Omitlán	
Papagayo	
Tejería (La Palma)	
Tlalchocohuite	
El Ámate	
El Zapote	
El Palacio	

*Fuente: Elaboración propia con base al mapa proporcionada por CFE para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto Hidroeléctrico “La Parota”*

## **VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**

En este capítulo se mencionan las medidas, acciones y políticas que se estima necesarias para prevenir, eliminar, reducir, controlar o compensar los impactos adversos que el proyecto puede provocar en cada una de sus etapas de su desarrollo. En la descripción de varias de las medidas, se incluyen, primero, las medidas generales planteadas por la UNAM y, posteriormente, se incluyen una serie de medidas complementarias, acordadas con CFE; mismas que además, se incorporarán en las bases de licitación como especificaciones de protección ambiental, y que observarán obligatoriamente los contratistas que desarrollen las diversas obras del proyecto. Asimismo, se presentan medidas y recomendaciones adicionales, enfocadas principalmente a mitigar los impactos socioeconómicos y por la operación de la futura central hidroeléctrica, así como para mitigar posibles impactos del ambiente sobre el proyecto; estas últimas incidirían en el aumento de la vida útil de la presa, en el desarrollo sustentable de la región y para reforzar las medidas de seguridad.

Considerando que el PH La Parota puede ser el detonador de un desarrollo sustentable y contribuir significativamente en el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de una de las regiones más marginadas del estado de Guerrero y del país, es menester aclarar que varias de las medidas propuestas requerirán la participación y responsabilidad de otras entidades y autoridades de los ámbitos federal, estatal y municipal. Al respecto, por encargo de CFE, la UNAM trabaja en la integración de un plan estratégico de desarrollo regional sustentable que se promoverá ante las autoridades competentes, en cuya ejecución CFE está dispuesto a participar activamente, en la medida de sus responsabilidades y competencia.

Al final del capítulo se presentan especificaciones para preparar un programa general de protección ambiental y un programa calendarizado que ilustra el periodo de tiempo y las etapas del proyecto en las cuales se aplicarán las diferentes medidas de mitigación.

Las medidas se integraron temáticamente y están dirigidas a mitigar los impactos ambientales significativos.

## **VI.1 Clasificación de las medidas propuestas**

### **VI.1.1.- Clasificación de las medidas según el sitio de incidencia del impacto**

Para identificar los sitios donde deban ser aplicadas, la clasificación inicial de las medidas propuestas se hará en función de las zonas de impacto identificadas en el capítulo anterior:

- a) **A.A.- Impactos en área de afectación directa del proyecto (área del embalse, cortina, caminos, bancos de materiales e instalaciones).**
- b) **Al.- Impactos en área de influencia aguas debajo de la cortina (río Papagayo – de la presa a la desembocadura-, laguna de Tres palos y zona costera).**

### **VI.1.2.- Clasificación de las medidas según su carácter**

Las medidas de mitigación han sido clasificadas de la siguiente manera:

- 1) **PR.- Medidas de Prevención.-** aquellas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.
- 2) **MI.- Medidas de Mitigación.-** aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del proyecto.
- 3) **RE.- Medidas de Restauración.-** acciones o medidas que buscan recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales anteriores a la perturbación, remediando los cambios al ambiente, por lo que su aplicación es posterior a la aparición de los efectos del impacto ambiental.
- 4) **CO.- Medidas de Compensación.-** acciones o medidas que compensen el impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado.
- 5) **CN.- Medidas de Control.-** su propósito es asegurar el cumplimiento de acciones correctivas sobre ciertos factores ambientales y/o acciones del proyecto.

Algunas acciones requerirán una combinación de varias de las anteriormente citadas medidas, por lo que deberá prevalecer el criterio de que es mejor prevenir que mitigar y ésta es mejor que tener que remediar, dejando las acciones de compensación para aquellas situaciones en donde no hay otra opción.

## **VI.2 Agrupación de los impactos de acuerdo con las medidas de mitigación propuestas**

La agrupación y el orden de presentación de las medidas propuestas obedece por un lado al sitio de generación de los impactos, y por otro a la naturaleza de los mismos, de tal manera que sea factible ubicar y calendarizar la ejecución de dichas medidas.

A fin de que puedan ser asignadas a la instancia correspondiente, las medidas por sitio de incidencia de impacto, a su vez se han además agrupado en función del tipo de acciones que éstas implican de la siguiente manera:

**CA.- Consideraciones de tipo Ambiental.**- medidas destinadas a mantener o recuperar un estado de equilibrio aceptable en el ambiente.

**EC.- Especificaciones de construcción.**- obras civiles o hidráulicas dirigidas a lograr un mejor desarrollo del proyecto dentro del entorno ambiental, minimizando o eliminando posibles impactos.

**NR.- Normatividad y reglamentos.**- acciones dentro de un marco normativo específico, de índole nacional, estatal o local; así como creación de reglas y reglamentos particulares de la obra.

**PS.- Programas Sociales.**- planteamiento de acciones tendientes a lograr una mejor integración del proyecto en el entorno socio-económico del sitio.

**EA.- Estudios Adicionales.**- la falta de información referente al sistema ambiental y su respuesta ante un posible impacto, dificulta la elaboración de medidas de mitigación del mismo, por lo que se requiere una base de información adicional más sólida, de la cual se desprendan aquellas acciones que deberán tomarse en consideración para atender dicho impacto.

**XX.- Otras.**- acciones que difícilmente pueden ser ubicadas en cualquiera de las anteriores categorías.

Asimismo, cuando compete, se señalan aquellas medidas de índole **Puntual** (de aplicación en áreas muy localizadas menores a una hectárea); **Local** (de aplicación en áreas mayores a una hectárea); **General** (de aplicación en diversos sitios del área de afectación o influencia del proyecto).

### **VI.3 Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación**

En este capítulo se presentan y describen las propuestas de medidas generales de mitigación de impactos a manera de fichas técnicas organizadas de tal manera que permitan programar su ejecución, visualizar su aplicación y asignar las instancias correspondientes de ejecutarlas. La oportunidad de aplicación de dichas medidas es muy importante, por lo que han sido ordenadas además con base en su calendarización tentativa, presentada dentro del marco de desarrollo del proyecto (capítulo VI). Asimismo, al finalizar éstas, se incluyen una serie de Medidas Complementarias a partir de las cuales se desarrollarán las especificaciones ambientales que deberán observar los contratistas.

#### **V.1.3.1.- Nomenclatura Utilizada en las Fichas Técnicas**

La nomenclatura utilizada en dichas fichas es la siguiente:

Nomenclatura utilizada en las fichas Técnicas:

<b>I.- Incidencia del Impacto</b>
A.A.- Área de Afectación directa del proyecto
AI.- Área de Influencia aguas debajo de la cortina
OS.- Otros sitios; se especifican cuales.

<b>II.- Naturaleza del Impacto</b>
PR.-Prevención
MI.- Mitigación
RE.- Restauración
CO.- Compensación
CN.- Control

<b>III.- Tipo de medida</b>
CA.- Consideraciones de tipo Ambiental
EC.- Especificaciones de construcción
NR.- Normatividad y reglamentos
PS.- Programas Sociales
EA.- Estudios Adicionales
XX.- Otras

<b>IV.- Ubicación</b>
Puntual
Local
General



**A. Impactos en área de afectación directa del proyecto**

**(área del embalse, cortina, caminos, bancos de materiales e instalaciones).**

**A.1) IMPACTOS GENERALES PARA TODAS LAS ACTIVIDADES Y ETAPAS**

<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>1</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Aire
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.A.	PR	NR, CA	General
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Calidad del Aire Emisiones de: 1) contaminantes criterio y 2) polvo	1) Operación de maquinaria 2) Obras que generan polvos y desmontes en los que es factible aplicar esta medida	1) aumento de los niveles de contaminantes criterio en los sitios donde exista movimiento y operación de maquinaria de obra. 2) aumento en los niveles de partículas suspendidas en los frentes de obra.	En las inmediaciones de la cortina, durante las excavaciones y construcción de caminos. En los sitios de explotación de bancos En los frentes de obras.
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
1) Verificación vehicular 2) Manejo de material particulado en fases húmedas			
<b>Descripción General de la medida:</b>			
<p>1) Los equipos, máquinas y vehículos deberán de contar con óptimas condiciones de operación. Utilizar maquinaria con edades menores a 5 años. La operación de vehículos y camiones deberá sujetarse a lineamientos establecidos por la normatividad competente en lo referente a emisiones de CO<sub>2</sub>, NOx e hidrocarburos.</p> <p>2) Para reducir la emisión de polvos, las actividades de remoción de suelo en sitios donde el material sea muy susceptible a ser volatilizado, la remoción deberá realizarse con las superficies húmedas, ya sea utilizando pipas con sistemas de aspersión, o bien bombeando y asperjando agua directamente del río Papagayo.</p> <p>3) Asimismo, el transporte de tierras en vehículos deberá considerar el uso de camiones cubiertos con lonas para evitar el derrame de material por los caminos.</p>			
<b>Medida Complementaria: Especificaciones Ambientales</b>		<b>Figuras y cuadros de referencia</b>	
No. 6.- Control de emisiones		ninguno	

<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>2</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Flora y Fauna terrestre Paisaje, suelo Aspectos Económicos
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.A.	PR,CA	CA, PS	Local en diferentes puntos
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Tipos de vegetación y diversidad de especies. Pérdida de suelo y sellado de superficies. Parches remanentes de vegetación natural.	Instalaciones permanentes de la hidroeléctrica: Instalaciones permanentes (oficinas), obras de desvío, contención, vertedor, obras de toma, galerías, explanadas y excavaciones de túneles, etc.	Daño irreversible a diferentes tipos de vegetación en sitios de obras	En diferentes frentes de obra
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Reducir al mínimo necesario las superficies desmontadas			
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p>Se deberán reducir al mínimo necesario las superficies desmontadas por la obra puesto que la recuperación del paisaje natural, tras el despojo de la vegetación y de los suelos en este tipo de ecosistemas, es un proceso lento, por lo que se debe atender a la recomendación de llevar un manejo cuidadoso de las obras, con miras a la mejor conservación de los espacios naturales anexos a las áreas de excavación.</p> <p>Los impactos por sellamiento de superficies de suelo y afectación a la vegetación por las instalaciones que requiere el proyecto de índole permanente no podrán ser evitados. No obstante pasarán a formar parte del propio proyecto y ocurrirán dentro de los terrenos de la promotora, además de ocupar áreas relativamente pequeñas y generalmente alrededor del área de la cortina de la presa. Como mitigación deberán restaurar (por medio de la reforestación señalada en la <b>ficha técnica No. 4</b>) las áreas inmediatas que hayan sido afectadas por movimientos de equipos, vehículos y personal. Además, aunque las instalaciones queden incluidas en el proyecto final, todo tipo de escombros o residuos deberá ser retirado del sitio al momento de iniciar la operación de la presa.</p> <p>La compensación por la ocupación de dichos terrenos no será necesaria debido a la pequeña dimensión de los mismos y a que al pasar a formar parte de la propiedad de CFE, estos quedan a su cargo y la empresa verá que se mantengan limpios y reforestados.</p> <p>Para evitar contaminación del suelo o del embalse por agua negra y desperdicios, las instalaciones y oficinas definitivas deberán contar con sistemas de manejo de residuos adecuados.</p> <p>Para evitar confrontación y problemas sociales por descontento en la población, se sugiere la constante comunicación entre ambas partes y así acordar el pago de los terrenos adquiridos y/o expropiados para la realización del proyecto, así como de los bienes diferentes a la tierra. Para ello se deberá elaborar algún mecanismo de mediación con interesados y autoridades, para llegar al consenso del pago de los terrenos expropiados o alguna autoridad que determine de forma clara y transparente el valor de los mismos y su pago oportuno.</p>			

<b>Medida Complementaria: Especificaciones ambientales</b>	<b>Figuras y cuadros de referencia</b>
No. 1 Organización espacial de la infraestructura No. 3 Manejo de residuos sólidos No. 4 Manejo de aguas residuales	ninguno

<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>3</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Geología y Geomorfología Suelos
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.A.	MI, RE	CA, EC	Local
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Relieve y erosión	Obras de: infraestructura, desvío, contención, vertedor y subestación	Fuertes transformaciones del relieve con desestabilización de superficies e incremento en la erosión	En diferentes sitios donde se realicen excavaciones y cortes
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Evitar deslizamientos de tierra y erosión de sitios de obras			
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p>Las fuertes transformaciones del relieve dadas por las excavaciones y cortes en laderas y sitios con baja consolidación de materiales conllevan un incremento en los procesos de erosión y la desestabilización de tierras. Por ello, en los sitios con baja consolidación de materiales y sus alrededores se deberán construir presas filtrantes, diques de gaviones o trampas sedimentarias, así como utilizar la reforestación de las superficies (<b>ver ficha técnica No. 4</b>) expuestas para acelerar su estabilización. El uso de concreto lanzado ha probado ser eficaz solamente en pendientes bajas, y a la larga, se resquebraja y desprende con las lluvias, con lo que resulta más caro y menos adecuado que estabilizar con vegetación local; ello sin considerar su terrible aspecto paisajístico. Por estos motivos, no se recomienda, a menos de que no sea factible la reforestación.</p>			
<b>Medida Complementaria: Especificaciones ambientales</b>		<b>Figuras y cuadros de referencia</b>	
No. 10 Control de la erosión		ninguno	

<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>4</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Suelos Vegetación y fauna terrestre Paisaje
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.A.	PR, RE, CO	CA, EC	Local en diversos sitios de obras.
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Pérdida de suelo y vegetación natural, detrimento de la calidad del paisaje Pérdida de especies de vertebrados terrestres	Excavaciones, desmontes y deshierbes en diferentes puntos de la obra	Pérdida de la capa orgánica de suelo y vegetación con la consecuente destrucción de hábitats de fauna	En diferentes sitios donde se realicen excavaciones y el desmonte de la vegetación
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Reforestación con especies locales permitiendo acelerar los procesos naturales de sucesión posteriores a disturbios, facilitar el escape de la fauna dentro de lo posible.			
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p>Es común escuchar que se propone como medida de mitigación el realizar acciones de reforestación con especies silvestres locales. Sin embargo, si ello no se planifica adecuadamente, no resulta ser una medida de mitigación viable por un sencillo motivo: No existen viveros comerciales donde se puedan conseguir especies silvestres locales. Por ello, esta medida debe considerar dos etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Acciones previas a la reforestación: Instalación de un vivero desde el inicio de las obras, en donde se realice la propagación de especies silvestres locales mediante semillas y/o estacas. La selección de especies y sus números deberán obedecer a un estudio previo sobre etapas serales y listados de flora local que realice una institución o empresa competentes. La vegetación natural más extensa es la selva baja caducifolia, misma que comparte algunas especies con las primeras etapas de la selva mediana y del matorral xerófilo, por lo que el vivero por instalar deberá contemplar la propagación de especies de las etapas serales iniciales e intermedias de la selva baja caducifolia.</li> </ol> <p>Excavaciones y desmonte: Las acciones de rescate de fauna generalmente no son viables ya que de no realizarlas personal experto con el equipo adecuado (lo que puede resultar económicamente inviable), pueden resultar en organismos y trabajadores lastimados, además de los problemas debidos al almacenamiento y transporte de organismos (promotores de comercio ilegal) y para la selección de los sitios para su liberación. Por ello se estima que esta medida es menos eficiente de lo que se piensa, por lo que en este estudio se opta por recomendar el facilitar el escape natural de los organismos. Para ello se deberá organizar la entrada de las máquinas de forma gradual del centro del frente de obra hacia la periferia, permitiendo el desplazamiento de algunos individuos lejos de los sitios de obras. Será inevitable que algunos organismos queden atrapados en los</p>			

escombros, particularmente aquellos que ante el temor, lejos de huir, se adentran en sus madrigueras o cuevas. Por ello, tanto para los organismos que logran escapar, como para aquellos que van inmersos en el material removido (y no mueren) se deberán aplicar las medidas señaladas en la **ficha técnica No. 6**.

Asimismo, la calidad y volumen del suelo requerido para reforestar sitios desmontados en ocasiones hace que esta medida sea muy cara y el uso de tierra exógena introduce semillas de otras especies que lejos de permitir una adecuada reforestación, pueden propiciar la aparición de especies exóticas al sitio que desplacen a las locales. Por ello, se recomienda acamellonar en algún punto de la obra el material excavado y protegerlo con lonas para evitar su pérdida, ya que dicho material será utilizado en la reforestación.

- 2) Reforestación. Las obras de excavación y desmonte tendrán como resultado dos tipos de superficies:

*2.1.- Superficies temporalmente desmontadas que requerirán ser reforestadas adecuadamente como medida de restauración.*

Si el sitio ha sido compactado por las acciones de la obra, previo a su reforestación, la superficie deberá ser descompactada utilizando arados. Posterior a ello se arropará con el suelo orgánico acamellonado para proceder a realizar la siembra de especies siguiendo el plan establecido por una institución o empresa competentes. El riego y cuidado de las superficies reforestadas deberá quedar a cargo de la institución o empresa competente, por lo menos hasta mediados de la temporada de lluvias.

*2.2.- Superficies permanentemente afectadas cuyo daño ambiental deberá ser compensado con la reforestación de sitios (p.e. laderas) cercanos deteriorados y que no se estén ocupando para aprovechamiento agropecuario.* Las superficies por reforestar mediante esta compensación deberán ser de tamaño igual o mayores a la superficie afectada y su reforestación deberá obedecer a un análisis cuidadoso de alternativas de recuperación mediante un estudio previo. La ventaja de estas acciones, además de la compensación ecológica de hábitats, protección al suelo y recuperación de sombra, será una mayor integración paisajística de la infraestructura.

<b>Medidas Complementarias: Especificaciones ambientales</b>	<b>Figuras y cuadros de referencia</b>
No. 8 Reforestación de áreas afectadas No. 11 Protección de la fauna silvestre No. 12 Conservación y protección de flora silvestre	Ninguno



<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>5</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Agua superficial y subterránea, Suelo
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.A.	PR, MI	CA, EC	Puntual
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Contaminación de suelo, agua superficial y subterránea	Generación de desechos sólidos y líquidos municipales e industriales	La disposición inadecuada de desechos resultará en la contaminación del suelo, del agua superficial y por infiltración, del agua subterránea.	En los frentes de obra, zonas de campamentos, instalaciones CFE y contratistas, talleres, almacenes y patios para maquinaria
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Construcción de planta de tratamiento y sistemas adecuados de colecta y manejo de residuos.			
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p>La obra contempla la construcción de una planta de tratamiento, cuyas especificaciones aún no han sido establecidas. Dicha planta deberá ser de capacidad y características suficientes para tratar el agua de la zona de campamentos, oficinas, talleres y frentes de obra, y su construcción deberá observar las disposiciones establecidas para tal fin en la normatividad correspondiente.</p> <p>Por su parte, en los frentes de obra se deberán instalar sanitarios portátiles como los que usualmente se emplean, y será responsabilidad de cada contratista observar que sean diariamente limpiados y sus contenidos depositados en la planta de tratamiento construida para la obra, o donde la compañía prestadora del servicio lo establezca; siempre y cuando quede dentro de los términos de la normatividad correspondiente.</p> <p>En lo referente a residuos industriales y peligrosos (CRETIB) (aceites gastados, gasolinas, pinturas, estopas, etc.), éstos deberán depositarse en tambos con tapa dentro de las instalaciones de los talleres y almacenes para ser periódicamente recolectados y dispuestos en el sitio que la autoridad municipal señale para ello dentro del marco de la normatividad correspondiente. Las reparaciones mecánicas deberá hacerse en el área de talleres destinada para ello que contarán con piso de cemento.</p> <p>Como se señaló en el capítulo IV, la zona en general adolece de servicios, por lo que para una mejor integración social del proyecto se recomienda a CFE, invitar para el mejoramiento del servicio de recolección de desechos tanto sólidos como líquidos, al ayuntamiento de cada municipio en la elaboración de un plan integral de recolección de residuos. En el área de obras, el contratista debe contemplar un programa de manejo tanto de residuos sólidos como de peligrosos</p>			
<b>Medidas Complementarias: Especificaciones ambientales</b>			<b>Figuras y cuadros de referencia</b>
No. 3 Manejo de residuos sólidos No. 4 Manejo de aguas residuales No. 5 Manejo de residuos peligrosos			ninguno

<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>6</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Fauna terrestre
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.A.	PR	CA, NR	Puntual en frentes de obra
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Caza o captura de especies de fauna silvestre	Excavaciones y desmontes Presencia de personal en frentes de obra	Una mayor susceptibilidad a la captura y caza de vertebrados terrestres como producto de las excavaciones y los desmontes, ya sea para alimentación o comercialización	En los diferentes frentes de obra, en áreas circundantes a oficinas y campamentos
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Reglamentación interna y concientización del personal			
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p>Los movimientos de escape de la fauna como producto de las obras los hará fácil presa de trabajadores y gente asociada a las obras, ya sea para su consumo (iguanas, armadillos, etc) como para su comercialización fuera de ley (venta de organismos como mascotas) o por miedo a mordedura, sean o no venenosas (serpientes, escorpiones) Ello aumenta la tasa de extracción de organismos existente en la región y el número de animales muertos por las obras.</p> <p>Como medida preventiva se deberá elaborar un Programa de Manejo y Reglamento interno con vigilancia y sanciones que evite que los trabajadores incurran en tales conductas. Asimismo, dicho reglamento deberá acompañarse de campañas de concientización ilustradas para obtener mejores resultados y se puede apoyar en referencias bibliográficas como la que se refiere al pie de esta ficha.</p> <p>El programa de manejo deberá desarrollar las medidas mínimas para asegurar que no se destruyan de manera sistemática a ejemplares de especies consideradas nocivas como serpientes o atractivas como armadillos y pericos. El programa deberá explicitar que deberán respetarse la norma oficial referente a flora y fauna silvestres (la NOM 059 SEMARNAT 2002) que establece a las especies en riesgo de extinción.</p>			
<b>Medidas Complementarias: Especificaciones ambientales</b>		<b>Figuras o cuadros de referencia</b>	
No. 11 Protección de la fauna silvestre		Referencia bibliográfica de utilidad:  Guía de identificación para las aves y mamíferos silvestres de mayor comercio en México, protegidos por la CITES. SEMARNAP, PROFEPA, INE, CONABIO, México 2000.	

<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>7</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Aspectos socio-económicos
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.A.	MI	PS	General
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Empleo	Preparación del sitio y construcción de la hidroeléctrica	Perdida gradual de empleos temporales	En diferentes puntos de la obra
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Reincorporación a actividades productivas.		Conforme a programa de obra	
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p>En función del calendario de actividades proporcionado por CFE, se estima que a partir del término de la construcción de la cortina, el empleo de trabajadores iniciará su tendencia a decrecer.</p> <p>Se prevé que la mayor parte de la población ajena a la región emigrará hacia sus zonas de origen, sin embargo, la población local (afectable con el embalse) comenzará a desemplearse por lo que es necesario contemplar otros programas de empleo temporal y permanente.</p> <p>Esto se puede aminorar con actividades alternativas como la acuacultura, previo un análisis de factibilidad, y apoyadas con asistencia técnica, capacitación para productores y organizaciones sociales o cooperativas, equipamiento y adquisición de insumos (crías, alimento), infraestructura, obra y rehabilitación de unidades de producción, etc.</p> <p>Lo anterior, se encuentra en proceso de desarrollo por parte de la Universidad Autónoma de Guerrero a través del <i>Plan de Desarrollo Integral del Área de Influencia del P. H. La Parota</i> con apoyo de tres unidades académicas. Cabe hacer mención que el producto de este plan debe tener la participación de instituciones y dependencias que apoyen la puesta en marcha de los programas estudiados, como COPLADE, Turismo, SAGARPA, entre otras.</p>			
<b>Medidas complementarias: especificaciones ambientales</b>		<b>Figuras y cuadros de referencia</b>	
Ninguna		Modelos de actividades alternativas (ver anexo)	

## **A.2) ETAPA: PREPARACIÓN DE SITIOS**

<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>8</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Suelo, flora y fauna terrestres
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.A.	PR, MI	CA	Puntual
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Cobertura por vegetación	Tendido de línea(s) de electrificación y construcción de subestación eléctrica de 115 Kv	Desmote de vegetación y sellado de superficies por instalaciones de subestación	A lo largo del trazo de la línea y en el área destinada a la subestación.
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Protección de flora en sitio de línea de conducción y subestación			
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p>La colocación de torres para el tendido de la(s) línea(s) deberá concretarse a la vegetación arbórea y respetar en lo posible la vegetación de matorral y la herbácea para evitar la erosión del terreno, especialmente en las áreas más susceptibles a ella (p.e. pendientes más pronunciadas).</p> <p>En lo referente a la ubicación de la subestación eléctrica, para proteger la flora y fauna locales, una manera adicional de reducir el impacto de la construcción de la presa es ubicar esta infraestructura en zonas que carezcan de vegetación natural. Es decir, se deberán de evitar los sitios que conservan selva mediana, selva baja y matorral xerófito. Para la elección de los sitios se deberán apoyar en el mapa de vegetación del área de influencia del proyecto y realizar la ubicación detallada en campo.</p> <p>Para evitar confrontación y problemas sociales por descontento en la población, se sugiere anticipar oportunamente el proceso de ocupación y expropiación de tierras y bienes distintos a la tierra.</p>			
<b>Medidas complementarias: Especificaciones ambientales</b>		<b>Figuras y cuadros de referencia</b>	
No. 1 Organización espacial de la infraestructura No. 11 Protección de la fauna silvestre No. 12 Conservación y protección de la flora silvestre		ninguno	

<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>9</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Suelo, vegetación, paisaje, aspectos socio-económicos
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.A.	PR, RE, CO	CA, EC	Puntual
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Pérdida de suelo y vegetación	Construcción de camino de acceso definitivo	Remoción de suelo y vegetación en el área del camino y sitios aledaños	A lo largo del trazo del camino de acceso (ver alternativa 1 en mapa de referencia)
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Reducción de afectaciones por rehabilitación. Realización de obras de reforestación del derecho de vía.		Primer trimestre de 2006	Segundo trimestre de 2006
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p>Dado que se trata de accesos pavimentados con carácter permanente, la única medida de mitigación por aplicarse para el suelo y vegetación en esta actividad será el acamellonamiento del material orgánico removido hacia los laterales del derecho de vía, sin afectar terrenos fuera de éste, y su reutilización en la reforestación (<b>ver ficha técnica No. 4</b>) del mismo.</p> <p>Para minimizar afectaciones, todo tipo de obra y actividad deberá realizarse dentro del derecho de vía y concluida la misma, deberán removerse todos los escombros y residuos de la construcción.</p> <p>Para evitar la contaminación atmosférica deberá utilizarse preferentemente asfalto de una planta ya establecida en la zona. La construcción, el mantenimiento y obras de conservación de dicho camino deberán seguir los procedimientos establecidos por las normas de la SCT y estarán a cargo de la CFE por ser de su responsabilidad y encontrarse bajo su uso dicho camino.</p> <p>Asimismo se deberá coordinar con el Gobierno del Estado la especulación y el surgimiento de asentamientos irregulares así como mayores desmontes respetando y delimitando físicamente el derecho de vía del camino.</p> <p>La construcción de los caminos definitivos causará daños moderados al entorno paisajístico, debido principalmente a la eliminación de paisajes de mayor calidad que se vería afectado. La eventual afectación de la vegetación y de los suelos supone efectos negativos en el desarrollo de los ecosistemas perturbados, por lo que la mitigación de los impactos debe considerar el manejo cuidadoso de las obras de construcción, con miras a la mejor conservación de los espacios naturales y/o perturbados anexos a los caminos.</p> <p>Para evitar confrontación y problemas sociales por descontento en la población, se sugiere un pago oportuno por los terrenos adquiridos y/o expropiados para la realización de la alternativa seleccionada del camino, así como de los bienes diferentes a la tierra.</p>			
<b>Medidas Complementarias: Especificaciones ambientales</b>		<b>Figuras y cuadros de referencia</b>	
No. 3 Manejo de residuos sólidos		ninguno	

<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>10</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Flora y fauna terrestres, aspectos socioeconómicos
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.A.	PR, MI	CA, NR	General
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Vertebrados terrestres y sistema vial	Tránsito de un elevado número de vehículos	vehículos circulando por los diferentes caminos durante la construcción generando ruido, polvo y tránsito, inconformidad vecinal, problemas de seguridad y daño a vertebrados silvestres	En los caminos de acceso definitivos, así como en los caminos a bancos y frentes de obra
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Adecuado señalamiento, límites de velocidad, vigilancia			
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p>Los datos generados en capítulo IV permiten estimar que la mayor interacción o demanda de viajes de trabajo (80.2% del total regional) y de compras (64.2% del total regional) se registrarán al interior del municipio de Acapulco y que dentro de este, los principales caminos impactados por la obra serán el que va de Acapulco a Tunzingo y San Pedro Cacahuatepec y de estas intersecciones a la zona de obras. En menor medida se realizarán viajes de trabajo y de compras desde las localidades de los otros municipios en función de su jerarquía y fuerza de trabajo disponible: destacando la participación porcentual de Chilpancingo con el 4.9% de los viajes de trabajo y el 8.9% de los correspondientes a compras) y en tercer lugar destaca la participación de Juan R. Escudero y en seguida San Marcos.</p> <p>En el caso del tráfico de carga, el movimiento de cerca de 18 millones de m<sup>3</sup> de materiales que demandará la construcción de la obra, se concentrará en una zona localizada y poco extensa, desde los bancos de material a la cortina y, en segundo lugar de toda clase de insumos que llegarán principalmente de Acapulco y Chilpancingo.</p> <p>La demanda de viajes durante la fase de preparación será relativamente baja, según los estudios de la CFE, la construcción de la obra demandará 646 empleos en la etapa de preconstrucción (12 meses), la que se considera baja si se compara con lo que implicará la demanda que generará la participación de los 5106 obreros que trabajaran durante la fase de construcción (seis años), correspondiendo el 80% de ellos a los frentes de la cortina, explotación del banco de materiales y obras de generación.</p> <p>Esta movilización podría generar descontento entre los demás usuarios de los caminos, y los pobladores en las cercanías de las obras y caminos nuevos. Podrá también existir una mayor propensión a los accidentes, robos y secuestros, así como un mayor arrollamiento de vertebrados terrestres.</p> <p>Como medida preventiva, además de los libramientos a las comunidades con mayor población que se consideraron en el diseño del trazo del camino definitivo, se propone detectar los sitios que resultarán más afectados por el tránsito de vehículos, así como los sitios donde puedan ocurrir o incrementarse los accidentes, robos o secuestros, donde se genere contaminación, ruido,</p>			

congestión, o posibles molestias a los pobladores locales y en ellos implementar medidas tales como el establecer controles de seguridad (vigilancia, demarcación; señalización de: límites de velocidad, entradas y salidas; control de tránsito y medidas asistenciales; así como horarios para el tránsito de los vehículos más pesados y de transporte de personal).

Se deberá solicitar el apoyo de las autoridades locales para brindar seguridad y vigilancia en los caminos, así como establecer un reglamento interno para el adecuado tránsito y comportamiento de los choferes dentro de los diferentes frentes de obra; y muy particularmente cuando los caminos pasen frente algún poblado.

<b>Medidas Complementarias: Especificaciones ambientales</b>	<b>Figuras y cuadros de referencia</b>
ninguna	ninguno



<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>11</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Suelo, Uso del suelo, Flora y Fauna terrestres, paisaje
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.A.	PR, RE	CA	Puntual
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Modificaciones del relieve, Pérdida de suelo, Sellado de superficie edáfica, Flora, vertebrados terrestres, paisaje	Instalaciones temporales:  oficinas, campamentos, almacenes y talleres para la construcción	Pérdida de vegetación, de cierta calidad de suelo y sellado de superficies en área de emplazamiento de construcciones bajo dos situaciones: 1) áreas previamente utilizadas para campamentos en otros años y que se contemplan para instalaciones y oficinas definidas en proyecto (Cap. II) 2) áreas aún no definidas sobre las que se construirán campamentos y oficinas de contratistas. .	En la zona señalada por el mapa de referencia para instalación y campamentos y en los campamentos de las constructoras cuyos sitios aún no han sido determinados
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Ocasionar las mínimas afectaciones mediante una planeación estratégica del sitio a ocupar y el manejo de recursos y residuos. Restaurar los sitios afectados mediante medidas de reforestación adecuadas.			
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p>Los impactos por la instalación de infraestructura de índole temporal, como son los campamentos de personal, casetas de vigilancia y las instalaciones de las empresas contratistas, podrán ser mitigados y su efecto restaurado. Aun se desconoce la ubicación precisa de éstos campamentos, que generalmente se localizan cercanos a los frentes de obra (cortina, camino acceso, etc.) o bien cercanas a las oficinas de CFE; por lo que no es factible determinar la calidad de suelo o vegetación que afectarán directamente. Por estos motivos, los sitios afectados por infraestructura temporal (campamentos, talleres, almacenes) para la construcción por empresas contratistas deberán ubicarse en lugares previamente perturbados o en terrenos donde exista vegetación secundaria en fases iniciales de sucesión (estratos herbáceo y arbustivo). Es decir, se deberán de evitar los sitios que conservan selva mediana, selva baja y matorral xerófito. Para la elección de los sitios se deberán apoyar en el mapa de vegetación del área del proyecto y realizar la ubicación detallada en campo. Asimismo, se deberán reducir al mínimo necesario las superficies desmontadas puesto que la recuperación del paisaje natural, tras el despojo de la vegetación y de los suelos en este tipo de ecosistemas, es un proceso lento, por lo que se debe atender a la recomendación de llevar un manejo cuidadoso de las obras, con miras a la mejor conservación de los espacios naturales.</p> <p>El depósito de residuos sólidos y líquidos debe estar reglamentado y los aceites y demás residuos peligrosos deben ser dispuestos de acuerdo a normativa aplicable y medidas complementarias establecidas por CFE a los Contratistas.</p>			

Las instalaciones sanitarias deberán evitar la contaminación del suelo y la proliferación de enfermedades por lo que deben ajustarse a las medidas complementarias y disposiciones legales pertinentes.

En los sitios de ocupación temporal, una vez concluido su uso, deberá retirarse todo tipo de escombros y material de construcción, casetas, tarimas, etc. El piso deberá ser levantado y removido y las superficies deberán ser descompactadas para permitir las correspondientes acciones de reforestación (**ficha técnica No. 4**).

En estos sitios, desde el inicio de su ocupación deberá desalentarse el surgimiento de puestos y expendios fijos que posteriormente sirvan como pivotes para asentamientos irregulares, por lo que el perímetro del sitio deberá quedar claramente delimitado y se pedirá apoyo a la autoridad local para evitar el surgimiento de dichos puestos.

Para evitar confrontación y problemas sociales por descontento en la población, se sugiere un pago y oportuno por los terrenos adquiridos y/o expropiados para la realización de esta obra, así como de los bienes diferentes a la tierra. Para ello se deberá elaborar algún mecanismo de mediación con interesados y autoridades, para llegar al consenso del pago de los terrenos expropiados o alguna autoridad que determine de forma clara y transparente el valor de los mismos y su pago oportuno.

Para evitar confrontación y problemas sociales por descontento en la población, se sugiere anticipar oportunamente el proceso de ocupación y expropiación de tierras y bienes distintos a la tierra.

<b>Medidas Complementarias: Especificaciones ambientales</b>	<b>Figuras y cuadros de referencia</b>
No. 1 Organización espacial de infraestructura No. 2 Suministro de agua potable en frentes de obra No. 3 Manejo de residuos sólidos No. 4 Manejo de aguas residuales No.5 Manejo de residuos peligrosos No. 8 Reforestación de áreas afectadas No. 9 Instalación y operación de sanitarios móviles	Ninguno

<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>12</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Suelo, uso del suelo vegetación y fauna terrestre, paisaje, aspectos socioeconómicos
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.A.	PR, MI, CO	CA, EC, PS, EA	General Varias localidades en toda la región bajo estudio
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Pérdida y sellado de superficies, pérdida de vegetación, alteración a fauna, efectos socio- económicos diversos	Inundación del área para el embalse	Reubicación de Poblados	Las localidades afectadas se señalan en el capítulo de impactos. Los sitios de reubicación final aún se desconocen.
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Recomendaciones generales para la reubicación de poblados. Recomendación de realización de estudio de Factibilidad de Tierras para seleccionar mejores alternativas.			
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p>El reacomodo de los poblados afectados por el embalse es una obra que derivará en grandes impactos, aunque no es posible evaluarlos ni establecer medidas de mitigación particulares debido a que se desconoce la ubicación y características de los sitios destinados a esta obra.</p> <p>El reacomodo de poblados requerirá una serie de acciones preventivas tendientes a identificar y seleccionar los posibles sitios hacia donde sea factible reubicar a las localidades. Como recomendaciones generales para la concertación con los pobladores afectados sobre los sitios más adecuados para la reubicación se tienen los siguientes criterios:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) localizados dentro de los territorios ejidales o de bienes comunales,</li> <li>2) dentro del área de dos kilómetros (buffer),</li> <li>3) entre 0 y 2 kilómetros de distancia a una vía de comunicación,</li> <li>4) en terrenos con una pendiente menor de 5 grados,</li> <li>5) en terrenos de vegetación secundaria o de baja productividad. Se aconseja ubicar las viviendas y la nueva infraestructura en zonas que carezcan de vegetación natural, evitando la alteración de selva mediana, selva baja y matorral xerófito.</li> <li>6) en suelos de baja calidad edafocológica pero cercanos a sitios con buena a regular calidad para que puedan continuar realizando una agricultura de subsistencia.</li> <li>7) en polígonos que contemplen crecimiento futuro.</li> <li>8) La restitución de viviendas y actividades productivas deberán cumplir con las características necesarias para que los habitantes afectados mejoren sus condiciones de vida sobre vivienda y servicios, y al menos, opciones de actividades productivas que les permitan los mismos ingresos que presentaban antes de la construcción del proyecto.</li> </ol> <p>Para identificar las mejores alternativas y sitios para la reubicación se deberá elaborar un estudio en el cual se tomen en consideración como mínimo los anteriores criterios.</p> <p>Asimismo, para lograr un adecuado plan de reubicación será necesario el trabajo conjunto con poblaciones afectadas, instituciones federales y locales en materia de protección ambiental,</p>			

protección civil y desarrollo regional. Es importante que el plan de reubicación de personas se elabore de manera participativa y con toda claridad y transparencia.

Algunos de los impactos directos causados por este reacomodo, tales como la remoción de la cubierta vegetal y el suelo en los sitios de construcción o la pérdida de superficies agrícolas y zonas de infiltración por su conversión a uso urbano, no son susceptibles de ser mitigados. Otros impactos indirectos como el uso de los recursos locales de agua (pozos y manantiales) para el sustento de la nueva población tampoco admiten formas de mitigación. Sin embargo, aquellos impactos indirectos y de largo plazo que generalmente tienen lugar como consecuencia de estas actividades, y que muchas veces suelen ser más importantes que el impacto directo y de corto plazo, pueden ser evitados. Específicamente, se recomienda regular el crecimiento de los nuevos centros de población y la conversión del uso del suelo en los alrededores de los mismos, de un estado original hasta cierto punto estable, a uno que no es sustentable. Por ejemplo, evitar que por simple proximidad o conveniencia se pretenda cambiar el uso de zonas con vegetación natural en pendientes moderadas y fuertes, para la realización de actividades agropecuarias.

Asimismo, debe monitorearse y controlarse el cambio del uso del suelo en las zonas adyacentes a los caminos que sea necesario construir para comunicar a los nuevos centros de población, a fin de que no se desarrollen asentamientos irregulares. En general, un estudio cuidadoso de las posibilidades y consecuencias del reacomodo, específicamente dentro de la región, contribuiría a minimizar los impactos indirectos sobre el cambio del uso del suelo.

Uno de los problemas dentro del sistema urbano-regional es la falta de infraestructura y equipamiento (sobre todo en lo que se refiere a educación y salud) que presentan los poblados del Área de Afectación Directa. Adicionalmente, debido a que existen otros poblados en las áreas factibles para la reubicación, la estimación y dotación de infraestructura y equipamiento para los poblados reubicados deberá considerar, dentro de lo factible técnica y económicamente, la correspondiente demanda de esos servicios en otros poblados dentro del buffer de los 2 kms.

Debido a la magnitud de la inversión necesaria para la dotación de infraestructura y equipamiento, se sugiere considerar este rubro conjuntamente con el acceso a las nuevas áreas productivas, a la reubicación de actividades económicas y oportunidades de empleo. Esta medida de compensación se orienta a minimizar los efectos adversos generados en el entorno, la reubicación de los poblados y, en particular, de la oportunidad de conseguir empleo sin la necesidad de abandonar la zona.

Otro impacto que puede afectar al sistema urbano, es la interrupción de la actual comunicación entre los poblados de la margen derecha y Tierra Colorada, ya que esto afectaría la función de esta última como proveedora de servicios a las localidades inmediatas. En este caso, como medida de compensación se propone considerar el restablecimiento de esta comunicación dentro de un plan de reordenamiento urbano y territorial.

Asimismo, para prevenir la especulación del suelo y con ello la expulsión de la población nativa deberán especificarse, dentro de los Planes de Desarrollo Urbano respectivo, las áreas destinadas a reserva ecológica, a reserva territorial para el crecimiento urbano y para desarrollo turístico que permita captar a la nueva población dentro de los poblados, respetando los usos de suelo que deberán salvaguardar los intereses de la población nativa. En la planeación urbana deberá contemplarse el tipo de propiedad de la tierra, la distancia a las vías de comunicación, la pendiente y la cobertura vegetal del suelo.

Es importante que los nuevos poblados estén totalmente equipados al momento de inicio de la reubicación, desde el primer día en que la población los habite, con el objetivo de prevenir que los poblados sean provisionales y pendientes de la dotación de servicios, y que así se queden con el paso del tiempo.

Se propone también que haya participación comunitaria en el diseño urbano y arquitectónico de los poblados por reubicar, para que las viviendas y el poblado tengan las características espaciales que sus habitantes consideren adecuadas. Se sugiere permitir a la gente que será reubicada conservar todo los materiales, estructuras y muebles que los pobladores deseen conservar de las viviendas que serán inundadas. Estas medidas son preventivas y están encaminadas a lograr que los habitantes se identifiquen con los nuevos espacios y, al mismo tiempo la participación comunitaria es una medida de rehabilitación porque permitiría dejar a los poblados y a las viviendas en mejores condiciones.

En lo referente a las vialidades que serán inundadas, se contemplan tres alternativas de mitigación:

- 1) la primera implica restituirles a las localidades reubicadas su conexión a la red vial en las mismas condiciones que se encontraban sin el proyecto.
- 2) La segunda puede optar por reubicar las localidades en la proximidad del embalse y conectarlas mediante un sistema de transporte fluvial.
- 3) La tercera consiste en una combinación de sistema vial y lacustre.

Además se deberán restituir los caminos afectados a la población en el sitio donde sean relocalizados y cubrir las indemnizaciones a la población afectada por la construcción de los nuevos caminos

Por otro lado, la identidad cultural se ha propuesto para efectos de esta evaluación socioambiental, tanto en términos de patrimonio cultural, como en relación a las construcciones culturales derivadas de la espacialidad configurada al interior de las comunidades, como de las emanadas de la apropiación del medio. De acuerdo a lo que dictamine la Dirección de Salvamento Arqueológico del INAH, en cuanto al patrimonio cultural identificado en la zona del proyecto, se propone la construcción de un museo comunitario donde se preserve la memoria colectiva de los pueblos inundados así como la descripción del patrimonio cultural rescatado.

La traza de los nuevos asentamientos, deberá tomar en consideración las formas propias de organización del espacio doméstico, así como la estructura urbana tradicional, y coadyuvará a la regeneración del tejido social y a la preservación de la identidad cultural.

Es necesario brindar los siguientes mecanismos que posibiliten la reconstrucción de un tejido social, en dos sentidos uno de apoyo en la subjetividad y otro en lo institucional.

En el caso del primero, se requiere de apoyo de la población y sujeta de reubicación, como terapias grupales, y/o particulares, grupos de apoyo de psicología social, en donde se amortigüen los procesos de violencia que se puedan generar entre las personas de las localidades reubicadas y las receptoras, y entre estas y los inmigrantes de otras regiones. Este trabajo puede ser realizado en colaboración con la UAG.

En el ámbito de lo institucional, se debe llegar a las comunidades con propuestas concretas sobre lo que ellas demandan saber, como el precio de la tierra, el tipo de afectación que se realizará, etc. para aminorar la incertidumbre de los habitantes, facilitar el proceso de negociación y reducir la polarización de los habitantes. Con lo que el tejido social se verá fortalecido.

#### Aspectos demográficos

Se deberá procurar la restitución o compensación del asentamiento en los sitios de reubicación, con condiciones similares de habitabilidad de cada localidad antes de la obra hidroeléctrica. Esto para los 3,048 habitantes de las localidades que serán inundadas total o parcialmente.

En las poblaciones reubicadas se recomienda impulsar los servicios lúdicos y culturales; de ocio y entretenimiento básicamente para la población migrante, con la creación de instalaciones para actividades recreativas (gimnasio, talleres de lectura, salón de juegos de mesa, casas de cultura, templos religiosos, loncherías, salón de fiesta, celebraciones y asambleas), y otras instalaciones al aire libre como canchas deportivas y kiosco.

Una mejor integración del proyecto en el entorno social se facilitaría con una potenciación de los servicios básicos (educación, salud) existentes en las localidades y la creación de nueva infraestructura en las localidades reubicadas, considerando desde la planeación a las instituciones responsables de estos servicios y así edificar un desarrollo regional integral.

Aspectos económicos

Esta actividad implica la necesidad de mitigar las pérdidas en las actividades agropecuarias para autoconsumo y venta.

Cabe señalar que actualmente la Universidad Autónoma de Guerrero se encuentra elaborando el *El Plan de Desarrollo Integral del Área de Influencia del P.H. La Parota*, a través de tres unidades académicas, Arquitectura-Urbanismo con objeto de participar en la definición de sitios y el diseño de los nuevos centros de población, considerando la participación de la población afectable así como los materiales y diseños de la región y las Unidades de Ciencias Sociales -Económicas y Ciencias Agropecuarias – Ambientales con el objeto de proponer, de acuerdo a diagnósticos específicos y estudios técnicos de cada localidad afectable, proyectos productivos que puedan tener aceptación por parte de los involucrados, disminuyendo el impacto en la estructura y tejido de la población, considerando programas piloto en algunas de las comunidades y así medir su factibilidad.

<b>Medidas Complementarias: Especificaciones ambientales</b>	<b>Figuras de referencia</b>
ninguno	ninguna

### **A.3) ETAPA: CONSTRUCCIÓN**

<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>13</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Suelo, vegetación, paisaje, aspectos socio-económicos
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.A.	PR, RE, CO	CA, EC	Puntual
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Pérdida de suelo y vegetación	Rehabilitación de terracerías existentes	Se remueve todo el suelo y vegetación en el área por rehabilitar del camino	Local
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Reducción de afectaciones por rehabilitación de caminos.		Primer trimestre de 2006	Segundo trimestre de 2006
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p>Para minimizar afectaciones, todo tipo de obra y actividad deberá realizarse dentro del derecho de vía y concluida la misma, deberán removerse todos los escombros y residuos de la construcción. Asimismo, se sugiere contratar población local para la construcción y rehabilitación de estos caminos.</p> <p>Dado que se trata de accesos de terracería con carácter provisional, al término del uso de estas brechas se tendrán que rehabilitar y reforestar la superficie de rodamiento del camino y zonas afectadas previo a su abandono.</p> <p>En este caso, la medida de mitigación por aplicarse para recuperar el suelo y la vegetación en esta actividad será el acamellonamiento del material orgánico (suelo y vegetación) que deba ser removido en las obras de rehabilitación hacia los laterales del camino, sin afectar terrenos fuera de éste, y su reutilización en la reforestación, siguiendo las recomendaciones del personal especializado (<b>ver ficha técnica No. 4</b>). Previo a dicha reforestación, se deberá realizar la decompactación del camino utilizando arados, de tal forma que una vez descompactado, la superficie de rodamiento sea arropada con el material orgánico y permita su rápida recuperación con especies locales procedentes del vivero.</p>			
<b>Medidas Complementarias: Especificaciones ambientales</b>		<b>Figuras y cuadros de referencia</b>	
No. 8 Reforestación de áreas afectadas No. 12 Conservación y protección de la flora silvestre No. 14 Desmantelamiento y rehabilitación de áreas afectadas		ninguno	



<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>14</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Suelo, uso del suelo, vegetación y fauna, paisaje, aspectos socio económicos
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.A.	PR, CO	CA, EC	Local
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Pérdida de suelo, vegetación riparia,	Explotación de bancos de aluvión (repercusión <i>in situ</i> )	afectar la diversidad y funcionalidad paisajística de la llanura aluvial	sobre las márgenes del río Papagayo dentro del ejido B.C. Cacahuatpec
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Explotación racional de bancos, aprovechamiento de bancos existentes en zona cercana a desembocadura actualmente en explotación			
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p>Se recomienda limitar el volumen de extracción al mínimo necesario (como se manifiesta en el capítulo II como una explotación racional), y recurrir al uso del material que actualmente ya se explota en la zona de la desembocadura.</p> <p>A manera preventiva, debe cuidarse de que la explotación de estos bancos no tenga consecuencias negativas sobre las márgenes del río, favoreciendo la erosión de las mismas.</p> <p>Usualmente los aluviones se depositan dentro del cauce del río, en terrenos Federales, por lo que su explotación deberá sujetarse a la solicitud del uso de esta zona en los términos de ley. En el caso de que algunos terrenos sobre el cauce sean utilizados para extraer el aluvión, para evitar confrontación y problemas sociales por descontento en la población, se sugiere obtener oportunamente el permiso de CNA para explotación de aluviones.</p>			
<b>Medidas Complementarias: Especificaciones ambientales</b>		<b>Figuras y cuadros de referencia</b>	
Ninguna		ninguno	

<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>15</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Suelo, vegetación y fauna terrestre, paisaje, geología y geomorfología
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.A.	PR, RE	CA	Local varios bancos en la zona
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Sellado de superficies, vegetación y vertebrados terrestres	Disposición de material de banco excedente	Depende del sitio de disposición	Hasta el momento es desconocido el sitio de depósito final de excedencias
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Disposición de excedencias de material en zona que será inundada y reforestación de bancos de tiro fuera del área que ocupará el embalse.			
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p>Dos de los diez bancos de tiro están contemplados dentro de algún sitio en el área que, al término de las obras, quedará inundada por el embalse. En vista de esta opción, no tendrá sentido realizar ningún tipo de obra de reforestación del sitio de depósito. Los ocho bancos de tiro restantes se ubicarán en las inmediaciones del embalse; en este caso sí se recomienda reforestar el sitio de depósito una vez finalizada la obra. De ser posible, se recomienda intentar localizar todos los bancos de tiro, o por lo menos la mayoría dentro del área que ocupará el embalse.</p> <p>Del momento en que se realiza la explotación, hasta el momento del llenado transcurren aproximadamente 18 meses, por lo que en dicho tiempo se debe prever que no ocurran impactos ambientales asociados a este depósito.</p> <p>Por ello se contempla que la depositación del material excedente deberá realizarse en la parte más baja del sitio seleccionado, y colocar el material fuera de los cauces de escorrentías a fin de evitar tanto el bloqueo de flujos de agua, como deslizamientos.</p>			
<b>Medidas Complementarias: Especificaciones ambientales</b>		<b>Figuras y cuadros de referencia</b>	
Ninguna		ninguno	

<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>16</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Uso del suelo, aspectos socioeconómicos
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.A.	PR, CO	CA	Puntual
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Identidad cultural y valores arqueológicos	Construcción de ataguías para desvío del río Papagayo	El desvío del río afectará vestigios arqueológicos de Pochotlaxco	En las inmediaciones de la localidad de Pochotlaxco
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Compensar por la afectación en la zona de interés arqueológico en Pochotlaxco Reducir al mínimo posible el área de afectación.			
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p>El área comprendida entre el poblado Pochotlaxco y Los Mayos será la primera afectada dentro del debido a la construcción de las ataguías. Su importancia radica en que en la primera localidad se encuentra una pequeña zona de interés arqueológico que será sujeta a salvamento arqueológico por parte de INAH. Una vez concluidos los trabajos de rescate, la construcción de las ataguías podrá realizarse, si así lo determina el INAH.</p> <p>Como medida de compensación, y considerando que este tipo de acciones facilitan la integración del proyecto en el entorno social, se propone la constitución de un museo arqueológico y de salvaguarda de la memoria colectiva de las comunidades desplazadas.</p> <p>En lo referente al impacto sobre la vegetación riparia, éste será mínimo y para evitar el daño a la vegetación aguas debajo de las ataguías y fuera del área contemplada para la cortina, la distancia entre ambas deberá ser solo un poco mayor de 1 km, (correspondiente al ancho de la cortina), y ambas ataguías deberán quedar dentro o muy próximas a la estructura final de la cortina.</p>			
<b>Medidas Complementarias: Especificaciones ambientales</b>		<b>Figuras y cuadros de referencia</b>	
Ninguna		Ninguno	

<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>17</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Suelo, uso del suelo, vegetación, paisaje, aspectos socioeconómicos
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.A.	PR, RE, CO	CA, EC	General Varios puntos del proyecto
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Pérdida de suelo, compactación de superficies, pérdida de vegetación y fragmentación del paisaje	Caminos de acceso a bancos y frentes de obra (apertura nueva)	Desmonte de vegetación y remoción de capa orgánica de suelo, compactación de superficie de rodamiento.	En los diferentes frentes de obra, zona de campamentos, talleres y oficinas
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Limitar el número de caminos por abrir (brechas), aprovechar al máximo las brechas existentes. Rehabilitar los caminos al ser abandonados.			
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p>La apertura de estos caminos deberá ser la mínima, por lo que las rutas deberán ser planeadas con antelación y CFE no permitirá a las constructoras abrir caminos a conveniencia.</p> <p>La apertura de estos caminos deberá cumplir tres condiciones: evitar la afectación de la vegetación adyacente durante la construcción y el mantenimiento de estas brechas; evitar causar problemas de erosión por mal diseño de los mismos; vigilar y controlar las actividades agropecuarias en las zonas circundantes al camino y las actividades de deforestación, ya que se hacen accesibles sitios que antes no lo eran.</p> <p>Se debe de librar en la medida de lo posible los rodales de selva baja caducifolia.</p> <p>Para evitar confrontaciones con pobladores afectados, previo a la apertura de los caminos, y una vez que se cuente con la ubicación de éstos, se recomienda anticipar oportunamente el proceso de ocupación y expropiación de tierras. Asimismo se sugiere contratar población local para la construcción y rehabilitación de caminos y construirlos considerando su potencial para la reubicación de las localidades que serán afectadas por la inundación.</p> <p>Por otro lado, dado que se trata de accesos de terracería con carácter provisional, al término del uso de estas brechas se tendrán que rehabilitar y reforestar la superficie de rodamiento del camino para su abandono.</p> <p>En este caso, la única medida de mitigación por aplicarse para recuperar el suelo y la vegetación en esta actividad será el acamellonamiento del material orgánico (suelo y vegetación) que deba ser removido en las obras de construcción de las brechas hacia los laterales del camino, sin afectar terrenos fuera de éste, y su reutilización en la reforestación, siguiendo las recomendaciones del personal especializado (ver ficha técnica No. 4). Previa a dicha reforestación, se deberá realizar la decompactación del camino utilizando arados, de tal forma que una vez decompactado, la superficie de rodamiento sea arropada con el material orgánico y permita su rápida recuperación con especies locales procedentes del vivero.</p>			
<b>Medidas Complementarias: Especificaciones ambientales</b>		<b>Figuras de referencia</b>	
No. 10 Control de la erosión No. 12 Conservación y protección		ninguno	

de la flora silvestre No. 14 Desmantelamiento y rehabilitación de áreas afectadas	
---	--

<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>18</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Suelo, uso del suelo, paisaje, vegetación
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.A.	PR, MI, RE	CA	Puntual En varios sitios
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Pérdida de suelo, vegetación y fauna, así como pérdida de calidad de paisajes	Explotación de bancos de materiales (pétreos y arcilla)	Destrucción de la cubierta vegetal y el suelo orgánico en los sitios de bancos	En diferentes puntos de los B.C. Cacahuatpec, ver mapa de referencia
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Delimitar área de explotación. Reforestación de sitios			
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p>Extracción de roca y arcilla de bancos. Las medidas a aplicar deben adecuarse en cada caso a las características del banco y la excavación. De forma general y como carácter preventivo, se recomienda acamellonar material orgánico del desmonte en algún punto del banco y proteger con lonas para uso futuro en las obras de restauración siguiendo las recomendaciones de la ficha técnica No. 4. Asimismo se deberá desmontar solamente el área que va a ser utilizada de manera inicial y procurar realizar una extracción vertical más que horizontal del material para reducir al mínimo el área impactada.</p> <p>Para evitar confrontaciones con pobladores afectados, previo a la apertura de los caminos, y una vez que se cuente con la ubicación de éstos, se recomienda anticipar oportunamente el proceso de ocupación y expropiación de tierras. Asimismo se sugiere contratar población local para la construcción y rehabilitación de caminos y construirlos considerando su potencial para la reubicación de las localidades que serán afectadas por la inundación.</p> <p>1) Bancos de piedra</p> <p>Para mitigar el impacto, la realización de la extracción y manejo de explosivos deberá hacerse siguiendo la reglamentación y disposiciones de la SEDENA .</p> <p>Aunque estos depósitos no son tan susceptibles de erosionarse como los de arcilla, una vez concluida la explotación del banco, la excavación deberá estabilizarse y restaurarse, aplicando medidas que deberán ser establecidas de forma particular para cada caso en función de las particularidades del sitio y el resultado final de la explotación del material. Al igual que en los casos anteriores, el material orgánico que deba ser removido para la explotación del banco deberá acamellonarse dentro del sitio para ser posteriormente aprovechado para su restauración utilizando un programa pre-establecido de reforestación como el señalado en la ficha técnica No 4.</p> <p>2) Bancos de material impermeable (arcilla):</p> <p>Previo a la explotación del banco, el material orgánico removido deberá ser acamellonado en una parte del banco por el tiempo que dure la explotación de éste para ser utilizado en su restauración. Particularmente en el ejido de Cacahuatpec, donde se tendrá que remover suelo de buena calidad</p>			

edafo-ecológica. En el caso de bancos de arcilla, al concluir la explotación del banco la excavación deberá estabilizarse y restaurarse, aplicando medidas que deberán ser establecidas de forma particular para cada caso. Para la restauración del sitio se deberá contar con un proyecto y programa de reforestación desde el inicio de la obra, de tal manera que se contemple con oportunidad la necesidad de establecer viveros de especies locales (ficha técnica No. 4).

En este caso resulta particularmente importante evitar dejar expuestas las capas de arcilla del suelo subyacente, que son fácilmente erosionables, ya que la existencia de una oquedad podría iniciar un fuerte proceso de erosión por cárcavas, dependiendo de las características del terreno y el aspecto final de la explotación del banco.

Una vez que se haya terminado la explotación y en tanto concluyen las obras de rehabilitación de los bancos de arcilla, se deberá monitorearse la evolución de estos sitios al menos durante tres períodos consecutivos de lluvias para determinar si será necesario construir obras adicionales de protección contra la erosión.

<b>Medidas Complementarias: Especificaciones ambientales</b>	<b>Figuras de referencia</b>
No. 13 Habilitación de los bancos de préstamo	ninguno

<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>19</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Suelo, uso del suelo, vegetación
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.A.	CO	CA	Puntual
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Pérdida de suelo y sellado de superficies, pérdida de vegetación y fauna	Colocación de materiales en cortina (construcción de la cortina)	Retiro de cobertura vegetal y suelo de las laderas donde se emplazará la cortina de la presa, en una extensión aproximada de 1km en cada ladera.	En el sitio de construcción de la cortina, dentro de los B.C. Cacahuatpec.
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Reforestación de laderas inmediatas a la zona de la cortina			
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p>Los impactos por la pérdida de vegetación y suelo y el sellamiento de superficies por la construcción de la cortina serán de índole permanente y no podrán ser mitigados. Asimismo, como compensación por los terrenos afectados por la construcción de la cortina, CFE deberá realizar la reforestación de una superficie similar o mayor de la afectada en las inmediaciones de la cortina, con especies propias de la zona y siguiendo un programa de reforestación previamente estudiado y apoyado por la información de la ficha técnica No.4. Esta acción permitirá una mayor integración paisajística de la cortina y recuperará parte de la vegetación natural en la zona.</p> <p>Para evitar confrontaciones con pobladores afectados, previo a la apertura de los caminos, y una vez que se cuente con la ubicación de éstos, se recomienda anticipar oportunamente el proceso de ocupación y expropiación de tierras. Asimismo se sugiere contratar población local para la construcción y rehabilitación de caminos y construirlos considerando su potencial para la reubicación de las localidades que serán afectadas por la inundación.</p>			
<b>Medidas Complementarias: Especificaciones ambientales</b>		<b>Figuras de referencia</b>	
No. 8 Reforestación de áreas afectadas		ninguno	



<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>20</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Suelo, uso del suelo, vegetación
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.A.	CO	CA	Puntual
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Pérdida de suelo y sellado de superficies, pérdida de vegetación y fauna	Construcción de 6 diques	Retiro de cobertura vegetal y suelo de las laderas donde se emplazarán los diques	Cerca del poblado de San José Cacahuatepec.
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Reforestación de laderas inmediatas a la zona de los diques			
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p>Los impactos por la pérdida de vegetación y suelo y el sellamiento de superficies por la construcción de 6 diques serán de índole permanente y no podrán ser mitigados.</p> <p>Asimismo, como compensación por los terrenos afectados por la construcción de los diques, CFE deberá realizar la reforestación de una superficie similar o mayor de la afectada por las obras de construcción de diques, con especies propias de la zona y siguiendo un programa de reforestación previamente estudiado y apoyado por la información de la ficha técnica No.4. Esta acción permitirá una mayor integración paisajística de la infraestructura y recuperará parte de la vegetación natural en la zona.</p> <p>Para evitar confrontación y problemas sociales por descontento en la población se sugiere pago oportuno por los terrenos adquiridos y/o expropiados para la realización de estas obras.</p>			
<b>Medidas Complementarias: Especificaciones ambientales</b>		<b>Figuras de referencia</b>	
No. 8 Reforestación de áreas afectadas		ninguno	

<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>21</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Geología y geomorfología, suelo, vegetación, flora y fauna terrestre, paisaje
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.A.	MI, RE	CA	Puntual
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Estabilidad del relieve, ruptura del diseño morfológico y morfométrico de laderas	Excavación y tratamientos en vertedor, obras de toma, galerías, casa de máquinas, portal, tunel de acceso y caverna	Mayor propensión a la erosión y desestabilización de terreno. Aporte de sedimentos hacia el embalse y/o zonas bajas	En diversos puntos de la obra, cercanos a la cortina
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Construcción de obras anti-erosivas de las superficies libres circundantes a las obras.			
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p>Para evitar la ruptura del diseño morfológico y morfométrico (pendientes) de las laderas, se propone el remodelado de la superficie en correspondencia con el relieve original. En el caso de variaciones irreversibles, se deberá restaurar el sitio con un relieve estable. Se deberá procurar la construcción de obras anti-erosivas (revestimiento de taludes, de cunetas, etc) de las superficies libres circundantes a las obras.</p> <p>Para mitigar la erosión de las superficies expuestas se propone realizar la reforestación de las áreas afectadas (ficha técnica No.4), así como la construcción de presas filtrantes, diques de gaviones o trampas sedimentarias en aquellos sitios donde las obras e instalaciones puedan aportar sedimentos hacia los escurrimientos o hacia el propio embalse.</p> <p>Por su parte, el impacto en suelos estará dado en función de las dimensiones de las excavaciones; sin embargo, en tanto la excavación se circunscriba al área que será ocupada por la infraestructura, no habrá mayor superficie impactada. Por ello se deberán mantener los desmontes y las excavaciones al mínimo nivel necesario requerido por el proyecto y como medida de compensación por estas superficies perdidas, se recomienda realizar la reforestación de las zonas inmediatas a la infraestructura construida siguiendo un plan de restauración y reforestación establecido desde el inicio de la construcción de la presa. El material desmontado es un suelo rico en material orgánico y semillas que deberá ser acamellonado a un lado de las excavaciones para que pueda ser aprovechado posteriormente para arropar lo terrenos aledaños a la infraestructura y facilitar la reforestación del sitio.</p>			
<b>Medidas Complementarias: Especificaciones ambientales</b>		<b>Figuras de referencia</b>	
No.8 Reforestación de áreas afectadas		ninguno	

No. 10 Control de la erosión	
------------------------------	--

<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>22</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Geología y geomorfología, suelo, vegetación y fauna terrestre, paisaje, biota acuática y aspectos socioeconómicos
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.A.	PR, CO	CA, EC, EA	General
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Geología y geomorfología, Pérdida de suelo, vegetación, fauna, terrenos agrícolas, paisaje	Llenado del embalse (proceso)	Inundación de terrenos de vegetación natural y agrícolas por la formación del embalse. Pérdida permanente de terrenos	En una superficie de aproximadamente 14,213 ha
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Mejoramiento de otros sitios para actividades agrícolas como compensación por los terrenos perdidos.			
<b>Descripción de la medida:</b>			
<u>Estabilidad de taludes en zona de carretera México-Acapulco</u>			
<p>Ante la perspectiva de poder ocasionar daños a la autopista México-Acapulco de tratarse de un tramo carretero construido sobre un talud artificial o sobre material poco consolidado, es importante la consulta de los planos y documentos del trazado del vial de dicha autopista y de las características de su basamento (planos de cortes y compensaciones), para evaluar esta situación adecuadamente, y tomar las medidas preventivas que procedan.</p>			
<u>Pérdida de terrenos de buena calidad agrícola</u>			
<p>Una forma de compensar la pérdida de terrenos de buena calidad con alta aptitud agrícola sería la introducción de riego a terrenos de calidades menores (clase 3) dentro de las superficies actuales de los ejidos afectados. Con esta medida se podrían convertir suelos que en la actualidad son de calidad moderada, en suelos de calidad buena para una mayor diversidad de cultivos, especialmente para aquellos cultivos cuya principal limitante para su establecimiento en la zona es la falta de agua, o la baja capacidad de retención de humedad de los suelos.</p>			
<p>Se hizo un primer análisis de las zonas que podrían adecuarse para riego, en función de que presenten calidades de suelo de clase 3 o mejores (figura VI.3.2) y que además estuvieran a una menor altitud que la cota del embalse (180 m) (figura VI.3.3), lo cual permitiría la implementación de sistemas de riego por gravedad, resultando en una alternativa menos costosa.</p>			
<p>La única zona que cumple con ambos requisitos se marca en la figura VI.3.4, la que puede ser irrigada para hacer más intensivo su uso por medio de un canal de riego desde la presa y que corra por la cota de 120 m. Sin embargo, con esta medida se beneficia a ejidos que no se verán afectados directamente por el embalse y cuya pérdida de suelos se restringe a aquellos sitios afectados por la construcción de vías de acceso o aquellos utilizados como banco de materiales. Considerando la construcción de dicho canal de riego, se podrían regar aproximadamente 1494.5 has de suelo clase 1 y 9040.50 has de suelo clase 2</p>			

(Cuadro VI.3.1a) en las zonas correspondientes a la cuenca baja del Papagayo (Bienes Comunales Cacahuatpec, Ejidos Cerro de Piedra y La Estación). Con esta alternativa se podría intensificar la producción agrícola en esta zona.

Otra alternativa sería bombear el agua del futuro embalse en la zona de la actual presa la Venta hasta una cota entre 240 a 280 m (margen izquierda del río) irrigando zonas con suelos de clase 1, 2 y 3; con lo que se podría intensificar la producción en las zonas con suelos clases 1 y 2, e incorporar a la producción agrícola las zonas clase 3 con mejores rendimientos de los que actualmente podría tener. Figuras IV.3.5 y IV.3.6. Bajo esta alternativa se podrían regar entre 2731.12 y 4341.20 has (colocando un canal en las cotas de 240 y 280 m, respectivamente) de suelos clases 1, 2 y 3 en los ejidos de La Palma, El Zapote, Chacalapa, Las Mesas y El Reparó. (Figuras VI.3.7.a y VI.3.7.b. y Cuadro VI.3.1b).

Con esta medida se podría compensar en parte la pérdida de terrenos de calidad 2, principalmente en el ejido de La Palma, que es el que se verá más afectado por el embalse en esta margen del río y se compensarían totalmente las pérdidas de terrenos agrícolas de los ejidos El Zapote, Chacalapa, Las Mesas y El Reparó, dado que éstos pierden superficies mucho menores de las que ganarían al instalarse la posibilidad del riego.

Otras medidas de compensación por la pérdida de terrenos de mayor calidad dentro de cada ejido consisten en hacer análisis de factibilidad de introducir ya sea sistemas agropecuarios o agrosilvopastoriles de utilización de la tierra alternativos a los actuales y que ofrezcan mayores oportunidades de ingreso a los ejidatarios, o bien la introducción de otras actividades económicas como podrían ser la acuicultura o diversos servicios turísticos.

Antes de la implementación de cualquier medida es importante realizar estudios técnicos, de aceptación social, de mercado para los nuevos cultivos a proponer, así como de costo-beneficio para poder evaluar si esta medida es factible y adecuada para la población.

#### Estudio de evaluación de aptitud de tierras.

Como una medida adicional de compensación por la pérdida de terrenos de alta calidad dentro de cada ejido se propone realizar un análisis de factibilidad de las siguientes opciones:

- a) introducción de sistemas agropecuarios o agrosilvopastoriles de utilización de la tierra, alternativos a los actuales y que ofrezcan mayores oportunidades de ingreso a los ejidatarios.
- b) analizar la factibilidad y procedencia socio-cultural de la introducción de actividades económicas alternas como podrían ser la acuicultura en el embalses (ver incisos más adelante) o la presatación de diversos servicios turísticos.

El análisis de factibilidad debe incluir criterios técnicos relacionados con la capacidad del entorno físico de soportar las actividades alternativas, así como de la posibilidad de adecuar el entorno físico por medio de medidas específicas de manejo. Por ello recomendamos que se realice un ejercicio de Evaluación de Tierras, siguiendo alguna metodología establecida como puede ser la de la FAO (Organización Mundial para la Alimentación y la Agricultura) (FAO, 1976, FAO, 1983, FAO, 1985)

#### Alternativas de aprovechamiento acuícola

En lo referente al sistema acuático, el efecto sobre las comunidades bentónicas es irreversible por el cambio de las características de un sistema lótico a uno léntico. En primer, lugar el llenado del embalse provocará la desaparición (fitobentos) y/o reemplazo (zoobentos) de los ensamblados bentónicos característicos de ambientes lóticos. Esto si bien representa una pérdida importante en el sentido de la complejidad y estructura original de las comunidades biológicas, también representa un cambio secundario en los atributos ambientales del cuerpo de agua, que en principio deben de conducir al desarrollo de una comunidad planctónica como la de la presa La Venta. Se estima que en La Parota las abundancias y biomasa alcanzadas pueden ser altas y suficientes para el establecimiento de una biomasa importante de

consumidores secundarios (principalmente peces, anfibios y langostinos).

De acuerdo con lo anterior, es factible pensar que sobre la base de los organismos planctónicos abundantes que se desarrollen en el cuerpo de agua se pueda establecer una explotación pesquera o de acuicultura que brinde una nueva alternativa de ingresos económicos a los lugareños a través de actividades productivas alternativas (pesca de autoconsumo, pesca deportiva, etc.) que pudieran desarrollarse en el embalse (ver capítulo VII).

#### Establecimiento de una zona para protección de flora y fauna silvestres

Aunado a las anteriores, como medida de compensación por las afectaciones a la flora y fauna silvestres, se señala la selección y establecimiento de un área natural protegida. Esta es la única medida de mitigación que puede asegurar la permanencia de los tipos de vegetación natural más importantes para la conservación de la diversidad biológica regional. Ello debido a las tasas de pérdida de la vegetación natural actuales que se acelerarán con la construcción y operación de la presa. La conservación de remanentes extensos de selva mediana, selva baja y matorral xerófito es fundamental para mantener parcialmente la estructura y función de los sistemas biológicos, y para evitar la extinción de las especies que son endémicas de la región, (las cuales están amenazadas con o sin la ejecución del proyecto), los taxa nuevos para la ciencia y especies amenazadas o en peligro de extinción.

Se recomienda ubicar el área natural protegida en la parte norte de la presa, incluyendo a los Cerros Las Piñas y Tepehuaje, que son los más conservados de la región. Esta zona es muy abrupta, carente de valor para actividades productivas como agricultura y ganadería, por lo que se ha conservado, y no existirá presión local para el aprovechamiento de estos terrenos con fines agrícolas.

Se deberán llevar a cabo los estudios necesarios para preparar el Estudio Previo Justificativo que determine las características precisas del área de reserva, su categoría y su viabilidad social. Este estudio deberá determinar de manera cuantitativa las probabilidades de mantenimiento de las especies prioritarias dependiendo del tamaño de la reserva, para justificar su extensión. Dado que la mayoría de las especies prioritarias son de tamaño relativamente pequeño, estamos asumiendo que la reserva puede ser pequeña. El manejo del área natural protegida podrá llevarse a cabo por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), el Gobierno del Estado y los pobladores locales; abriéndose además algunas alternativas de empleo. En su defecto se puede solicitar que el manejo lo lleve a cabo la CONANP como ocurre con otras reservas en el país.

Todas las especies consideradas prioritarias para la conservación se registraron en la zona que se propone, con excepción de la rana (*Rana “forma papagayo”*) que es acuática y solo se registró en el Río Papagayo.

#### Programa de evaluación y manejo de la *Rana sp*

Una especie nueva para la ciencia, *Rana “papagayo”* fue detectada durante los trabajos de campo desarrollados en el área de estudio, en una localidad que será inundada por el embalse (Chamizal). A la fecha se han identificado, a nivel cartográfico, algunas zonas en las que, por su similitud al sitio donde fue colectada esta especie, parece posible que también se encuentre. Como es lógico suponer, no se conocen los requerimientos ecológicos o ambientales de esta rana para determinar si podrá vivir en el nuevo embalse.

En el caso de que la presa represente realmente una amenaza para la *Rana “papagayo”*, se considera posible ejecutar un programa para su conservación mediante el manejo de su población. Por lo tanto y con la finalidad de precisar la magnitud del impacto sobre esta especie, pero sobre todo para asegurar su sobrevivencia, se plantea que se lleve a cabo un programa de investigación que permita delimitar los siguientes aspectos:

- i) Distribución de la especie en la cuenca de los ríos Papagayo y Omitlán, así como en cuencas aledañas.

- ii) Requerimientos ambientales y ecológicos de la especie
- iii) Ciclo biológico

Con base en estos estudios se puntualizaría el impacto esperado sobre la Rana “papagayo” y de ser el caso se desarrollaría el programa de conservación de la especie.

Un punto adicional que se trabajaría en este estudio (aprovechando la logística desarrollada para el programa de conservación de la Rana), es la verificación de la existencia de alguna otra especie de flora o fauna que pudiera ser prioritaria. De ser el caso que se detectará alguna y se determine que sería amenazada su población por el embalse, se aplicaría un programa similar al que aquí se describe.

*Aspectos Sociales*

Vialidad e identidad cultural

Al igual que se perderán poblados y terrenos agrícolas o de vegetación silvestre, se perderán las actuales vías de comunicación en la zona de embalse. El impacto se registrará principalmente durante el llenado de la presa y para mitigarlo, se contemplan las siguientes alternativas:

- Primera, considerar en el proceso de reubicación la posibilidad de restituir las mismas conexiones que tenían las localidades sin el proyecto.
- Segunda, mejorar su conexión a caminos con mejores condiciones técnico operativas (p.e. pavimentados en lugar de brechas y terracerías) incluso a la autopista, pero considerando su acceso libre de pago.
- Tercera, construir una carretera escénica que mejore sustancialmente la comunicación entre las localidades afectadas y el potencial turístico-fluvial que podría generar el embalse.

La identidad cultural se ha propuesto para efectos de esta evaluación socioambiental, tanto en términos de patrimonio cultural, como en relación a las construcciones culturales derivadas de la espacialidad configurada al interior de las comunidades, como de las emanadas de la apropiación del medio.

Por otro lado, la identidad cultural se ha propuesto para efectos de esta evaluación socioambiental, tanto en términos de patrimonio cultural, como en relación a las construcciones culturales derivadas de la espacialidad configurada al interior de las comunidades, como de las emanadas de la apropiación del medio. De acuerdo a lo que dictamine la Dirección de Salvamento Arqueológico del INAH, en cuanto al patrimonio cultural identificado en la zona del proyecto, se propone la construcción de un museo comunitario que preserve la memoria colectiva de los pueblos inundados así como la descripción del patrimonio cultural rescatado.

Cumplir con las expectativas generadas a lo largo de la construcción ayudará a aminorar las confrontaciones internas, para ello es necesario acatar los pactos firmados. Esto reducirá en gran medida los sentimientos de abandono, resentimiento y agobio de los habitantes. Con estas medidas simultáneamente se aminora el conflicto entre los ciudadanos y puede restituir lazos de confianza, solidaridad y unidad en el tejido social.

<b>Medidas Complementarias: Especificaciones ambientales</b>	<b>Figuras y cuadros de referencia</b>
ninguna	figura VI.3.2 figura VI.3.3 figura VI.3.4 figura VI.3.5. figura VI.3.6 figura VI.3.7a figura VI.3.7.b Cuadro VI.3.1a Cuadro VI.3.1b

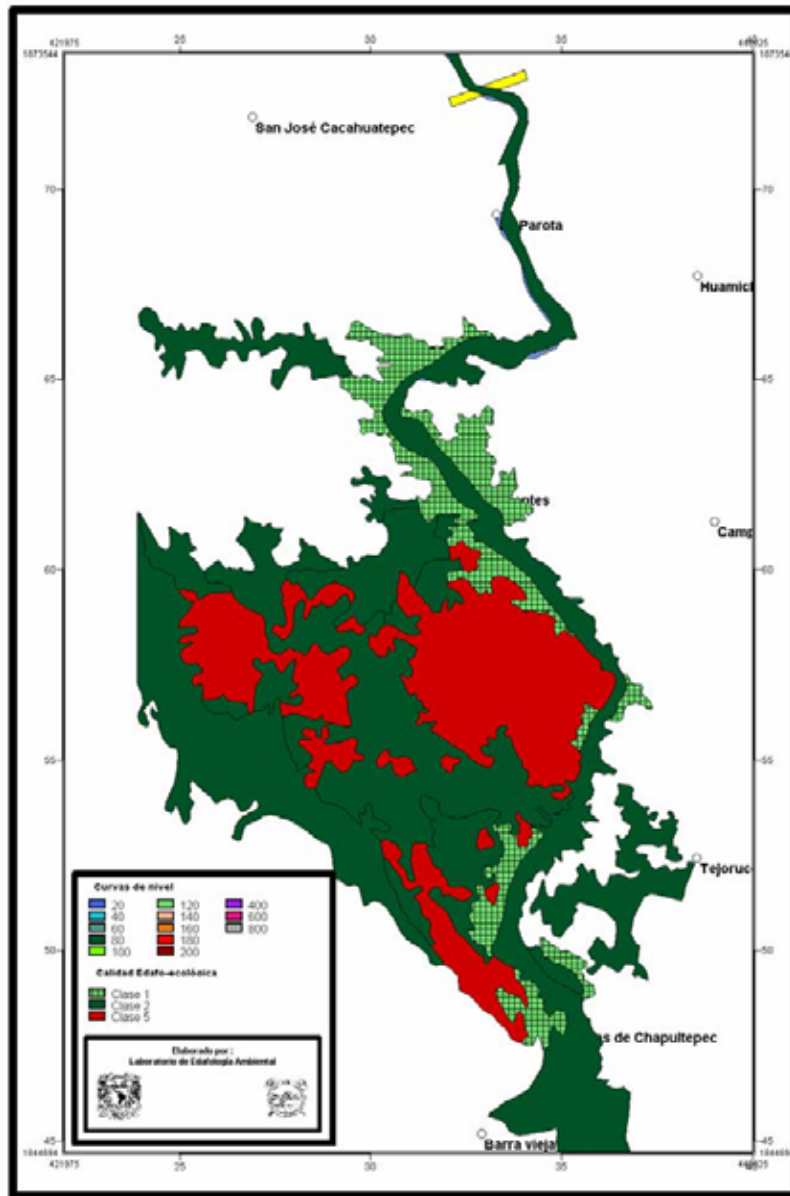


Figura VI.3.2.- Calidad edafo-ecológica del suelo aguas debajo de la cortina de la presa. Clases 1 y 2 alta aptitud agrícola.



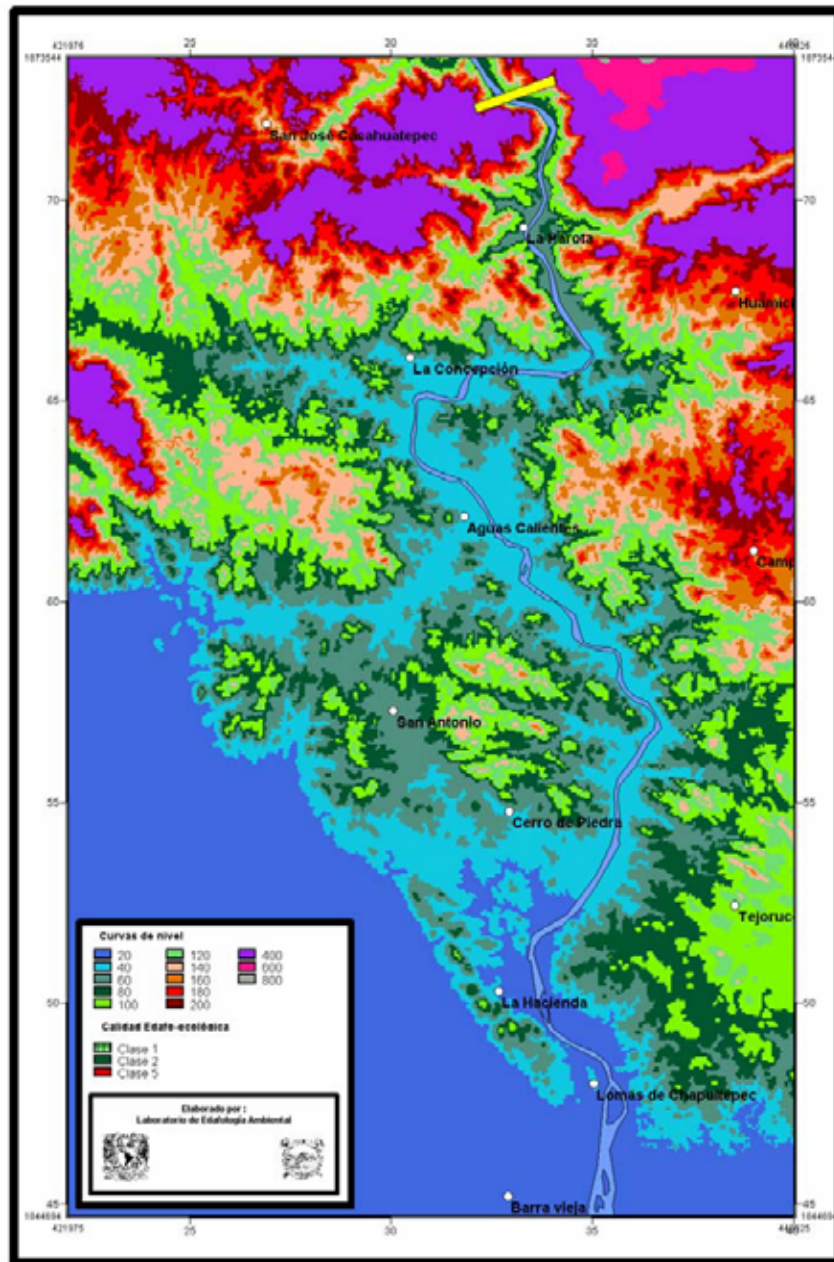


Figura VI.3.3.- Altitud del terreno aguas debajo de la cortina de la presa.

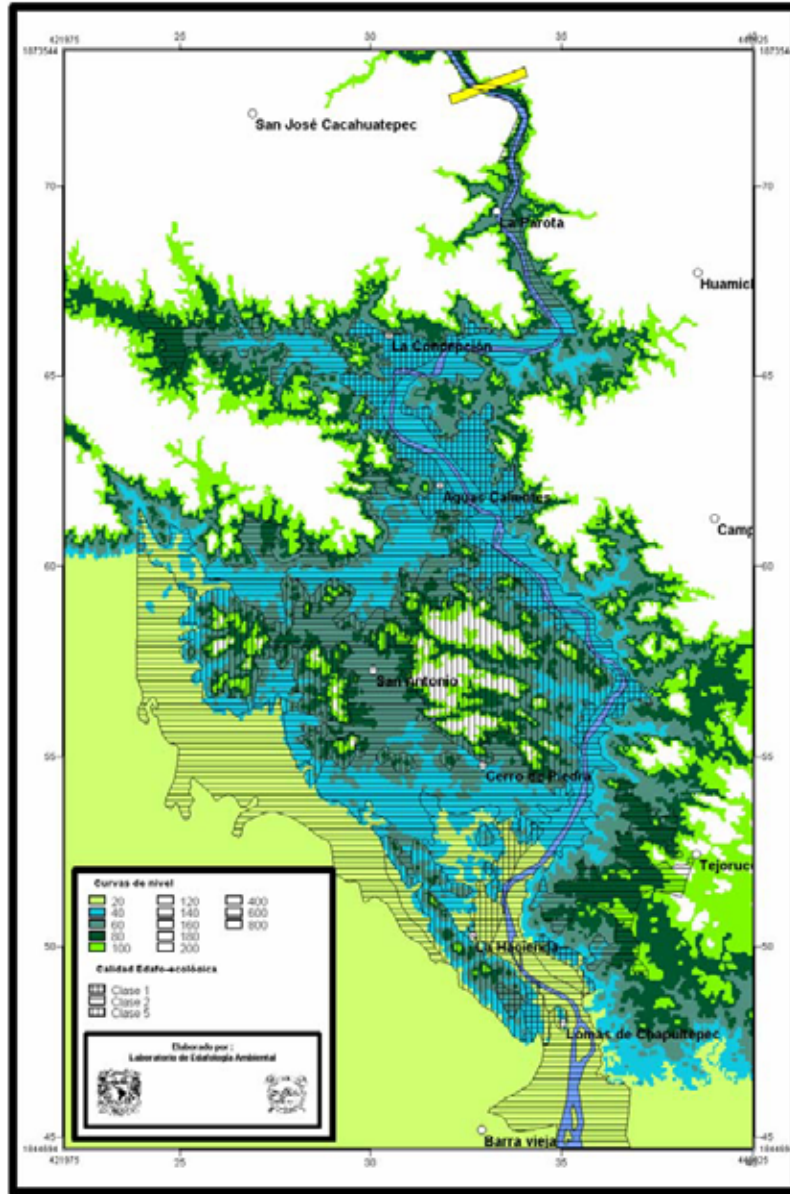


Figura VI.3.4.- Zonas que podrían abrirse para la agricultura de riego por gravedad aguas debajo de la cortina con un canal por la cota de 120 m.

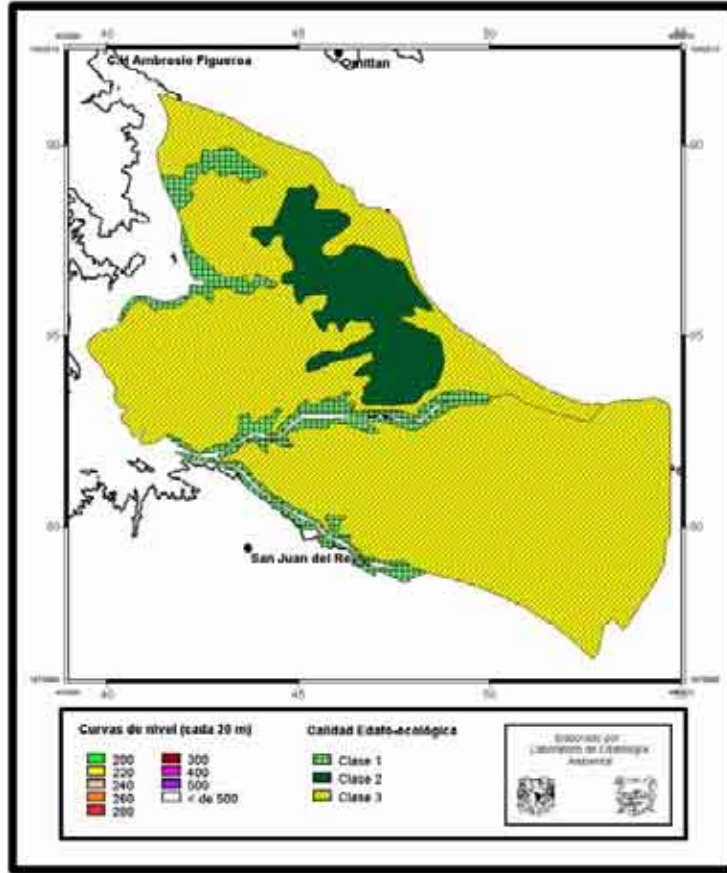


Figura VI.3.5.- Calidad edafológica del suelo aguas arriba de la cortina de la presa. Clases 1 y 2 alta aptitud agrícola.

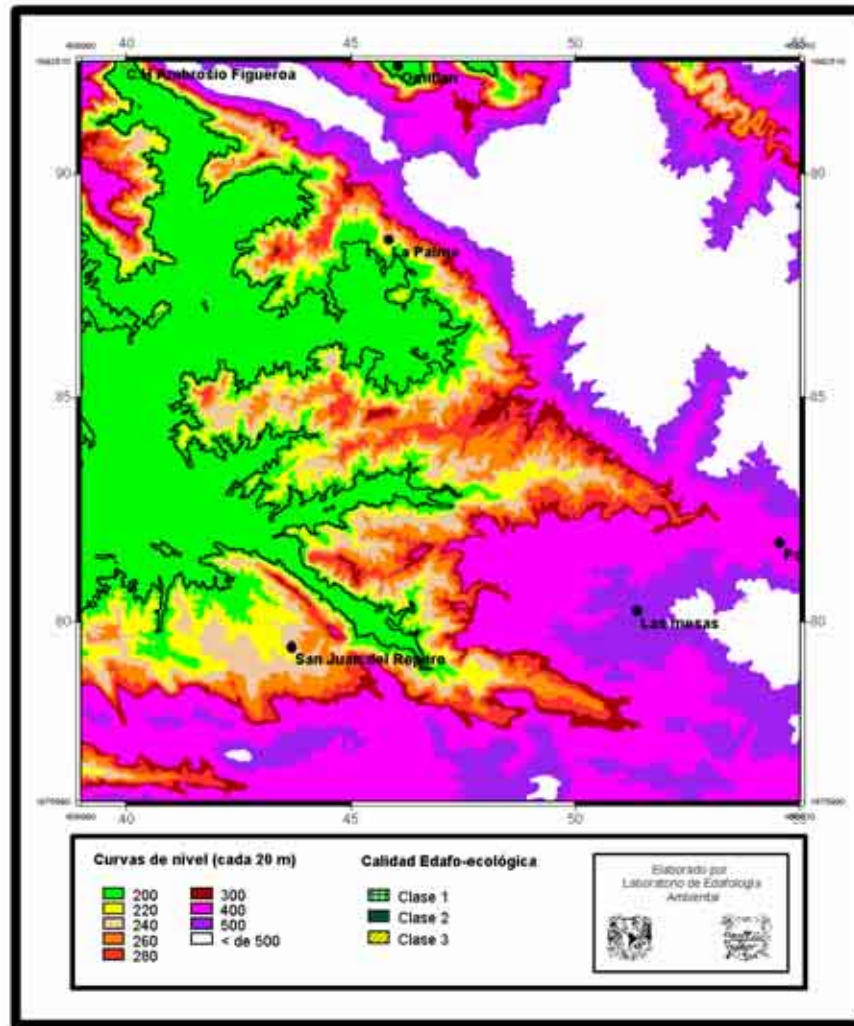


Figura VI.3.6a.- Altitud del terreno aguas arriba de la cortina de la presa.

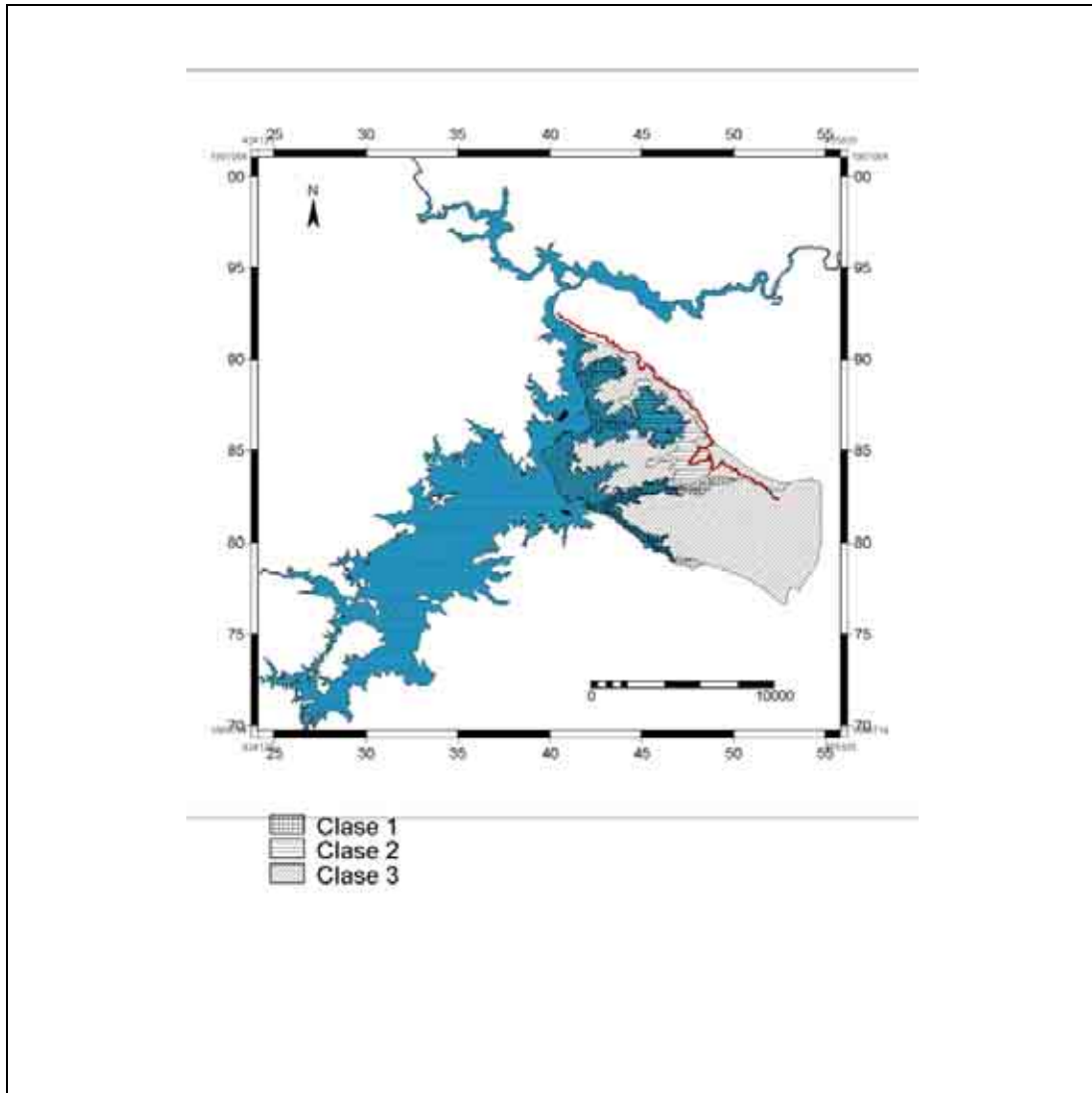


Figura VI.3.7.a.- Detalle de las zonas que podrían abrirse para la agricultura de riego aguas arriba de la cortina bombeando agua por un canal ubicado en la cota de 280 m (en rojo).



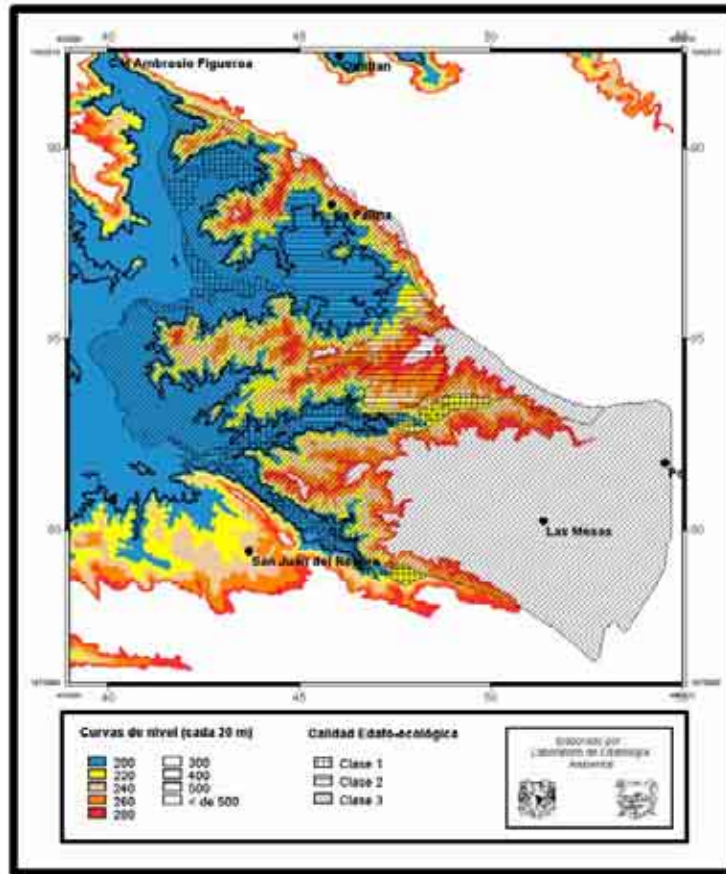


Figura VI.3.7.b.- Detalle de las zonas que podrían abrirse para la agricultura de riego aguas arriba de la cortina bombeando agua por un canal en la cota de 280 m.

Cuadro VI.3.1a.- Superficie de suelo de diferente calidad que podría regarse al implementar un canal de riego por gravedad en diferentes cotas altimétricas.

Cuenca del río Papagayo			Cuenca del río Sabana		
Canal de riego por la cota (m)	clase de suelo con diferente aptitud agrícola	Superficie que puede ser regada (ha)	Canal de riego por la cota (m)	clase de suelo con diferente aptitud agrícola	Superficie que puede ser regada (ha)
140 m	Clase 1	1466.50	120 m	Clase 1	28.00
	Clase 2	5676.50		Clase 2	3364.00
	Clase 5	2409.75		Clase 5	1192.75
	<b>total</b>	<b>9552.75</b>		<b>total</b>	<b>4584.75</b>
120 m	Clase 1	1466.50	100 m	Clase 1	28.00
	Clase 2	5676.50		Clase 2	3364.00
	Clase 5	2398.75		Clase 5	1190.00
	<b>total</b>	<b>9541.75</b>		<b>total</b>	<b>4582.00</b>
100 m	Clase 1	1466.50	80 m	Clase 1	28.00
	Clase 2	5675.00		Clase 2	3364.00
	Clase 5	2248.25		Clase 5	1150.50
	<b>total</b>	<b>9389.75</b>		<b>total</b>	<b>4542.50</b>
80 m	Clase 1	1466.50	60 m	Clase 1	28.00
	Clase 2	5626.50		Clase 2	3338.25
	Clase 5	1961.00		Clase 5	930.50
	<b>total</b>	<b>9054.00</b>		<b>total</b>	<b>4296.75</b>
60 m	Clase 1	1465.75	40 m	Clase 1	14.50
	Clase 2	5096.00		Clase 2	2986.00
	Clase 5	1371.25		Clase 5	478.50
	<b>total</b>	<b>7933.00</b>		<b>total</b>	<b>3479.00</b>
40 m	Clase 1	1432.00	20 m	Clase 1	0.00
	Clase 2	3977.75		Clase 2	2196.25
	Clase 5	583.00		Clase 5	116.75
	<b>total</b>	<b>5992.75</b>		<b>total</b>	<b>2313.00</b>

Cuadro VI.3.1b.- Superficie aproximada de suelo de diferente calidad que podría regarse al implementar un canal de riego por diferentes cotas altimétricas y bombear agua de la presa.

Canal de riego por la cota (m)	clase de suelo con muy buena a moderada Aptitud agrícola	Superficie que puede ser regada (ha)
240 m	Clase 1	228.36
	Clase 2	386.16
	Clase 3	2116.60
	<b>total</b>	<b>2731.12</b>
280 m	Clase 1	231.76
	Clase 2	679.60
	Clase 3	3429.84
	<b>total</b>	<b>4341.20</b>
300 m	Clase 1	231.76
	Clase 2	1101.44
	Clase 3	5928.00
	<b>total</b>	<b>7261.20</b>
500 m	Clase 1	231.76
	Clase 2	3747.80
	Clase 3	14355.72
	<b>total</b>	<b>18335.28</b>



<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>23</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Aspectos Socioeconómicos
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
AA	PR, CO		
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Actividades agropecuarias para consumo y venta	Expropiación o compra de tierras para la inundación del área de embalse	Alteración de la estructura socioeconómica por la obtención extraordinaria del pago indemnizatorio, potenciando fenómenos sociales como alcoholismo, drogadicción, derroche del capital, a través del juego de azar, entre otros.	Área del proyecto indemnizada
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Programas de capacitación e inversión de capital de indemnización			
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p>Se recomiendan generar programas de capacitación e inversión en actividades económicas alternativas para ejidatarios o comuneros indemnizados. Algunos de los programas de capacitación e inversión en actividades económicas se podrán identificar en los diagnósticos de cada localidad en <i>El Plan de Desarrollo Integral del Área de Influencia del P. H. La Parota</i>.</p> <p>Además, para aminorar los fenómenos sociales se deben programar con apoyo de la Secretaría de Salud, campañas de información acerca del alcoholismo, drogadicción, planificación familiar, enfermedades venéreas, etc., con el objeto que de se obtengan los mismos o mejores niveles de vida establecidos hasta antes de la construcción del proyecto.</p>			
<b>Medidas Complementarias: Especificaciones ambientales</b>		<b>Figuras de referencia</b>	
Ninguno		Ninguno	

#### **A.4) OPERACIÓN**

<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>24</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Clima, geología y geomorfología, suelo, uso del suelo
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.A.	PR, MI	CA, EC, EA	General
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Eventos climáticos (precipitación), sismicidad inducida uso del suelo	Creación del embalse como un gran cuerpo de agua (resultado) Liberación de islas	Riesgos asociados a la operación del embalse y surgimiento de asentamientos irregulares en sus márgenes	Dentro del embalse y en sus alrededores
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Instrumentación, monitoreo y predicción climática adecuada. Sismicidad inducida. Estudio para proponer un ordenamiento del embalse (y sus islas)			
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p>Cuando se trate del manejo de la presa, principalmente en relación con la disponibilidad de agua en el Río Papagayo o en decisiones ante posibles eventos de precipitación extrema será necesario contar con esquema modernos de predicción de tiempo y clima regional. La distribución de la red de estaciones meteorológicas de la Comisión Federal de Electricidad puede resultar muy útil para obtener buenos pronósticos numéricos regionales si los datos son asimilados a la condición inicial del pronóstico día con día, para generar predicciones de hasta 48 horas.</p> <p>Las relaciones Niño y Niña, con las lluvias o los caudales del río Papagayo son suficientemente fuertes como para estructurar un esquema de pronóstico estacional de las lluvias a manera preventiva. Mediante estudios adicionales, los esquemas de pronóstico pueden ser mejorados para generar resultados tanto para tiempo como para clima, a la medida de las necesidades de los administradores de la presa.</p> <p>Por último cabe resaltar que estos pronósticos de tiempo y clima podrían ser diseminados por la propia CFE para todas las comunidades de la región para la planeación de sus actividades socioeconómicas. Esto ciertamente traería un enorme beneficio para el desarrollo de la región.</p> <p>En lo referente a la geología y geomorfología del sitio, se hará la instrumentación y monitoreo de la Sismicidad inducida por el proyecto.</p> <p><u>Estudio para proponer un ordenamiento del embalse</u></p> <p>La existencia de un cuerpo de agua de tal magnitud será carta de invitación al surgimiento de asentamientos irregulares en su periferia, así como a un posible descontrol por una excesiva realización de actividades acuáticas, turísticas y de servicios. Es por ello importante regular las actividades que vayan a realizarse en este cuerpo de agua y el uso del suelo en sus inmediaciones. En este sentido, se recomienda elaborar un estudio que permita proponer un programa de ordenamiento del embalse, en donde se establezcan los lineamientos generales de desarrollo de la región, y los programas de incentivos para la conservación y/o el aprovechamiento de la vegetación natural del área circundante al embalse. Tales incentivos son necesarios para que se evite que se pierda la vegetación y se acelere la erosión, con la reducción de la vida útil de la presa. El</p>			

ordenamiento, insertado en los planes de desarrollo municipal, es uno de los instrumentos legales más sólidos para ordenar espacial y temporalmente las actividades productivas.

<b>Medidas Complementarias: Especificaciones ambientales</b>	<b>Figuras de referencia</b>
ninguna	ninguno

<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>25</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Aspectos socioeconómicos
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.A.	PR	PS	General
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Legitimidad Política (relaciones entre los pobladores locales y la autoridad)	Deficiente negociación en proyectos anteriores	Baja credibilidad de la autoridad y CFE ante la población local debida a los antecedentes existentes en la construcción de la presa La Venta (en los años cincuentas) y al la situación general del país	En varias localidades
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Mejorar las condiciones de nivel de vida con que se contaba antes de la construcción de la obra			
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p>Es necesario cumplir con las expectativas generadas a lo largo de la construcción para todo el proceso, que incorpore a las diversas instituciones involucradas al cumplimiento de las demandas sociales para superar el nivel de vida con que se contaba antes de la construcción de la obra.</p> <p>Se sugiere conformar un comité de apoyo interinstitucional de las diversas dependencias del gobierno responsable de conducir el conjunto de programas relativas con la reconstrucción de los poblados y restitución del patrimonio cultural, natural o económico.</p> <p>Este comité debe constituirse como un espacio reglamentado, con agenda, tiempo, objetivos y mecanismos lo más preciso posible. El grupo que encabece la negociación debe tener un conocimiento de las demandas generales y específicas por núcleo agrario y localidad, y en cada caso brindar los mayores elementos de certidumbre a los ciudadanos lo que disminuirá la desconfianza hacia las instituciones, además quedará de manifiesto la importancia de la sociedad dentro del proyecto. Es además recomendable instalar un mecanismo que dé seguimiento a todo el proceso de negociación.</p> <p>En el caso de incumplimiento en esta instancia se realizarían una evaluación de lo pactado, para dar explicación a los ciudadanos y en ese sentido, entrar a una nueva fase de renegociación, de acuerdo con la experiencia adquirida.</p> <p>Al cumplimiento de los acuerdos, previamente se deberá incorporar a los actores sociales en la nueva producción espacial, en donde deben ser tratados en calidad de ciudadanos, este elemento es fundamental en el sentido de reconocer su categoría política y por ende establecer un ambiente propicio para llegar a establecer acuerdos y su consecución, en donde además exista rendición de cuentas en caso de incumplimiento.</p> <p>Este es un trabajo de índole político que se materializa en la realización de las diversas construcciones materiales. Por ello es imperativo dar elementos de certidumbre política, para alcanzar el mayor grado de legitimidad de la obra, misma que nunca será absoluta pero que puede marcar un precedente fundamental en la construcción de otros megaproyectos similares.</p>			

Se deberán establecer canales de comunicación con credibilidad ante la ciudadanía para identificar las instancias que no hayan cumplido con lo acordado. Ello aminora la presión sobre la CFE y establecerá juicios relativamente objetivos sobre el proyecto que pueden brindarle algún grado de legitimidad.

En realidad será poco el trabajo a realizarse en este momento, pero la legitimidad en la última fase del proyecto será el resultado de todo el trabajo político desarrollado a lo largo de la construcción de la obra.

<b>Medidas Complementarias: Especificaciones ambientales</b>	<b>Figuras de referencia</b>
ninguno	ninguno

**B. Impactos en área de influencia aguas debajo de la cortina**

**(río Papagayo – de la presa a la desembocadura-, laguna de Tres palos y zona costera).**

## **B.1) ETAPA DE CONSTRUCCION**



<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>26</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Fisicoquímica y calidad del agua, biota acuática, uso urbano, vegetación riparia, suelo
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.I.	MI	CA, EC	Local
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Gasto de agua mínimo aceptable y promedio durante el llenado del embalse	Reducción del caudal del río para permitir el llenado	Definición del gasto denominado “ecológico” que requiere el río para soportar vida, el suministro humano, actividades agrícolas, así como mantener en el río características similares a las actuales (estiaje).	A lo largo de todo el cauce, aguas debajo de la cortina
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Determinación de un gasto “ecológico” (gasto hidráulico)			
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p>El comportamiento esperado en la desembocadura y zona costera durante el llenado ha sido analizado bajo dos escenarios:</p> <p><i>Escenario 1. Efectos de marea sin aporte de río (llenado sin liberar un determinado gasto de agua).</i></p> <p>El primer escenario se planteó considerando el registro de marea sin aporte del río (gasto de 0 m<sup>3</sup>/s), para evaluar las corrientes generadas por la carrera de marea, y determinar las tendencias de acreción y erosión bajo dicha condición (figura VI.3.8a).</p> <p>Como podemos observar en ésta figura, al estar gobernado el sistema por la marea, es decir sin efectos del río por tener gasto cero, podemos distinguir que el orden de corrientes del sistema van desde cero hasta 0.2 m/s. Una de las zonas donde se puede identificar de manera muy clara la zona de tendencias de depositación de sedimentos, corresponde a las zonas actuales de bajos (zona en color azul) como se observa en la batimetría. Otro aspecto importante de resaltar es el hecho de que la boca responde de manera inmediata, mientras en la zona detrás de la barra presenta resistencia, esto se debe a la zona de bajos. La sección mínima transversal de la desembocadura del río Papagayo es una de las zonas de interés en este estudio, pues se desea conocer cual es su tendencia a cerrarse o abrirse dependiendo del gasto que este pasando a través de ella. A continuación se muestran en la Figura VI.3.8b, las velocidades promedio y línea de tendencia a través de la desembocadura del río Papagayo únicamente considerando el efecto de la marea.</p> <p>Dada la configuración geométrica y de fondo de la sección mínima de la desembocadura, las velocidades de la Figura VI.3.8b muestran una oscilación con un rango que se encuentra entre los 0.04 m/s entrando o saliendo de la desembocadura por acción del la marea. De aquí se puede decir que la corriente tiene poca energía en zonas como la que se encuentra detrás de la barra, que por su rugosidad y geometría provoca una disminución de la velocidad, teniendo con esto depositación de sedimentos. La línea de tendencia muestra la respuesta del sistema a la señal de marea, este escenario es clave para poder entender las zonas de bajos que se pueden observar cerca de la desembocadura pegados a la margen oeste detrás de la barra, que contribuye a la estabilidad de la</p>			

misma, aguas arriba de la desembocadura. Con nulo flujo de agua predomina la corriente de marea y esta depositación de sedimentos en la barra será erosionada, ocasionando la apertura de la misma y una mayor penetración salina.

*Escenario 2: Efectos de marea y gasto medio (30m<sup>3</sup>/s)*

El siguiente escenario incluye el efecto del río con un gasto constante de 30 m<sup>3</sup>/s, que es el escenario representativo de las condiciones de estiaje actuales. En la Figura VI.3.10 se observa el cambio en el orden de magnitud de las corrientes y la interacción del río con la onda de marea desde la desembocadura hasta el inicio de la isla meandro y la transición sobre los canales que lo rodean. En este escenario podemos ver que del lado del río, en la zona atrás de la barra, con un aporte de 30 m<sup>3</sup>/s, se sigue generando una zona de calmas que ayuda a que los sedimentos que llegan a este sitio se depositen y la barra se sostenga.

Las márgenes de la desembocadura para este escenario son áreas de mucho intercambio y aumento en los rangos de velocidades por la disminución y cambio de orientación de la desembocadura. La influencia del río sobre el comportamiento de la desembocadura contribuye, pero la marea es la que sigue gobernando en el área de estudio, aunque en menor medida que con 0 m<sup>3</sup>/s.

Con la comparación entre las Figuras VI.3.8a y VI.3.9a se puede observar que la influencia de la corriente generada por el río con un gasto de 30 m<sup>3</sup>/s influye poco en el orden de magnitud de velocidades, pero significativamente en la distribución espacial de las corrientes (sólo en el área comprendida entre la desembocadura y río arriba). Una vez que el flujo pasa por la desembocadura hacia el mar, el comportamiento se rige por la señal de marea.

A partir del análisis de diversos factores y de las actuales características del gasto en el río durante la temporada de estiaje, se diseñó el gasto mínimo soportable en estiaje y gasto mínimo promedio en lluvias; mismo que garantice la continuidad de la biota acuática, las características del cauce, el suministro por infiltración al suelo en terrazas bajas y medias para desarrollo de actividades agrícolas y el soporte de la vegetación acuática y riparia. En este sentido se estableció mantener un gasto durante el llenado del embalse, que no sea menor de 10.4 m<sup>3</sup>/s en sequía y 30 m<sup>3</sup>/s en lluvias.

En ningún momento se deberá suprimir este gasto durante los 18 meses que dure el llenado de la presa, ya que ello ocasionaría daños al ecosistema fluvial y desabasto a los poblados aguas abajo de la cortina.

Cabe agregar que dicho volumen no llevará la carga de sedimentos que normalmente el río transportaba al delta o barra, situación que condicionará la erosión de la zona deltálica, por lo que habrá que tomar en consideración lo señalado en otra medida de mitigación (ver Ficha Técnica No. 27).

<b>Medidas Complementarias: Especificaciones ambientales</b>	<b>Figuras y cuadros de referencia</b>
ninguna	Figura VI.3.8a Figura VI.3.8b Figura VI.3.9a Figura VI.3.9b

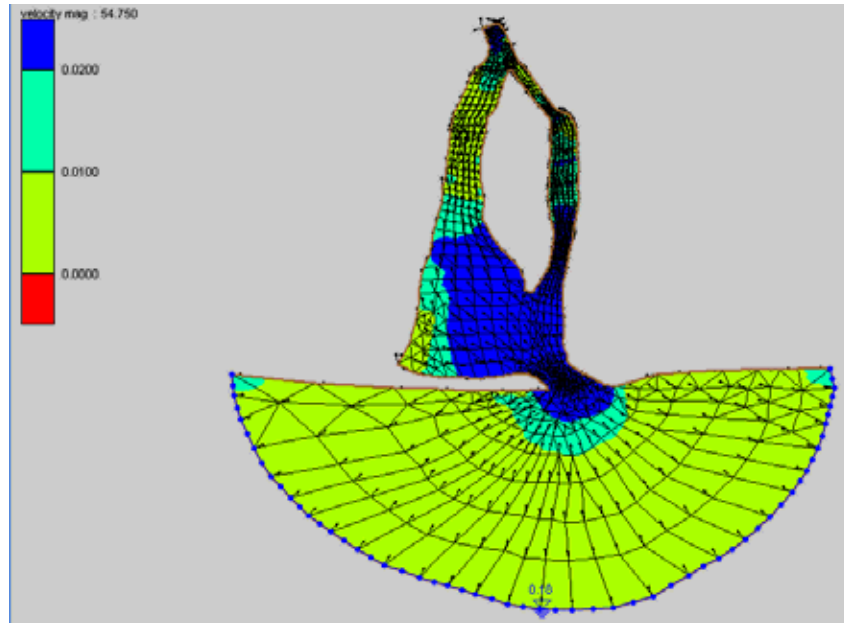


Figura VI.3.8a.-Patrón de corrientes para marea entrante y sin aporte de ríos (gasto de 0 m<sup>3</sup>/s) predominio de marea, ensanchamiento de desembocadura y erosión de barra.

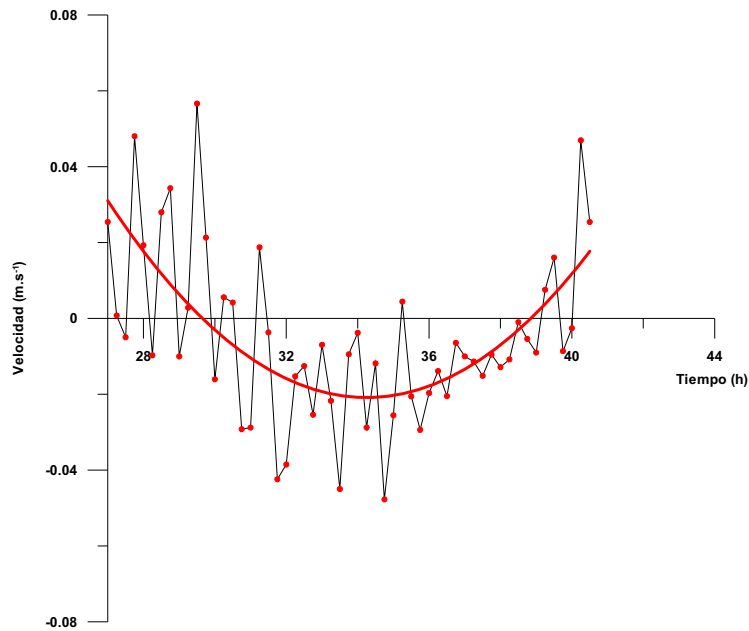


Figura VI.3.8b.-Velocidades promedio en la desembocadura sin acción del río.

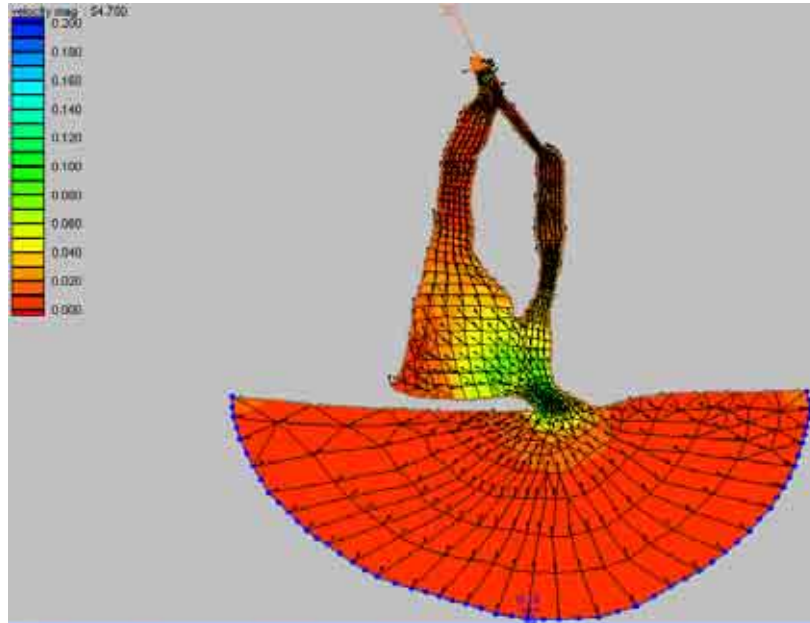


Figura VI.3.9a.- Patrón hidrodinámico con un gasto del río de 30 m<sup>3</sup>/s

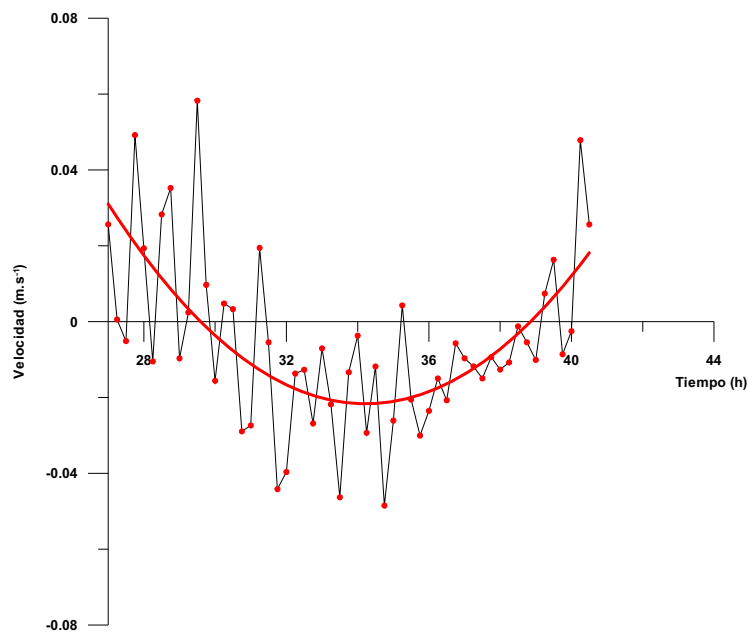


Figura VI.3.9b.- Patrón hidrodinámico con un gasto del río de 30 m<sup>3</sup>/s, para un ciclo completo de marea.

<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>27</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Hidrodinámica y Oceanografía Costera
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.I.	PR, MI	CA, EC, EA	Local
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Estabilidad de desembocadura y playas al Oeste de la misma	Reducción del caudal del río y del aporte de sedimentos durante el llenado del embalse	Dstrucción de los cordones litorales de la llanura fluvial. Retroceso de la línea costera y cambios en la conformación de la desembocadura. Afectación playera al Oeste.	Desembocadura y franja costera
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Estudios sobre perfiles playeros			
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p>Asimismo, se desconoce la extensión de la afectación esperada sobre las playas al Este y Oeste de la desembocadura, así como la tasa de retroceso que se espera ocurra sobre la línea costera, por lo que se deberán realizar estudios particulares de dinámica costera y transporte litoral, a fin de prever cualquier afectación a terceros. Durante el llenado, las playas deberán de monitorearse frecuentemente con perfiles playeros (mensualmente) para poder evaluar su evolución. En caso de que se presente un proceso de erosión evidente durante esta etapa, deberán de tomarse medidas correctivas, las cuales pueden ir desde aumentar el gasto ecológico (poco factible en esta fase), realizar rellenos artificiales con material ubicado en las playas al Este de la boca, o hasta construir obras de protección playera (p.ej. diques sumergidos, etc.).</p>			
<b>Medidas Complementarias: Especificaciones ambientales</b>		<b>Figuras de referencia</b>	
Ninguno		Ninguno	

## **B.2) ETAPA DE OPERACION**

<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>28</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Hidrodinámica fluvial, biota acuática, suelo, vegetación riparia, actividades productivas
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.I.	MI	CA, EC, EA	Local
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Modificación de desembocadura, plancton y bentos, actividades humanas	Desfogue de 748 m <sup>3</sup> /s por 4 horas y 0 m <sup>3</sup> /s por 20 horas (operación normal)	Modificaciones a la conformación de desembocadura, Afectación de las actuales actividades de extracción de material río debajo de la cortina, barrido de flora y fauna acuáticas, eliminación de oportunidad de uso de terrazas fluviales	Aguas debajo de la cortina, a lo largo de todo el cauce y en la desembocadura
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Presa de cambio de régimen			
<b>Descripción de la medida:</b>			
<u>Gasto de desfogue para generación de electricidad conforme al programa de operación .</u>			
<p>Cuando la central hidroeléctrica Parota se encuentre en operación se contempla que las turbinas desfoguen durante cuatro horas al día, un gasto aproximado de 748 m<sup>3</sup>/s. Las corrientes de velocidad (mayores a 1m/s), generadas por la descarga de 748 m<sup>3</sup>/s durante cuatro horas al día, favorecen el aumento en la tasa de regresión de la línea de costa; situación que se reflejará en el adelgazamiento de la barra por la falta de material, y en importantes efectos hacia la biota y vegetación riparia. Este gasto conlleva diversos problemas ambientales debidos al gran volumen de agua que se libera en un período muy corto, abriendo la barra de la desembocadura y arrastrando gran parte de la biota acuática del río. Posteriormente se contempla cerrar completamente el gasto de agua por las 20 horas restantes (figura VI.3.8a anterior), con otra serie de repercusiones ambientales.</p> <p>Motivo de ello, dado el efecto que tendrá la operación planteada para la hidroeléctrica en el río aguas abajo, se contempla la siguiente medida de mitigación:</p> <p>Construir una presa de cambio de régimen aguas debajo del sitio previsto para la cortina del P. H. La Parota, que permita contener el volumen de agua descargado (748 m<sup>3</sup>/s) durante las 4 horas de operación normal, para luego liberarlo en forma gradual a lo largo del resto del día, manteniendo un gasto controlado en el río y así disminuir los efectos que la descarga de este gasto/tiempo tendría sobre el sistema. Las características del anteproyecto son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Altura de cortina ..... 10,50 metros por encima del lecho del cauce.</li> <li>• Tipo de cortina.....concreto compactado con rodillo.</li> <li>• Volumen de la obra .....150 000 metros cúbicos.</li> <li>• Volumen del almacenamiento .....6,71 millones de metros cúbicos.</li> <li>• Superficie del embalse .....193 hectáreas</li> </ul> <p>Cabe señalar, que actualmente se esta definiendo la localización precisa de la presa reguladora de</p>			

cambio de régimen, así como el diseño ejecutivo de las características técnicas del anteproyecto

De forma conjunta entre la UNAM y CFE se analizaron diversas alternativas de operación y gasto que tendría la presa de cambio de régimen hasta llegar a una propuesta viable. Se realizó la simulación hidrodinámica suponiendo la existencia de dicha presa, el cual tendrá la función de liberar el gasto que descarga la operación de la central hidroeléctrica, pero distribuido en 24 horas. Así de esta forma los efectos de la descarga a lo largo del río y en la desembocadura del río Papagayo se verían disminuidos en varios órdenes de magnitud. La descarga resultante se muestra en el hidrograma de la Figura VI.3.10.

Para forzar el modelo se consideraron el gasto del hidrograma en una de las fronteras abiertas y la marea en la otra. Con estas condiciones se realizó la simulación hidrodinámica de la cual se observan los siguientes resultados: El orden de corrientes en los canales adyacentes a la isla meandro es mayor que el reportado en la desembocadura del río, en el canal Oeste se presentan velocidades máximas de hasta 0.5 m.s<sup>-1</sup> como se muestra en la Figura VI.3.11, que son menores a las que se presentaron con el gasto de operación de 748 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>, durante 4 h, por lo que los procesos de erosión a lo largo del cauce y desembocadura del río, disminuyen.

Las corrientes en el canal Este siguen siendo las mayores, por lo que la erosión se presentará en este canal. A pesar de la incorporación del represo propuesto para la regulación de las descargas a lo largo de las 24 horas del día, se siguen presentando corrientes que tienen una mayor magnitud que las provocadas por la marea (para el registro de marea que se contó en este estudio). Esta diferencia de magnitudes entre las corrientes generadas por las descargas y la onda de marea, provocan que el régimen del río siempre sea positivo (descargue), y únicamente se aprecie la influencia de marea en la oscilación de los gastos a través de la desembocadura y a lo largo de todo el cauce del río en general.

En la figura VI.3.12 se puede apreciar que a pesar de la presencia de la onda de marea en el frente costero, una vez que llega a la desembocadura, se topa con la descarga del río, por lo que una de las principales influencias del nuevo hidrograma es que sigue dominando el patrón de corrientes.

Es importante mencionar que en la influencia de la descarga del río con este nuevo régimen, domina el frente costero, por lo que el transporte longitudinal de arena aún se puede detener, dado que esta descarga funcionaría como un espigón, reteniendo el paso de material de arena por la desembocadura. Sin embargo esta misma descarga también provoca que en las márgenes disminuya la cantidad de material, presentándose este fenómeno en las zonas con tales velocidades que no permiten la colocación de material. Este aumento de las velocidades provoca que el río tenga una mayor capacidad de transporte, sin embargo la capacidad de la barra cercana a la desembocadura, ya no cuenta con la facultad de retener este sedimento, pues el aumento de las velocidades se presenta también en esta zona, por lo que ya no retiene esos sedimentos y todos escapan afuera del sistema.

En la Figura VI.3.13 se muestra la correlación que existe entre las velocidades en la desembocadura y los gastos de operación de la represa. Se puede observar que el rango máximo de velocidades es de 0.2 m/s y que en promedio se tienen velocidades de 5 cm/s, que son similares a las que se tienen en condiciones normales del río, con la diferencia que bajo este nuevo régimen, el río siempre se encuentra exportando agua del sistema y difícilmente se incorporara agua al sistema por la acción de las corrientes de marea.

Considerando cíclicas las descargas de la represa, se pueden tomar también cíclicas las velocidades y efectos que provocan. Ello tomando en consideración los análisis de las simulaciones de los escenarios sin la represa, justifica su construcción, ya que con la represa, los efectos sobre el cauce y la desembocadura del río Papagayo disminuyen, por lo que es una medida de mitigación adecuada a la erosión que provocarían las descargas de 748 m<sup>3</sup>/s durante 4 horas.

En conclusión: (1) sin bien se presenta un gasto de 403.24 m<sup>3</sup>/s verificar como máximo, la variación del nuevo hidrograma ayuda a disminuir el impacto sobre posibles erosiones de fondo a lo largo del río y



hasta su sección final en la desembocadura. (2) Se obtienen velocidades que pueden disminuir paulatinamente el espesor de la barra; sin embargo, es una mejor opción que la que representaba el planteamiento original en donde el espesor disminuía al corto plazo. (3) El orden de las corrientes es modificado por la condición de marea (entrante/saliente), por lo que puede aumentar o disminuir dependiendo de la condición de marea que se presente. Asimismo disminuyen los efectos sobre la intrusión salina, biota acuática, barra y desembocadura.

El proyecto de la presa de cambio de régimen es una medida de mitigación que permite obtener rangos máximos de 0.2 m<sup>3</sup>/s promedio (con el hidrograma propuesto), considerando únicamente interacción entre la descarga del río y la señal de marea. Lo anterior sugiere que el proceso de erosión de la barra y zonas adyacentes producida por el P. H. La Parota disminuiría considerablemente. Se tiene previsto además como medida de precaución, verificar antes del inicio de la operación de la presa de cambio de régimen, que el cauce del río hasta la desembocadura sea adecuado para conducir el volumen de descarga de 400 m<sup>3</sup>/s y de ser necesario, abrir con un tractor un cauce piloto que lo permita.

Actividades de extracción de material aluvial en cauce de río Papagayo

La operación de la central (con o sin presa de cambio de régimen) afectará los horarios de las actividades de extracción de material que algunas empresas particulares y ejidos, actualmente realizan dentro del cauce; particularmente en la zona cercana a la desembocadura. Se deberán tomar medidas preventivas y coordinar los tiempos de desfogue que requiere la presa con los interesados, a fin de que éstos puedan retirar la maquinaria a tiempo y evitar accidentes. Asimismo deberán notificarse a las poblaciones inmediatas al cauce, los horarios y programa de desfogue para evitar accidentes.

<b>Medidas Complementarias: Especificaciones ambientales</b>	<b>Figuras de referencia</b>
ninguno	Figura VI.3.10 Figura VI.3.11 Figura VI.3.12 Figura VI.3.13

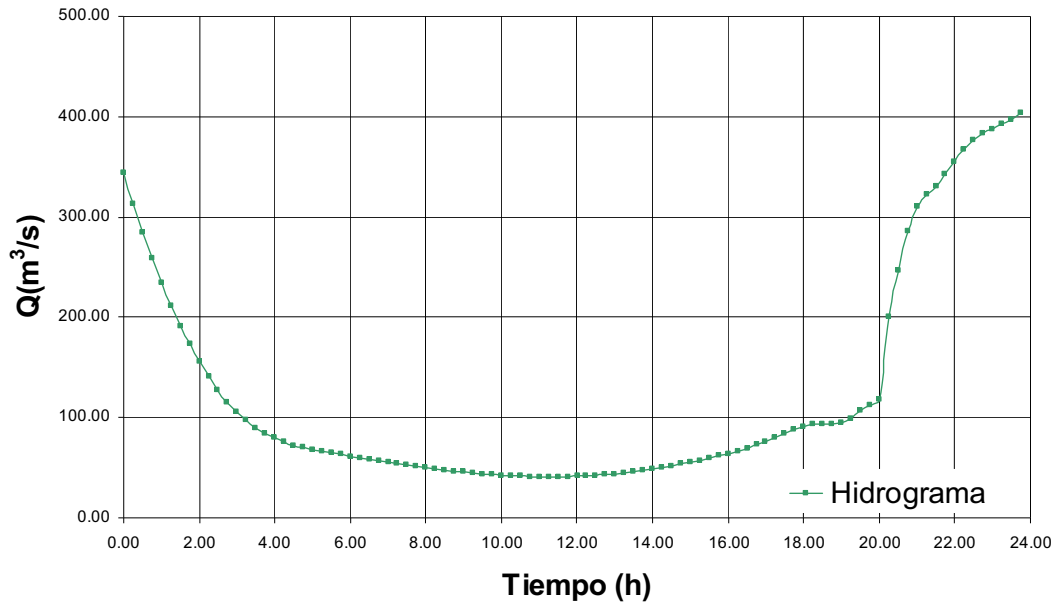


Figura VI.3.10. Hidrograma del represo propuesto conjuntamente (CFE-UNAM) (gasto v.s. Tiempo)

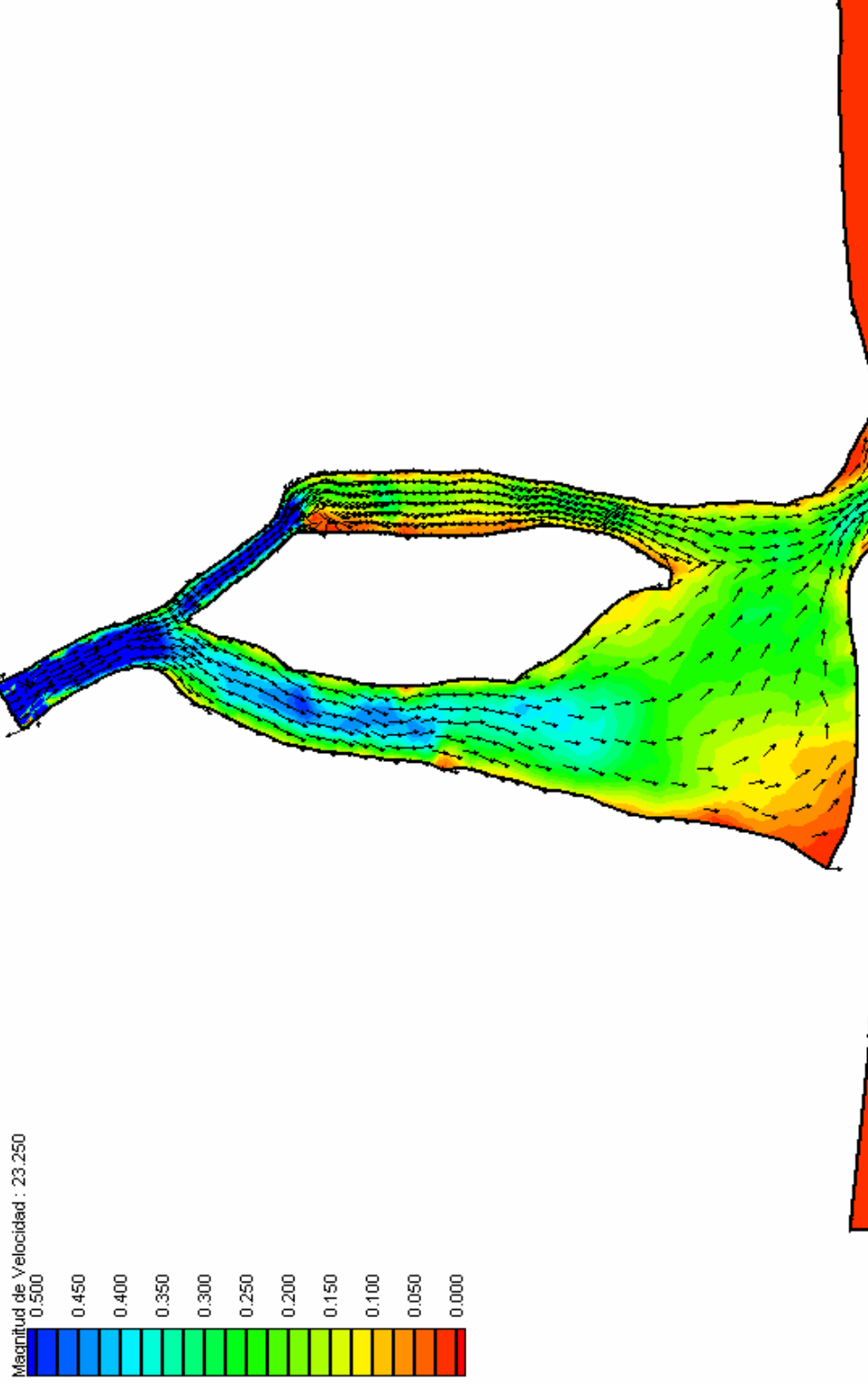


figura VI.3.1.1.- Patrón hidrodinámico en desembocadura, zona adyacente a la isla meandro.

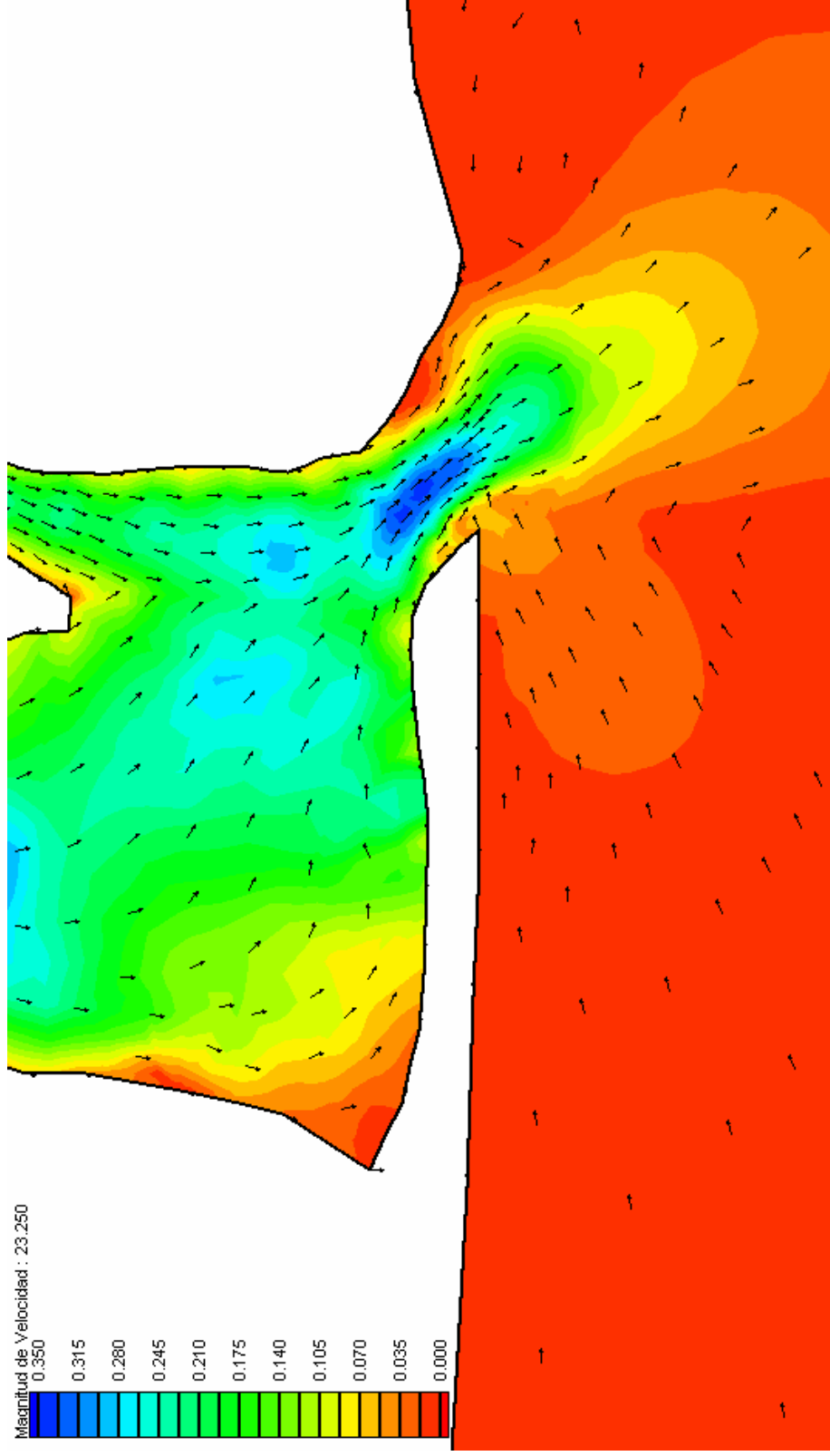


Figura VI.3.12.- Patrón hidrodinámico cercano a la desembocadura.

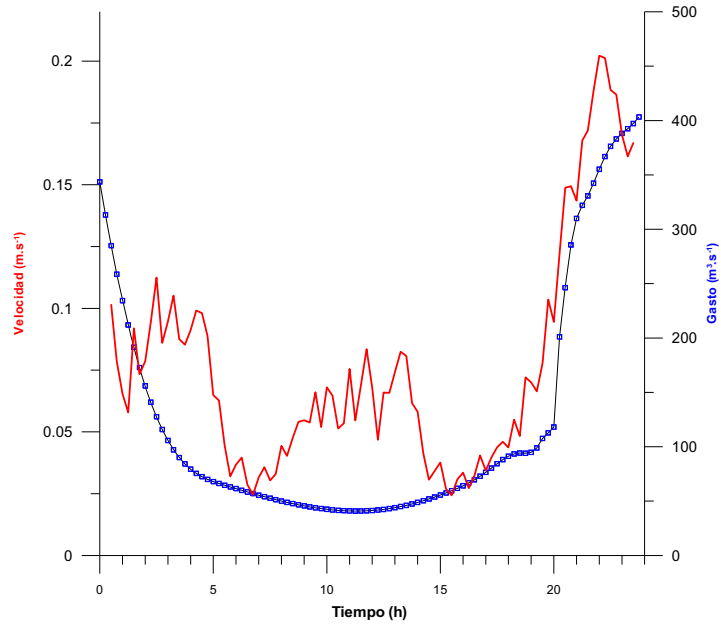


Figura VI.3.13.- Gasto controlado por la represa de regulación (azul) v.s. velocidades a través de la desembocadura sin el represo (rojo) en un día de operación.

<b>Ficha Técnica No.:</b>	<b>29</b>	<b>Rasgo ambiental:</b>	Suelo, uso del suelo, actividades humanas
<b>Incidencia</b>	<b>Naturaleza</b>	<b>Tipo</b>	<b>Ubicación Espacial</b>
A.I.	PR	CA, EA	General
<b>Factor ambiental bajo estudio</b>	<b>Actividad del proyecto que ocasionará el impacto</b>	<b>Generalidades del impacto esperado</b>	<b>Donde ocurrirá el impacto</b>
Anegamiento de suelos, inundación de asentamientos, riesgo a población	Desfogue en casos de fuerte precipitación	En caso de fuerte precipitación en la parte alta de las sub cuencas Omitlán y Papagayo y con la presa llena hasta su NAME, CFE deberá liberar importantes volúmenes de agua ocasionando el desbordamiento del río en diversos puntos	Sobre terrenos aledaños al cauce aguas abajo de la cortina
<b>Medida de mitigación propuesta</b>		<b>Inicio</b>	<b>Término</b>
Identificar zonas de riesgo por inundación			
<b>Descripción de la medida:</b>			
<p><u>Gasto &gt;1000 &lt; 2000 m<sup>3</sup>/s (tasa de retorno de 5 años)</u>  En la parte baja del embalse se espera que la liberación de mayores caudales a los normales tenga consecuencias negativas en términos de intensificación de la fuerza erosiva de las corrientes, pérdida de uso potencial de los suelos en terrazas fluviales e inundaciones.</p> <p>Se recomienda establecer una zonificación de riesgo por inundación, y normar y controlar el uso del suelo de las zonas que queden bajo algún nivel de riesgo, Para ello será necesario realizar un levantamiento topográfico detallado del cauce y sus terrazas, a fin de poder identificar los diferentes puntos de riesgo de desbordamiento del río bajo distintos flujos de agua.</p> <p>La adecuada instrumentación de los principales escurrimientos en las partes altas de las subcuencas de los ríos Omitlán y Papagayo con equipos meteorológicos e hidrométricos, así como la implantación de un sistema de vigilancia y seguimiento permanente,</p> <p><u>Gasto &gt;2000 &lt; 11,000 m<sup>3</sup>/s (tasa de retorno de 50 años)</u>  La situación esperada será más severa que en los párrafos anteriores. Bajo condiciones extremas, no existen elementos que permitan proponer acciones de mitigación, sino más bien acciones de prevención; desde el diseño de un plan adecuado de operación del embalse (mantenimiento de un franco bordo amplio y suficiente para prevenir y regular avenidas extremas), hasta la protección de márgenes en zonas susceptibles de inundación bajo condiciones extremas. Se recomienda establecer una zonificación de riesgo por inundación, y normar y controlar el uso del suelo de las zonas que queden bajo algún nivel de riesgo,</p>			
<b>Medidas Complementarias: Especificaciones ambientales</b>		<b>Figuras de referencia</b>	
ninguno		ninguno	

## **VI.4 Medidas complementarias: Especificaciones ambientales**

### **1. Organización espacial de infraestructura**

#### **1.1 Delimitación del área de ordenamiento**

La delimitación del área de ordenamiento se hace con base en el conocimiento del terreno. Para ello se establecen los alcances y requerimientos de la obra, y se revisan los requerimientos de infraestructura, en función del tipo de construcción, procesos constructivos, personal, servicios y gobierno.

De manera paralela se revisa la información documental acerca de los rasgos físicos, bióticos y socioeconómicos del sitio del proyecto, a fin de establecer un marco general de trabajo. Uno de los aspectos más importantes de dicha revisión, es el relativo a la topografía de la zona, ya que ésta puede ser el factor que limite o condicione el uso del suelo; para su análisis es recomendable el uso de fotografía aérea reciente y de planos topográficos en escala 1:5000 o menor.

Como resultado de la revisión documental, se establecerán, de manera preliminar, las limitantes de la zona tales como pendientes fuertes, fuentes de abastecimiento de agua, barreras naturales, áreas de vegetación natural conservadas, centros de población o ceremoniales, entre otros; o bien, identificar áreas potenciales de utilización para el ordenamiento. Toda esta información se revisará con el detalle que las fuentes de información lo permitan y serán verificadas posteriormente en campo.

Una vez concluida la revisión documental, se propone una localización preliminar de las áreas de ordenamiento, clasificadas éstas por grandes rubros, tales como polígono de estructuras principales, áreas industriales, campamentos y servicios, bancos de material, etc. Se estima que estas áreas abarcarán unas 60 ha y, en todo caso, deben quedar ubicadas dentro del llamado polígono de protección del PH La Parota, el cual ya está definido y abarca 200 ha. De esta manera se pretende concentrar las actividades relacionadas con la construcción, así como las afectaciones derivadas de las mismas.

Posteriormente se realizan recorridos de campo a fin de verificar la información documental. Los recorridos se realizarán de manera exhaustiva, tratando de revisar con el mayor detalle posible los aspectos relativos a los rasgos biológicos, tipos de vegetación, estado de conservación, uso actual y potencial, vocación del suelo, registros de fauna, población asentada o cercana al área de ordenamiento, infraestructura, fuentes de abastecimiento de agua potable y/o servicios, de tal forma que éstos resulten menos dispersos.

#### **1.2 Estimación de tendencias de poblamiento temporal y definitiva**

Se refiere a la determinación de la población que se asentará en el área de ordenamiento y a partir de la cual se realizarán las estimaciones de dotación de agua, generación de residuos, superficies necesarias para oficinas, campamentos, recreación, gobierno, etc. La estimación se realiza con apoyo en las áreas técnicas responsables de la elaboración y seguimiento de los programas de trabajo y de

utilización de personal. En función de ellos, se planeará, además de las superficies utilizables, el tiempo en que se deberá contar con determinada infraestructura para servir a la población esperada.

Con el área correspondiente de CFE se precisará la población, instalaciones y servicios que la operación de la central requiera, a fin de integrar este rubro como parte de la planeación.

### **1.3 Aptitud territorial**

La aptitud territorial se define como la posibilidad que tiene un área de ser aprovechada para ubicar la infraestructura requerida para desarrollar el proyecto.

Entre los aspectos prioritarios que deben considerarse están la topografía y los otros factores restrictibles o permisibles.

*Topografía:* Se requiere establecer, del total de la superficie del ordenamiento, aquellas áreas que cuentan con aptitudes para la construcción del equipamiento. Se sugiere diferenciar rangos de pendientes de la siguiente manera: de 0 a 15%, las cuales se considera podrán soportar cualquier tipo de uso; el segundo rango, de 16 a 35% de pendiente, las cuales se considerarán como zonas con uso condicionado. Las superficies con pendientes superiores al 35 %, se considerarán como no aptas para su utilización, a menos que por condiciones del sitio en particular, no se disponga de áreas que caigan dentro de los dos primeros rangos.

Las superficies identificadas se cuantifican y señalan en la tipografía 1:5000 en que se trabaja el ordenamiento.

*Factores permisibles y restrictivos:* Se refiere a elementos que de acuerdo a criterios técnicos, ambientales, reglamentarios y de diseño, limiten el uso de ciertas áreas. Se consideran en este rubro las zonas federales, que serán básicamente las relativas al escurrimiento principal y sus afluentes, su determinación se realizará por el procedimiento que marca la Ley de Aguas Nacionales; su uso será exclusivamente para la extracción de materiales y construcción de cierta infraestructura de la obra, como trituradoras, almacén temporal de agregados y almacén temporal de desperdicios industriales. Área del embalse, se refiere a la superficie de inundación al nivel de aguas máximo extraordinario; su utilización será altamente restringida para ocupaciones de tipo permanente y estará condicionada para uso temporal, siempre y cuando no interfiera con los trabajos y estructuras del proyecto.

La parte utilizada deberá ser planeada de manera que se establezca el manejo y disposición final que tendrán los residuos que en ella se generen y los equipos y materiales que se empleen en la misma. Podrá tener un uso compatible con la extracción de materiales y aprovechamiento de los recursos.

### **1.4 Definición de políticas territoriales**

Una vez reconocido el sitio, determinado las condicionantes de uso y la vocación del suelo, se establecen las políticas territoriales, las cuales normarán los destinos que finalmente tengan las áreas seleccionadas dentro del área de ordenamiento, su forma



de utilización y alcances de las mismas. Las políticas serán tantas como las características del sitio lo amerite; cada una deberá ser consensuada y prevista desde un enfoque multidisciplinario, que contenga las observaciones técnicas, ambientales, sociales y otras que se considere tenga relación con el desarrollo de la actividad.

Las políticas de protección, conservación, aprovechamiento y restauración, deben en todos los casos, ser consideradas, además de las que se identifiquen para cada caso en particular. De manera general, estas políticas tendrán los siguientes preceptos, mismos que serán validados, actualizados y/o adecuados a cada obra en particular.

*Protección y conservación:* Tienen como objetivo principal el preservar el ambiente natural con características sobresalientes.

*Aprovechamiento:* Está dirigida a las áreas que presenten condiciones para el establecimiento de la infraestructura del proyecto

*Restauración:* Se refiere a la necesidad de asignar acciones, programas y recursos para el restablecimiento y recuperación de áreas o recursos alterados por actividades relacionadas con la construcción del proyecto, o bien, que compensen los efectos de éste sobre el medio ambiente.

## **1.5 Estrategia de ordenamiento territorial**

Una vez que se ha establecido el marco general para la utilización de las superficies involucradas en el ordenamiento, se establecerán, de manera particular, las condiciones que se deberán cumplir en cuanto a criterios para la localización de las áreas, así como lineamientos y criterios de regulación y preservación ecológica. Las consideraciones que se deberán tener en cada caso son las que se señalan en las actividades 2.5.1 a 2.5.5.

### **1.5.1 Criterios generales para la localización de las áreas**

Como estrategia de ordenamiento, se deben considerar al menos, los siguientes dos criterios generales para la localización de las áreas:

**Cota máxima para asentamientos humanos.** Se refiere a establecer un límite altitudinal de crecimiento o aprovechamiento del terreno; la cota estará en función de las posibilidades o restricciones que represente la dotación de servicios, accesibilidad y topografía.

**Áreas ocupadas por las estructuras principales.** Se refiere a las superficies donde se alojarán las obras principales del proyecto, ya sea durante su construcción como para la operación. Su uso será únicamente el industrial.

### **1.5.2 Lineamientos y criterios de regulación ecológica**

Los lineamientos y criterios de regulación ecológica son recomendaciones de carácter normativo, dirigidos a los sectores involucrados en el área de ordenamiento. Su objetivo es inducir un aprovechamiento racional sostenido de los recursos naturales,

empleando tecnologías limpias y no degradantes. Pueden ser, además, indicaciones restrictivas en cuanto a prácticas inadecuadas de manejo de recursos, o bien disposiciones legales de reglamentación sobre la materia.

Dichos lineamientos y criterios son establecidos de manera particular para cada una de las áreas seleccionadas, en función de las políticas territoriales y del uso propuesto definidos para el sitio. Estos criterios van en relación al control de los residuos, la delimitación de áreas donde la tala o retiro de vegetación sea controlada, la reforestación o áreas verdes, el control de la cacería, el establecimiento de medidas para el manejo y conservación de suelos, el manejo de especies de flora y fauna, entre otros

Una vez establecidos los criterios y lineamientos de regulación ecológica, se procederá a relacionar, para cada sitio en particular del área de ordenamiento, la siguiente información: ubicación, superficie, uso actual, uso propuesto, políticas y lineamientos y criterios de regulación ecológica. Esta información podrá ser concentrada en un cuadro, donde las columnas sean cada uno de los conceptos señalados y los renglones cada una de las zonas seleccionadas en el ordenamiento.

### 1.5.3 Preservación ecológica

Un aspecto relevante en la elaboración del ordenamiento, es el establecimiento de zonas que se predeterminen como áreas donde, dadas sus características ambientales quede restringido su acceso. Los criterios que se deben seguir para el establecimiento de las mismas son: la existencia de especies de flora y fauna catalogadas en algún estatus; la localización de sistemas naturales frágiles o en peligro de desaparecer por presiones antropogénicas; la presencia de ecosistemas que se consideren únicos o que signifiquen una representación importante del medio que será alterado; áreas donde se considere que existen elementos que los hacen valiosos en cuanto a los aspectos de carácter científico, estético, paisajístico o histórico; si se requiere instrumentar programas de conservación de suelos y agua para proteger cuencas hidrológicas, hábitats silvestres o centros de población.

### 1.5.4 Definición de usos e intensidad del suelo

Como resultado del análisis de los medios natural y socioeconómico, de establecer con precisión la aptitud territorial, de definir la tendencia de crecimiento de la población dentro del proyecto y de reconocer los requerimientos propios para la ejecución de las obras del proyecto, se determinan los usos, destinos y reservas del suelo. Esta definición, a condición de ser adecuada para cada proyecto y condiciones del sitio en particular, se sugiere que incluya los siguientes rubros:

- Uso habitacional: densidades alta ( $\geq 250$  hab/ha): personal obrero, supervisión y contratista; media (100 a 250 hab/ha): personal técnico, supervisión y contratista; y baja ( $\leq 100$  hab/ha): ejecutivos, supervisión y contratista. Considerar aquellas de tipo permanente si fuese el caso.
- Servicios y comercios: Comedores para la supervisión y los contratistas, de tipo general y para ejecutivos; casa de visitas, centro comercial, comercios al detalle, lavanderías. Considerar aquellas de tipo permanente si fuese el caso.

- Recreación: unidad deportiva, zonas de convivencia y actos cívicos, centro cultural y entretenimiento, zona ecológica recreativa. Considerar aquellas de tipo permanente si fuese el caso.
- Administración y gobierno: oficinas técnicas y administrativas de supervisión y contratistas; oficina sindical; oficinas permanentes para operación de la central; destacamento militar; clínica-hospital; centrales de bomberos, correos, telégrafos y teléfonos; retén, helipuerto.
- Industrial y de extracción: plantas dosificadoras, trituradoras, talleres en general, almacenes, bancos de almacenamiento, desperdicio, carpintería, entre otros.
- Usos especiales: áreas ocupadas por las estructuras principales, subestación eléctrica, polvorín, gasolinera, almacén temporal de materiales y residuos peligrosos.

Cada una de las superficies identificadas, su uso e intensidad, debe ser relacionada, codificada y representada en la cartografía 1:5000 donde se elabora el ordenamiento territorial.

La información generada debe incluir como complemento lo relativo a la localización de las fuentes de abastecimiento de agua potable y de servicios y los sistemas de manejo y disposición de los residuos. Esta información será también señalada en los planos 1:5000 donde se elabora el ordenamiento.

#### **1.5.5 Instrumentación y control**

El ordenamiento territorial de la infraestructura, debe ser sometido a la consideración y aprobación de las áreas involucradas, incluyendo las de operación de la futura central y las coordinadas por la Residencia General de Construcción; como resultado de la aprobación se tendrá un instrumento de planeación de la ejecución de la obra hidroeléctrica.

El ordenamiento territorial será de observancia obligatoria para la supervisión, contratistas y subcontratistas; cualquiera de las partes que durante la ejecución del proyecto requiera de alguna modificación en las áreas asignadas, sea en superficie, localización, intensidad, uso, o el empleo de áreas no consideradas en el ordenamiento, deberá solicitarlo a la Residencia General de Construcción, quien en coordinación con las áreas técnicas, administrativas, ambientales y/o sociales involucradas, tomará la decisión que se considere más adecuada para el desarrollo de la construcción, considerando, en su caso, las gestiones legales que implicarán dichas modificaciones.

## **2. Suministro de agua potable en frentes de obra**

### **2.1 Objetivos**

- Garantizar el abasto del servicio de agua potable para la población que trabajará en la construcción del proyecto, así como satisfacer los requerimientos de agua para las actividades de construcción.
- Determinar las características de la calidad del agua del río y determinar las medidas y controles que deben establecerse para satisfacer la calidad requerida para consumo humano y las diferentes acciones del proyecto.
- Diseñar el sistema para la toma, almacenamiento y distribución del agua necesaria para campamentos, oficinas, talleres, edificios de gobierno, etc.

### **2.2 Proceso**

Se determinará la demanda de agua para las diferentes acciones del proyecto y la calidad de agua requerida para cada una de ellas, así como la calidad de agua del río.

Con la propuesta de organización espacial de la infraestructura se establecen las políticas de utilización de los recursos acuáticos a fin de hacer compatible las necesidades de utilización del agua con la disponibilidad y las características del agua del río. Las políticas, deben considerar el aprovechamiento racional y la conservación del agua así como el establecimiento de las medidas de protección del recurso

Con base en la información de la infraestructura del proyecto, la ocupación de las áreas, la población que se espera durante la construcción y las actividades o procesos en los que interviene la utilización de agua, se establecen los consumos que se tendrán en las diferentes actividades relacionadas con la obra, considerando al menos los siguientes usos:

- Consumo humano. consumo directo y proceso de alimentos, etc.
- Servicios. Baños y sanitarios, lavanderías, riego de áreas verdes, etc.
- Industrial. Servicios de lavado de maquinaria, proceso de agregados, proceso de concretos, etc.

### **2.3 Determinación de la calidad del agua**

Se realizará una caracterización de la calidad del agua del río considerando los parámetros que establezca la normatividad y/o los requisitos de calidad necesarios para el proceso al que se destinará.

El agua para consumo humano debe cumplir con los criterios y requisitos señalados en las normas oficiales mexicanas; en el caso de los usos de servicios y/o industriales debe considerarse, además, de los ordenamientos legales, aquellos requisitos que demande su utilización; por ejemplo, la calidad del agua requerida para el lavado de los materiales durante la trituración puede ser diferente a la requerida para la elaboración de mezclas de concreto.

## **2.4 Determinación de los tratamientos previos a su uso**

Una vez obtenidos los resultados de las determinaciones de la calidad del agua, éstos son correlacionados con aquellos que la normatividad o proceso determinen. Con esta información, cuando sea necesario, se definen los tratamientos específicos para cumplir con los requisitos de calidad. Así por ejemplo, en el caso del agua potable, se pueden establecer mecanismos o sistemas de purificación y/o cloración, para eliminación de patógenos o coliformes.

En el caso de agua de servicios o industrial, se determinan los tratamientos para eliminación de sólidos por ejemplo, color, olor, dureza o cualquiera de los parámetros que estén fuera del rango requerido por el proceso.

Es recomendable que los sistemas de tratamientos que se indiquen en cada caso, se elijan bajo una relación costo/beneficio congruente con la calidad requerida, especialmente para los usos destinados a servicios o industrial; para este tipo, se debe evaluar la posibilidad de modificar alguna fuente de abastecimiento.

En particular, para el uso de consumo humano, la selección de tratamientos debe ser estricta, incluyendo entre el análisis de alternativas, la instalación de plantas de tratamiento móviles o desmontables, que pueden ser retiradas del sitio luego del uso, pero que tengan la capacidad de tratamiento del agua, para el fin que se persigue. De no encontrarse fuentes adecuadas para este uso, el agua debe ser suministrada desde el exterior mediante la contratación de empresas debidamente registradas o por el mismo Contratista, quien en su caso, debe obtener los permisos, concesiones o autorizaciones que le sean requeridas por las autoridades municipales, estatales y/o federales. En esta situación debe cumplir con los requerimientos legales en la materia en relación con el aprovechamiento y transporte.

## **2.5 Programa de monitoreo de la calidad del agua**

Con la finalidad de mantener la calidad del agua requerida para cada uno de los usos, se establece un programa de monitoreo que considere la frecuencia, tipo y métodos de determinación de los parámetros a ser controlados. Cuando el agua requiera de tratamientos previos a su utilización, en el programa de monitoreo se debe considerar que es necesario contar y conocer los parámetros físico-químicos, previo a su entrada al sistema de tratamiento, con la finalidad de eficientizar su operación previamente a su conducción a los sistemas de almacenamiento y/o distribución, particularmente la destinada al consumo humano y a los servicios.

Los programas de monitoreo pueden ser establecidos en diferentes niveles y como efecto, en diferente frecuencia. El monitoreo y tratamiento del agua para consumo humano debe ser permanente (diario, horario, etc.).

## **2.6 Registros de análisis físico - químicos y aplicación de tratamiento**

La toma de muestras, determinación de parámetros y aplicación, en su caso, de tratamientos para cumplir con las condiciones de calidad del agua que cada uso requiere, se debe llevar de manera ordenada, siguiendo técnicas adecuadas.

El Contratista debe llevar una bitácora para el seguimiento del programa de monitoreo de la calidad del agua, registro de los análisis físico - químicos y aplicación de tratamientos.

### 3. Manejo de residuos sólidos

Para el manejo de los residuos municipales, se colocarán contenedores en áreas estratégicas de los diferentes frentes de trabajo, los cuales deben ser colectados periódicamente para conducirlos al relleno sanitario o al sitio de disposición que indiquen o autoricen las autoridades municipales. Todos los residuos susceptibles de ser reciclados serán seleccionados para su envío a los centros de acopio y para su reutilización.

La recolección de los desechos sólidos se realizará en vehículos cerrados y empleados exclusivamente para tal fin. Se llevará un seguimiento para que la recolección se realice diariamente en todos los frentes de trabajo y para que no exista mezcla de residuos peligrosos y no peligrosos.

Asimismo, se promoverán acciones de educación ambiental a fin de promover la separación de residuos y en su caso, la reutilización de los mismos.

Los desechos industriales no peligrosos tales como escombros, madera, chatarra, etc., serán confinados en los bancos de desperdicio habilitados para la disposición de los materiales producto de excavaciones y cuya calidad no resulta adecuada para su colocación en la obra de contención o cuyo volumen no es manejable. Es necesario aclarar que por la experiencia que se ha tendido en proyectos anteriores gran parte de la chatarra será reciclada, para lo cual se pondrá a disposición de las empresas del ramo.

En el caso del material producto de la excavación y que no sea utilizado en algún frente de trabajo, se tienen identificados sitios para su disposición.

Para un mejor manejo de los residuos producidos durante la construcción de la obra, se identificarán los centros generadores y se agruparán, según el tipo de residuos generados, en dos clases:

- Industriales: aquellos residuos generados dentro de los talleres y almacenes del proyecto, pero que no se encuentren clasificados como peligrosos.
- Domésticos: aquellos residuos generados dentro de las oficinas y campamentos. En cada centro generador, los residuos que pueden ser reciclados como envases, papel, cartón, metales, entre otros.

El Contratista es el responsable de que tanto los trabajadores como las visitas que entren a las instalaciones se apeguen al programa de manejo de residuos municipales depositando los residuos en los contenedores y se mantengan limpias las instalaciones, para lo cual es necesaria la continua vigilancia dentro de la obra.

Es importante señalar, que en el sitio del proyecto se considerará la instalación de un Centro de Acopio de Reciclables con almacenamiento temporal, la instalación de un Relleno Sanitario y la instalación de una Planta Generadora de Composta.

#### **4. Manejo de aguas residuales**

Realizar las acciones necesarias para el manejo y el tratamiento de las aguas residuales domésticas e industriales, de tal forma que las descargas cumplan con la legislación ambiental vigente en la materia y de forma particular con las condiciones impuestas por la Comisión Nacional del Agua (CNA) en los permisos de descarga.

##### **4.1 Identificación de centros generadores**

Con base en la información de la infraestructura del proyecto, la ocupación de las áreas de ordenamiento, la población que se espera durante la construcción y las actividades o procesos en los que interviene la utilización de agua, se identifican los centros generadores de aguas residuales y se clasifican de acuerdo a su uso:

- *Industrial*: incluye talleres, plantas dosificadoras y plantas trituradoras, entre otras, pero que no contengan en ningún caso, residuos que pueden ser clasificados como peligrosos;
- *Domésticas*: incluye campamentos, comedores, sanitarios, regaderas, lavaderos, lavanderías, así como oficinas de Supervisión, oficinas de plantas y talleres, instalaciones del Contratista, de gobierno, etc.
- *Pluviales*: las provenientes de las precipitaciones las cuales son captadas y descargadas mediante sistemas independientes a los anteriores.

##### **4.2 Cuantificación y caracterización de las descargas**

Como base para calcular el volumen de las descargas, el gasto se estima en función de la población que haga uso de las mismas, el número de muebles de servicio con que cuenten, o ambas, según convenga. En caso de considerar la población, la dotación de agua por persona se debe estimar con base en información que se disponga, no se deben considerar dotaciones inferiores a 160 litros/persona/día.

##### **4.3 Sistemas de tratamiento y localización**

Con base en la información anterior se proponen los sistemas de tratamiento para las descargas de aguas residuales tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- En la medida de lo posible, construir el menor número de plantas de tratamiento, proyectando colectores que concentren las descargas a un punto o puntos determinados.
- Los colectores, no deben mezclar aguas residuales de las instalaciones industriales con las domésticas o pluviales. Estos colectores, son individuales para cada tipo de servicio.
- Los colectores provenientes de clínicas, plantas de trituración, mezclado de asfaltos, dosificadora de concreto, patios de servicio de mantenimiento de maquinaria y equipo, estación de combustible y área de trabajo de los talleres, deben contar con



pisos de concreto hidráulico, colectores perimetrales de los escurrimientos sobre la base de rejillas tipo Irving y un sistema de tratamiento primario (trampas de grasas, pozas decantadoras, etc.) previo a su descarga al colector general o contar de forma independiente con un sistema de tratamiento particular.

- El sistema de tratamiento debe ser eficiente para el tratamiento de las aguas residuales de las características que se determinaron.
- Las condiciones físico-químicas de la descarga, deben cumplir con las normas oficiales mexicanas vigentes para cada caso específico.

#### **4.4 Permiso de la descarga de agua residual**

El registro de la descarga se realiza ante la CNA, el permiso se obtiene para cada una de las descargas que se tengan.

#### **4.5 Operación y mantenimiento del sistema de tratamiento**

En su caso, los muestreos se realizan conforme lo estipule el permiso otorgado por la CNA, tanto en lo relativo a la frecuencia, como a los parámetros y formas de muestreo que la autorización señale.

## **5. Manejo de residuos peligrosos**

### **5.1 Medidas generales**

Los residuos peligrosos serán tratados conforme a la normatividad vigente, almacenados de manera temporal dentro de la zona adecuada para el efecto y transportados por empresas autorizadas a los sitios de disposición final. Se conservarán las evidencias de los movimientos que estos residuos tengan dentro de la obra y hasta su disposición final.

### **5.2 Gestiones**

El manejo de residuos peligrosos, requiere de un Registro, el cual se tramita ante la delegación de la SEMARNAT en el estado de Guerrero, llenando el formato que la misma dependencia tiene elaborado y pagando los derechos correspondientes.

Las empresas prestadoras de servicios de recolección y disposición de residuos peligrosos, deben tener vigentes sus registros y autorizaciones correspondientes.

Se informará semestralmente a la SEMARNAT del movimiento de residuos peligrosos, Para tal efecto se contará con la bitácora mensual de generación, la copia de los manifiestos de generación, traslado y confinamiento de los residuos peligrosos.

El personal que manejará los residuos peligrosos tendrá la capacitación necesaria para ello. Para el manejo de los residuos peligrosos se utilizarán los tipos de envase o contenedor adecuado para cada tipo de residuo, tanto para su almacenamiento como transporte.

Cada ocasión que se retiren residuos de las instalaciones, se elaborará el manifiesto de entrega - recepción; en este manifiesto se señalan los tipos de residuos, volúmenes y la disposición final que dará la empresa confinadora.

### **5.3 Identificación de los residuos peligrosos.**

La identificación se basa fundamentalmente en determinar si el residuo de que se trate se encuentra listado en alguna de las cuatro tablas que forman parte de la NOM-052-SEMARNAT-1993.

Si el residuo no se encuentra relacionado en la norma referida, y se tienen dudas acerca de su potencial peligrosidad, se deben determinar las características de corrosividad (C), reactividad (R), explosividad (E), toxicidad al ambiente (T), inflamabilidad (I) y biológico infecciosas (B), atributos que en conjunto se les denomina características CRETIB. La determinación de las características CRETIB, se realiza conforme lo señala el inciso 5, clasificación de la designación de los residuos, de la norma oficial mexicana referida. Esta determinación se basa fundamentalmente en el análisis de algunas propiedades de los residuos.

### **5.4 Estimación de la cantidad de residuos peligrosos a manejar**

Una vez identificados los residuos peligrosos, se procede a la estimación del volumen que se pretende manejar en el proyecto por unidad de tiempo. Esta información es

concentrada y se determina un esquema de la generación de residuos peligrosos, el cual es la base para la determinación de las operaciones necesarias para el almacenamiento temporal de los mismos, equipo e instalaciones requeridas y necesidades de contratación de mano de obra y servicios.

### **5.5 Instalaciones para el manejo de los residuos peligrosos**

A partir del esquema para la generación de los residuos peligrosos, se define la instalación del almacén temporal, los dispositivos y contenedores, los señalamientos y sistemas de seguridad, el personal calificado, equipo y servicios requeridos para el manejo.

#### **5.5.1 Elaboración del proyecto ejecutivo para el almacenamiento temporal de los residuos.**

Para las instalaciones requeridas, se debe elaborar un proyecto, donde los residuos se manejen de conformidad con las características de incompatibilidad que marca la NOM-054-SEMARNAT-93.

El proyecto de almacenamiento temporal debe contemplar las siguientes condiciones: que el sitio seleccionado no se encuentre en zonas que tengan conexión con acuíferos, debiendo estos estar retirados al menos 500 m de cualquier cauce; que los vientos dominantes en la región no sean en dirección de las zonas donde se concentren áreas de oficinas, campamentos o lugares de trabajo de personal; que la pendiente del terreno se encuentre entre el 5 y 30%; que se cuente con un acceso transitable todo el tiempo y con la geometría para el rodamiento de vehículos pesados.

El sitio de almacenamiento es dimensionado en función del tipo de residuos que se manejen, tanto por su volumen y tipo de envase en que es necesario manejarlos. Debe considerarse que la instalación cuente con alumbrado, cerca perimetral, drenaje, trampas para fugas y derrames, control de acceso, piso de concreto hidráulico, equipo contra incendio, señalización, bodega, sistema de alarmas y radiocomunicación.

El proyecto debe presentar el personal requerido y el manual de operación de la instalación, donde se considere el proceso seguido desde el envasado, recolección, transporte y maniobras dentro de la instalación. Asimismo, debe indicar las posibles alternativas para su retiro del área de la obra.

#### **5.5.2 Construcción y operación.**

En la construcción del almacén temporal de residuos peligrosos se deben seguir las siguientes condiciones:

- Ejecutar el desmonte y despilme dentro del área delimitada con marcas visibles (estacas, cal, etc.)
- Construcción de la cerca perimetral con malla ciclónica y altura mínima de 2,60 m
- Piso de concreto hidráulico con pendiente de 2 %.
- Construcción de techo de material no inflamable.
- Construcción de drenaje pluvial en cepas de sección rectangular, recubiertas de concreto y cubierta con rejilla tipo Irving o similar.

- Suministro y mantenimiento de extinguidores con polvo químico para incendios tipo A, B, C de 9 Kg.
- Construcción de cisterna para captación de fugas o derrames, de concreto armado y acabado pulido.
- Instalación y mantenimiento de señalamientos de seguridad.

### **5.6 Almacenamiento en los Centros generadores**

El Contratista debe colocar en los centros generadores de residuos peligrosos, tales como la zona industrial y los talleres de mantenimiento de la maquinaria, contenedores donde sean depositados los residuos, para después ser transportados al almacén temporal.

Debiendo clasificarlos de la siguiente forma:

- a) Aceites y grasas, gastados
- b) Solventes
- c) Materiales contaminados
- d) Envases y/o empaques
- e) Piezas mecánicas de mantenimiento a unidades.

Las características de los contenedores o envases donde se depositan los residuos deben ser adecuadas para el tipo de residuo que se maneje en ellos. Bajo ninguna condición los residuos tendrán contacto con el suelo, estopas, madera, envases, plástico, entre otros.

El área donde se colocan los contenedores de residuos peligrosos en los centros generadores debe de estar alejada, del área de residuos sólidos municipales. Cada contenedor debe contar con un área de 2 x 2 m, con piso de concreto y solo se utiliza para la colocación del contenedor. Esta área, cuenta con un letrero que indique que la zona esta destinada exclusivamente para depósito de residuos peligrosos.

Las áreas de generación de residuos peligrosos (talleres o almacenes de sustancias) deben tener piso de concreto, canaletas recolectoras y fosa de captación de derrames o fugas.

### **5.7 Contenedores para el transporte al sitio de almacenamiento temporal**

Los contenedores para el manejo de residuos desde los centros generadores hacia el sitio de disposición temporal, deben de cumplir con la siguiente especificación:

- Tambos de 200 litros y con una tapa que se encuentre unida por medio de una bisagra, para que los residuos permanezcan tapados. El material de los tambos será adecuado a las características del residuo.
- Deben estar en perfectas condiciones, sin abolladuras o otros daños.
- Deben estar pintados y contar con una etiqueta que indique el tipo de residuo apeándose a lo establecido en las normas vigentes aplicables en la materia.

### **5.8 Recolección de residuos a las instalaciones de confinamiento**

Los contenedores serán recogidos diariamente de los centros generadores y transportados al almacén temporal. Los camiones deben circular a una velocidad máxima de 40 km/h y no salirse de la ruta establecida en el programa de almacenamiento de

residuos peligrosos. Durante el transporte de los residuos, los vehículos utilizados, deben de estar correctamente identificados.

## **6. Control de emisiones**

### **Objetivo:**

Minimizar las emisiones a la atmósfera de los vehículos, maquinaria e instalaciones utilizadas en el proyecto.

### **6.1 Mantenimiento y operación de vehículos, maquinaria e instalaciones**

El Contratista debe contar con un programa de mantenimiento, para los vehículos y maquinaria que se encuentre trabajando dentro del área del proyecto, para realizar periódicamente los servicios que disminuyan las emisiones a la atmósfera producto de la combustión en los motores. Este programa se desarrollará de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes.

Durante la operación de las plantas trituradoras y dosificadoras, la contratista debe utilizar mecanismos que minimicen la dispersión de polvos fugitivos, estableciendo dispositivos de control que permitan su retención.

Para cada vehículo y maquinaria se tendrá una bitácora de servicio en la cual se registre el tipo de servicio que se le ha brindado. Las bitácoras de servicio deben permanecer en los talleres de mantenimiento y en las instalaciones para su verificación.

### **6.2 Medición de ruido en las instalaciones**

Se debe establecer un monitoreo para la medición de emisiones de ruido en sitios estratégicos de las áreas de construcción, oficinas y campamentos, así como en el perímetro del polígono de obras.

### **6.3 Riego de terracerías**

El Contratista debe realizar el riego de todas las terracerías que se encuentren en uso durante la temporada de secas, la cual abarca aproximadamente del mes de octubre a mediados del mes de junio, el resto del tiempo se deben realizar riegos según la humedad del suelo.

Además, el Contratista debe establecer límites de velocidad para la maquinaria y vehículos con la finalidad de evitar que se hagan nubes de polvo al paso de los vehículos y maquinaria por las terracerías.

## **7. Utilización de composta**

### **7.1 Identificación de áreas en las que se requiera ejecutar acciones de mejoramiento y conservación de suelos, así como aquellas que requieran ser restauradas**

A través de la planeación sobre la organización espacial de la infraestructura, se deben definir las áreas en las que se requiere aplicar acciones de mejoramiento y conservación de suelos, así como todas aquellas en las que resulta necesaria la aplicación de acciones tendientes a lograr su restauración. Se consideran tres categorías de terrenos con propósitos de utilización de la composta, sin ser limitativos:

- *Mejoramiento:* terrenos dedicados a cualquier uso productivo como son: parcelas agrícolas y áreas verdes.
- *Conservación:* terrenos en los que se evidencien procesos activos de erosión (laminar, canalillos, etc.) particularmente los incluidos en el polígono de protección, en las márgenes del camino de acceso, vialidades internas y los adyacentes a las instalaciones permanentes y temporales.
- *Restauración:* todas aquellas superficies que hayan sido alteradas por la instalación y desmantelamiento de la infraestructura necesaria para la realización de los trabajos, zonas de balconeo, taludes, bancos de materiales, vialidades temporales, depósitos de desperdicio, almacenamientos temporales (en estos tres últimos casos es aplicable a los ubicados por fuera del área a ser embalsada), así como todas aquellas que le sean indicadas por la Comisión.

El Contratista debe considerar como prioritarias las áreas a restaurar, posteriormente las de conservación y por último las que requieren mejoramiento. El resultado de esta actividad se integra en un reporte técnico, que es entregado a la Comisión para su aprobación.

### **7.2 Procedimientos para la Colocación y Utilización de Composta**

El Contratista elabora los procedimientos para la colocación y utilización de la composta, mismos que deben ser acordes con las acciones que se emprendan para el mejoramiento, conservación de suelos y restauración de terrenos afectados.

En la elaboración de sus procedimientos el Contratista debe considerar que no se admite la utilización de composta como un sustituto del suelo y que en todos los casos se debe mezclar con el suelo producto del despalle o con materiales que permiten el soporte de la materia orgánica, el desarrollo de los sistemas radicular de las especies que se planten o desarrollen en el sitio y/o de las utilizadas para la revegetación, forestación y/o reforestación.

Aun cuando los propósitos de la utilización de la composta sea el mejoramiento o conservación de los suelos, se debe considerar que durante la colocación se favorezca su mezcla con los sustratos presentes en el terreno, hasta una condición en la que el material resultante se mantenga estable bajo condiciones de utilización normales y que no

presenten signos de erosión hidráulica, en más de un 20% de la superficie en condiciones de precipitación máxima (para un periodo de 24 hr).

Consecuentemente en la elaboración de los procedimientos de utilización de composta se deben tener como base o ser integrados a los que se elaboren para la ejecución de las acciones de conservación de suelos.

En las actividades de colocación y uso de composta no se permite la utilización de maquinaria pesada y la afectación adicional de los terrenos forestados o de los sujetos a restauración, por lo que en todos los casos se debe privilegiar la utilización de medios manuales o de aspersión.

Los procedimientos que elabore el Contratista son entregados a la Comisión para su aprobación, mediante un reporte técnico en el que anexa toda la información necesaria para sustentar las propuestas.

### **7.3 Cuantificación de los Volúmenes requeridos de Composta**

Una vez que el Contratista haya realizado los preparativos solicitados, debe realizar una proyección del volumen requerido de composta. Esta información se cruza con los valores estimados de producción, para hacer una redefinición de las superficies a ser restauradas y/o mejorados sus suelos y los usos a que se destina el material obtenido. El resultado de esta actividad se integra en un reporte técnico para ser aprobado por la Comisión.

### **7.4 Programación de la Utilización y Colocación**

Por su naturaleza las actividades necesarias para la colocación de composta se pueden integrar a la programación de aquellas necesarias para la conservación de suelos, restauración y reforestación, o realizarse de forma particular.

### **7.5 Determinación de la Calidad en la Colocación de composta**

La calidad en la colocación se define basándose en tres criterios básicos:

- *Textura*: el sustrato resultante de la mezcla de la composta con suelo o materiales finos producto de excavación debe encontrarse en un rango de textura de limo a limo arenoso.
- *La estabilidad*: el material resultante ya sea colocado en superficie o en cepas para reforestación debe mantenerse mecánicamente estable en condiciones normales de utilización del terreno y bajo condiciones de la máxima precipitación en 24 hr.
- *Permeabilidad*: el material debe ser lo suficientemente permeable para evitar su saturación y dilución bajo condiciones de precipitación máxima en 24 hr.

Con la finalidad de que los materiales obtenidos cumplan con estos requisitos, el Contratista ejecuta los procedimientos de prueba más convenientes, previo a su utilización, mismos que son aprobados por la Comisión.



## **8. Reforestación de áreas afectadas**

### **8.1 Identificación de áreas a reforestar**

Con base a la organización espacial de obras, el Contratista debe además, identificar en campo las áreas que necesitan ser reforestadas: campamentos, talleres, bancos de préstamo, vialidades y almacenes, entre otras. El Contratista ubica en un plano topográfico y analiza los sitios para determinar una calendarización de las medidas y acciones para la aplicación del Programa de Reforestación de las áreas, previamente, identificadas.

### **8.2 Elaboración del Programa de Reforestación**

El Contratista elabora un Programa de Reforestación para las áreas afectadas por la construcción de la infraestructura, el cual es presentado a la Comisión para que esta lo revise y autorice. El programa debe contener como mínimo la siguiente información.

#### **8.2.1 Preparación del terreno**

Los sitios que fueron desmantelados, el Contratista debe identificar las características negativas que más puedan influir en el establecimiento de las plantas, tales como: suelos compactos, pedregosidad, malezas y deficiencias nutricionales; para que se lleven a cabo las actividades de colocación del suelo orgánico en cada una de las áreas a restaurar, colocación de composta, conformación de terrazas y taludes en bancos de material, de desperdicio y vialidades permanentes y temporales, para facilitar las actividades de reforestación.

#### **8.2.2 Especies a emplear en la Reforestación**

El Contratista lleva a cabo la reforestación con especies nativas de la región, ya que son especies de fácil propagación y adaptación a las condiciones ambientales.

Se deben utilizar especies maderables y no maderables, ya sea por propagación de semillas o vegetativa. Para esto el Contratista colecta el material germoplásmico de la zona, para que sea utilizado en las áreas afectadas por las actividades de construcción.

#### **8.2.3 Cuantificación de la Plantación**

Para la cuantificación de las plantas a emplear en la reforestación, el Contratista debe emplear los sistemas de plantación de tres bolillos, curvas a nivel y lineal. Las distancias y densidades empleadas se determinan de acuerdo al crecimiento y desarrollo de cada una de las especies a utilizar, de tal manera que se asegure la recuperación de las áreas perturbadas y el éxito de la reforestación.

Trazo y densidad de la plantación

- El Contratista realiza el trazo topográfico para la plantación en cada una de las áreas a reforestar.

- La densidad de la plantación se determina de acuerdo al desarrollo de cada una de las especies a utilizar y a su sistema de plantación.

#### **8.2.4 Cantidad de plantas a utilizar**

- Las plantas a utilizar se dan en función de la superficie total a reforestar y la especie utilizada, por lo que es necesario determinar el número de plantas que se emplearán en cada área.

### **8.3 Época de reforestación**

El Contratista debe realizar la reforestación de las áreas afectadas por la construcción de la infraestructura en la temporada de lluvias.

### **8.4 Apertura de cepas**

La apertura de cepas para colocar los individuos, se realizará dos semanas antes de efectuar la plantación. Ejecutada con herramienta manual y/o mecánica respetando el trazo y en tamaños de 40 x 40 x 40 cm.

### **8.5 Selección y transporte de árboles**

En los viveros seleccionados o formados por el Contratista, se deben elegir plantas de calidad (mayores de 0.40 m, vigorosas, con ausencia de plagas y enfermedades), estas se trasladan a las áreas a reforestar en un vehículo cubierto con lona, tomando las medidas necesarias para evitar pérdidas de organismos por mal manejo.

### **8.6 Plantación**

Se inician las plantaciones de acuerdo a la fecha del programa y en la secuencia marcada en la calendarización, las acciones comprendidas, son: distribución de la planta en las cepas, desembolso y colocación de la planta en la cepa, rellenado y compactación de la tierra, acondicionamiento de cajete y recolección y traslado de bolsas al relleno sanitario.

### **8.7 Mantenimiento y protección**

Al término de la plantación, se programan aplicaciones de fertilizante al suelo y/o follaje, además de proteger la plantación con cerca de alambre de púas o malla ciclón, para prevenir daños a la misma por cualquier tipo de semovientes.

### **8.8 Control de plagas y enfermedades**

El Contratista debe detectar agentes nocivos como: Insectos, nemátodos, roedores o enfermedades fungosas. Una vez diagnosticado el tipo de plaga el Contratista evalúa el porcentaje de infestación y aplica el tratamiento más adecuado para su control.

El Contratista vigila que los tratamientos que se apliquen, en caso de la existencia de alguna plaga o enfermedad, sean las más adecuadas y se pongan en práctica lo más pronto para evitar que se sigan infectando más organismos.

**8.9 Podas controladas**

El Contratista define las densidades finales en las áreas reforestadas, las podas se realizan escalonadas en tiempo de: formación, aclareo y eliminación de individuos con deficiente crecimiento y adaptación. A partir de las podas se identifican los árboles que por su buen desarrollo y su cercanía entre ellos requieren de ser trasplantados en sustitución de aquellos que son eliminados.

**8.10 Prevención de incendios**

El Contratista diseña brechas cortafuego en las partes críticas de las áreas con el fin de evitar, en caso de incendio en las áreas aledañas, que el fuego invada las áreas que fueron reforestadas. Durante la época de sequía deben mantenerse las brechas cortafuego limpias.

**8.11 Evaluación de la reforestación**

El Contratista realiza las evaluaciones necesarias para registrar el comportamiento de las plantaciones (sobrevivencia, altura y cobertura), utilizando el método de campo y estadístico más adecuado. Estos registros se toman una vez terminada la plantación y posteriormente cada año por el tiempo que marque el programa de reforestación.

## **9. Instalación y operación de sanitarios móviles**

### **9.1 Identificación de las necesidades de Sanitarios Móviles en la zona de influencia del Proyecto**

Sobre el estimado de la población que se pretende emplear en el proyecto, la distribución de los frentes de trabajo, la ubicación de la infraestructura (campamentos, comedores, oficinas, talleres, almacenes, etc.) y la planeación de las actividades, el Contratista determina el número de sanitarios móviles para ser utilizados durante el desarrollo del proyecto.

Como referencia el Contratista debe considerar un sanitario móvil para el servicio de cada quince trabajadores. No se permitirá la construcción de letrinas fijas en sustitución de los sanitarios móviles. Asimismo debe considerarse que los sanitarios instalados en campamentos, oficinas y comedores, no son objeto de contabilización, pues la instalación de los sanitarios móviles esta dirigida a los frentes de trabajo en los que se carezca de instalaciones permanentes. Estos solo se pueden considerar como sustitutos cuando su acceso sea libre y la cercanía al frente de trabajo garantice su utilización por los trabajadores.

### **9.2 Propuesta para la Instalación, Operación y Mantenimiento de los Sanitario Móviles**

Previo al inicio de los trabajos, el Contratista presenta a la Comisión, para su aprobación, una propuesta en la que indique el número de sanitarios, la ubicación, el programa de utilización, mantenimiento y reubicaciones, acorde con el avance de los trabajos de construcción.

### **9.3 Instalación y operación de los Sanitarios Móviles**

Una vez que esta propuesta es aprobada por la Comisión el Contratista procede a instalar los muebles en los frentes de trabajo, debiendo apegarse al programa presentado y de acuerdo con las siguientes condiciones:

- Un sanitario por cada quince trabajadores o por la fracción de esta cantidad
- Colocados firmemente en el terreno (no sujetos) sin que corran el riesgo de volcarse o ser derribados por el viento.
- Fuera del alcance de vehículos, equipo y maquinaria, la distancia mínima de las áreas de maniobra o rodamiento es de tres metros.
- Preferentemente colocados bajo un toldo que les proporcione sombra, ya que derivado de las condiciones climáticas del área, su colocación a la intemperie crea una atmósfera interior con temperatura y humedad superiores a las exteriores, haciendo prohibitiva su utilización; el toldo debe estar separado del techo de la caseta al menos cincuenta centímetros.
- En un sitio que no implique que el trabajador debe atravesar vialidades para acceder a ellos.
- Retirados como mínimo a 25 m de los almacenamientos, contenedores-expendedores de agua potable.

- Para la instalación se utilizan los terrenos más convenientes, no se permite el desmonte o nivelación adicional.
- El sitio se debe mantener limpio; sin basura o contaminantes visuales.

Para el mantenimiento de los sanitarios móviles queda prohibida la descarga de los residuos a cursos o cuerpos de agua, estos deben ser tratados o dispuestos por la empresa subcontratada, para lo que debe contar con el equipo y vehículos que garanticen un mantenimiento y traslado óptimo en apego a la normatividad estatal y municipal vigente, de acuerdo a los alcances de su contrato; la Comisión está en posición de requerir en todo momento los registros con los que se pueda comprobar la recolección de los residuos, su traslado, tratamiento y disposición final.

#### **9.4 Promoción de la Utilización de los Sanitarios Móviles**

El contratista deberá efectuar campañas para promover e incentivar el uso de sanitarios móviles por los trabajadores de las obras.

#### **9.5 Bitácora de Obra**

Para el seguimiento de los trabajos de instalación, operación y mantenimiento de los sanitarios móviles, el Contratista debe llevar una bitácora de operación y mantenimiento.

#### **9.6 Retiro de los Sanitarios Móviles**

Al final del servicio todas las áreas deben ser limpiadas y retirada cualquier evidencia del sitio; no se permite como limpieza el movimiento de tierras para cubrir estos terrenos. La limpieza ejecutada es verificada por la Comisión y solo se considera realizada mediante su aprobación.

## **10 Control de la erosión**

Elaborar el programa de acciones para la retención y/o rehabilitación de suelos y la prevención y control de la erosión en las áreas afectadas por las actividades de construcción del proyecto.

### **10.1 Reconocimiento físico de la zona del proyecto**

Identificar en campo, los sitios donde se realizan las obras que integran el proyecto, tales como: campamentos, oficinas, almacén, patios de servicio, talleres, etc., así como las características abióticas y bióticas de la zona.

### **10.2 Delimitación del área necesaria para los trabajos de construcción**

El área que ha sido identificada para el desarrollo de los trabajos de construcción y/o edificación es delimitada topográficamente con marcas visibles (estacas, cintas, trazas con cal).

Esta área debe incluir los caminos para acceso a los frentes de trabajo y las vialidades internas de la infraestructura, accesos para los depósitos temporales producto del despalme y cualquier otra superficie de ocupación temporal o definitiva.

### **10.3 Retiro y almacenamiento de suelo vegetal (Despalme)**

El despalme en todas aquellas áreas en las que pretenda realizar algún tipo de obra consiste en retirar de las áreas una capa superficial de suelo, de entre 0.10 y 0.15 m, donde se presentan la mayoría de los nutrimentos para las plantas y se acumulan las semillas.

El material producto del despalme se almacena en sitios de tal manera que el suelo que se deposite no se mezcle con otro tipo de materiales tales como rezagas o sustancias químicas (concreto, asfalto, roca, residuos peligrosos, etc.), además debe evitarse que el suelo se pierda por erosión a través de la construcción de obras de contención, de drenaje, siembra de semilla de herbáceas.

El suelo se coloca formando camellones con una altura no superior a 1.5 m, con un ancho acorde con el ángulo de reposo del material y cuya longitud depende del volumen del material a almacenar.

### **10.4 Prevención y corrección de cárcavas**

Para la prevención de cárcavas se debe realizar una supervisión constante sobre el sistema de drenaje exterior e interior de las áreas, a fin de efectuar las reparaciones o adecuaciones de manera oportuna, así como mantener permanentemente una cubierta vegetal a base de pasto (nativo o local) o bien de herbáceas de poca altura en todos los espacios abiertos.

En las áreas donde se identifique la formación o desarrollo de cárcavas, las medidas que se realizan son las siguientes:

- Desviar el escurrimiento de la cabecera de la cárcava, cuidando de no erosionar las áreas aledañas.
- De acuerdo a sus dimensiones y al tipo de suelo se definen el número y tipo de represas filtrantes a construir, las cuales pueden ser de malla de alambre galvanizado, piedra, rocas sueltas, ramas o postes.
- Sembrar pasto o semilla de herbáceas en los taludes de la cárcava y arbustos y árboles de rápido crecimiento, cercando la zona de la cárcava para proteger los trabajos realizados.

### **10.5 Prácticas de conservación de suelos en las zonas ribereñas**

El factor principal a considerar es el estado de la vegetación ribereña, ya que ejerce una función estabilizadora de los suelos, retiene materiales acarreados por las escorrentías de las partes altas, permite el desarrollo y desplazamiento de especies de fauna silvestre, así como tiene influencia en el microclima, entre otras funciones; por lo que es necesario realizar una evaluación sobre su distribución y desarrollo (altura, cobertura, épocas de floración, producción de frutos y periodicidad de los mismos) de las especies que la componen, a fin de seleccionar las más idóneas para utilizarse en la conservación y rehabilitación de suelos.

### **10.6 Estabilización de taludes**

Los taludes conformados por material balconeado en la apertura de caminos, explotación de bancos de material, bancos de desperdicio, áreas de campamentos, oficinas, talleres, área de obras, etc. Se debe estabilizarlos mediante las prácticas de retención y/o conservación de suelos que se menciona a continuación.

#### **10.6.1 Colocación de fajillas de madera**

Esta práctica se realiza cuando el material que conforma la parte interna del talud esta consolidado o estable y el de la parte externa, es suelo vegetal balconeado.

Consiste en colocar fajas de madera de pino de tercera o similar cuyas dimensiones dependen del espesor del suelo, acomodadas de forma transversal a la pendiente, en línea siguiendo las curvas a nivel, éstas a una distancia vertical que de acuerdo a la altura del talud y grado de pendiente debe ser mínimo de 3m, las fajillas son enterradas dos terceras partes y detenidas (talud abajo) con estacas de madera, fierro o cualquier material resistente, en la parte de arriba se construye una pequeña banquetta de aproximadamente 15 cm de ancho. Se debe tener la precaución de colocarlas bien unidas una detrás de otra para evitar que se formen pequeñas cárcavas.

#### **10.6.2 Construcción de terrazas de banco con madera**

Esta práctica se realiza cuando el material balconeado es suelo contaminado con residuos pétreos, rezagas, etc.

Consiste en identificar árboles muertos (en pie o tirados), posteriormente cortarlos y seleccionarlos del tamaño que se requiera, el cual depende del espesor del material suelto que se pretende contener o estabilizar, se definen el número y tamaño de las banquetas a construir sobre la base del grado de la pendiente, así como a las dimensiones del talud, procurando tener una distancia horizontal de por lo menos 3 m entre banquetas y vertical de 5 m entre hileras o líneas. La distribución espacial de las mismas es sobre las curvas de nivel donde las banquetas se construyen en dirección del espacio que queda libre en medio de las dos inmediatas de la línea superior o inferior (tresbolillo).

### **10.6.3 Colocación de malla de alambre**

Los taludes a estabilizar con malla de alambre (para pollos o de alambrón para cimbra) son los conformados con material de rezaga balconeado o aquellos que son el resultado de una explotación.

Se coloca malla en el cuerpo del talud, estirada y sujeta con varillas de fierro. Posteriormente se siembra al voleo una mezcla de suelo de textura arcillosa con semilla de pasto.

### **10.7 Construcción de muros de mampostería y presas de gavión**

Estas prácticas de retención de suelo se realizan en la base del talud. Se construyen antes de realizar el balconeo del talud o conformación del mismo (bancos de desperdicio), sus dimensiones están en función de la capacidad de carga.

### **10.8 Forestación y siembra de herbáceas**

Se realiza cuando el talud esta recientemente conformado y tratado con alguna de las técnicas de estabilización descritas, o bien, cuando las condiciones del material no requieran de arreglos preliminares.

La forestación es con especies locales, de preferencia arbustos y la siembra de semilla de pasto nativo o local, así como de herbáceas rastreras.

### **10.9 Limpieza de áreas liberadas**

Al concluir las actividades del proyecto, la Comisión verifica que el Contratista retire las instalaciones que utilizó durante la construcción de la obra, de tal manera, que no queden residuos de ningún tipo de material, con el fin de seleccionar las prácticas de rehabilitación y conservación.



**11 Protección de la fauna silvestre**

Tomar las medidas y acciones de conservación y protección de la fauna silvestre que se encuentran dentro del área del proyecto.

**11.1 Reglamento de protección para la fauna silvestre**

El contratista deberá comunicar a sus trabajadores un reglamento de protección donde se establezca:

- Queda prohibido la caza, captura, maltrato y/o aprovechamiento de las especies de fauna.
- Queda prohibido la introducción de especies exóticas y/o mascotas al área del proyecto.

Se debe difundir por medio de carteles, trípticos y pláticas las especies de fauna que sean venenosas y la diferencia con especies que no lo sean, para evitar al máximo el sacrificio innecesario de los mismos, así como las medidas que deben tomarse en caso de mordedura o picadura de alguna de estas especies.

## **12 Conservación y protección de la flora silvestre**

Con la finalidad de proteger la flora silvestre de las áreas que se afecten en la construcción del proyecto, se establecen las acciones necesarias para su conservación y protección.

### **12.1 Actividades para la vigilancia y derribo del arbolado (Desmante)**

Como medida para la conservación y protección de la flora silvestre, el desmante de las áreas a ocupar; se deberá llevar a cabo de la siguiente manera:

- El desmante se realiza únicamente en las áreas indicadas en los planos del proyecto y de la planeación de la Organización espacial de la infraestructura, sin afectar la vegetación que se encuentre fuera de los límites señalados. La actividad se ejecuta conforme se vayan ocupando las áreas.
- El derribo del arbolado es direccional, para evitar la afectación de los terrenos inmediatos.
- El troceo se efectúa en el sitio de caída mediante la utilización de herramientas manuales y los residuos no aprovechables, se colocan fuera del área de trabajo.
- Las ramas, restos de arbustos y enredaderas se deberán ocupar para la producción de composta.
- Las trozas o fustes completos, que no sean aprovechadas por la población local, se colocan de forma perpendicular a la pendiente del terreno, particularmente en aquellos sitios en los que se haya realizado el balconeo de materiales.
- Para el retiro de los productos del desmante no se utiliza maquinaria pesada. Cuando por causas técnicas justificadas la utilización no se pueda evitar, el trabajo se realiza dentro de la misma área del proyecto en un sitio adecuado, para poder efectuar el troceo, triturado o picado.
- El Contratista deberá apegarse al plano de Organización espacial de la infraestructura del P.H. La Parota, evitando que fuera de esta exista movimiento de maquinaria o disposición de material.
- Conservar el mayor número posible de individuos (árboles y arbustos) dentro de las áreas de trabajo siempre y cuando no interfieran con las actividades de construcción o la edificación de instalaciones.
- El Contratista debe sujetarse a utilizar las áreas que fueron designadas para cada uso y presentadas en el plano de organización espacial de infraestructura.

### **12.2 Programa para el control y prevención de incendios forestales**

Como parte de la Protección y Conservación de la Flora, se debe elaborar un programa para la prevención y control de incendios forestales, el cual debe contemplar:

- Una brigada para llevar a cabo la prevención y control de los incendios forestales, la cual consta de por lo menos 6 elementos.
- El equipo y herramienta forestal para la prevención y control de los incendios forestales.
- Elaborar un plano donde se ubiquen los sitios con mayor riesgo de incendios forestales.
- Las brigadas realizan recorridos semanales para la detección y control de incendios forestales. En el caso de presentarse algún incendio, se informa a las autoridades, además de llevar un registro con los siguientes datos: datos generales del predio donde sucedió el incendio, municipio, fecha, causas o motivo de origen, superficie afectada, participantes, duración del incendio, extinción, entre otros.
- Se realiza la rehabilitación de brecha cortafuegos o guardarayas en cada uno de los sitios de mayor riesgo de incendios forestales.
- Se debe impartir capacitación al personal de la brigada de incendios forestales en combate y control de incendios forestales así como también en primeros auxilios.

### **13. Habilitación de los bancos de préstamo**

El objetivo es habilitar los bancos de préstamo sobre la base de procedimientos particulares, garantizando la estabilidad de los taludes, el control de los escurrimientos externos e internos del sitio y que sean compatibles con el propósito de conservación de suelos y que garanticen que en la superficie resultante se pueden aplicar las acciones necesarias para restaurar el sitio hasta condiciones cercanas o superiores a la condición original.

#### **13.1 Requerimientos para la obtención de nuevos bancos de materiales de préstamo**

Sobre la base de la estimación de la calidad de los materiales y los volúmenes a ser utilizados, la Comisión propone al Contratista (como parte de la información del proyecto) los sitios a ser utilizados como bancos de préstamo de materiales.

En la propuesta técnica el Contratista debe exponer la aceptación de los sitios propuestos o en su defecto, proponer lugares alternativos para la habilitación de estos bancos. La utilización de sitios alternos, es sujeta a la aprobación de la Comisión y a que el Contratista tramite y obtenga las autorizaciones en materia de impacto ambiental y el cambio de uso del suelo correspondiente. Así como el permiso para la utilización de bancos dentro de la zona federal y el pago de los derechos correspondientes.

#### **13.2 Elaboración de los Proyectos Ejecutivos para la Habilitación de los Bancos de Préstamo**

El Contratista elabora un proyecto ejecutivo particular para cada banco de préstamo, el cual debe ser presentado a la Comisión anticipadamente para que esta autorice su habilitación.

El proyecto debe contener de forma mínima la siguiente información, apegado a los criterios que en ella se incluyen (son aplicables de forma discrecional a los bancos en zona federal):

- Procedimiento para la explotación del banco.
- Topografía del terreno natural.
- Estimación de los volúmenes totales a ser extraídos.
- Estimación de los volúmenes de suelo orgánico a ser despalmados, por etapas del proyecto.
- Estimación de los volúmenes de desperdicio.
- Plantillas de personal
- Necesidades de capacitación del personal.
- Programa de actividades.
- Procedimiento para la restauración del sitio al fin de su vida útil.

- La explotación debe contar con una franja perimetral de amortiguamiento de al menos 10 m, en la que se aplican medidas de conservación de suelo, fomento y protección de la flora y fauna silvestre.
- El banco se explota mediante terrazas con alturas máximas acordes a la estabilidad de los materiales, de acuerdo a la conformación del terreno natural y a la superficie contratada con el propietario. De tal forma que al final de su vida útil pueda ser restaurado en la totalidad de la superficie.
- Entre cada terraza se deja una berma como mínimo de 6 m de ancho y con una contrapendiente de al menos 2%, se deben ajustar en función de las condiciones del terreno; construcción de drenes perimetrales para el encauzamiento y desalojo de los escurrimientos, conformación de taludes que permitan la estabilización del material y los trabajos de reforestación.
- Los taludes se definen por el ángulo de fricción interna de los materiales excavados, con un factor de seguridad de 2.
- El drenaje de los terrenos circundantes y el interno del terreno se debe canalizar para su correcta conducción hacia fuera del área sin afectaciones subsecuentes.

### **13.3 Habilitación de los Bancos de Préstamo**

Como actividades previas a la habilitación de los bancos de préstamo, el Contratista realiza las siguientes actividades (se excluyen de su aplicación los bancos de zona federal cuando las condiciones del terreno lo impidan):

- Delimita topográficamente la zona del banco con malla.
- Realiza el desmante: trocea y pica la materia producto del desmante, colocando el producto en las áreas para producción de composta; Los troncos y ramas gruesas se colocan transversal a la pendiente para proteger el suelo de la erosión. Esta actividad se realiza conforme a lo establecido en el Procedimiento 9.A1.8 Conservación y Protección de la Flora Silvestre.
- El despalme es ejecutado conforme a lo establecido en la medida de complementaria N° 10 “Control de la Erosión”.
- La extracción de material se realiza de acuerdo a la capacidad del sitio y al proyecto ejecutivo, particular para cada banco.

### **13.4. Restauración de los Sitios Habilitados como Bancos de Préstamo**

- El Contratista realiza las obras de restauración, contención, restablecimiento de drenajes y cubre el terreno con suelo orgánico, conforme a lo establecido en las medidas complementarias N° 8, 10 y 12.

### **13.5 Bitácora de obra**

Para el seguimiento de los trabajos de habilitación de los Bancos de préstamo se lleva una bitácora de obra, que en todo momento, debe mantenerse actualizada y estar disponible para su revisión.

## **14. Desmantelamiento y rehabilitación de áreas afectadas**

Su objetivo es establecer la metodología para realizar las actividades relativas al desmantelamiento de instalaciones provisionales, en función de la conclusión de obras, elaborando un Programa para el Desmantelamiento y Rehabilitación de Áreas Afectadas por la Construcción de la Infraestructura previa a la entrega-recepción de la obra principal.

### **14.1 Revisión de acuerdos con comunidades y/o particulares**

El Contratista y la Comisión realizan una revisión documental de los acuerdos y compromisos adquiridos en los “Convenios de Ocupación Temporal” de tierras ante las Comunidades, Núcleos Agrarios y/o particulares, en relación con el desmantelamiento y rehabilitación de las áreas ocupadas por las obras complementarias para obtener y preparar las acciones y medidas que se deben realizar para cumplir con lo establecido en dichos convenios.

### **14.2 Programa de Desmantelamiento y Rehabilitación**

El Contratista debe elaborar el Programa para el Desmantelamiento y Rehabilitación, determinando el tiempo en que son abandonadas las instalaciones. El periodo para el desmantelamiento de la infraestructura. El retiro de los letreros y señalamientos que se encuentren localizados en el área de construcción y que se consideren como obsoletos para la operación del Proyecto y las actividades de rehabilitación de los sitios. Este programa es presentado a la Comisión para su revisión y autorización.

### **14.3 Desarrollo de actividades**

En función del programa aprobado por la Comisión, el Contratista procede al abandono, desmantelamiento y realiza la entrega de instalaciones, según corresponda.

La Comisión debe verificar que la entrega de los sitios se haga conforme a los compromisos adquiridos con las comunidades, núcleos agrarios y/o particulares.

### **14.4 Rehabilitación de áreas**

Al concluir el desmantelamiento de la infraestructura, el Contratista debe realizar las actividades de protección ambiental, considerando los requisitos establecidos en las medidas complementarias correspondientes a Control de la Erosión y Protección y conservación de flora y Protección de fauna silvestre.

### **14.5 Acta de entrega-recepción**

Al término de las obras, y ya que las áreas se encuentren debidamente rehabilitadas y que las condiciones de abandono señaladas en los convenios y proyectos ejecutivos de las obras, se hayan cumplido en un 100%, se procede a realizar la entrega del sitio al propietario o poseedor del predio mediante un acta formal de entrega-recepción.

## **VI.5 Programas de Compensación**

### **1. PROGRAMA DE COMPENSACIÓN Y REHABILITACIÓN DE VEGETACIÓN Y RECUPERACIÓN DE FAUNA, EN LAS ÁREAS AFECTADAS POR LAS ACTIVIDADES DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO "LA PAROTA".**

#### **Introducción.**

En este documento se presenta el **Programa de Compensación y Rehabilitación de Vegetación y Recuperación de fauna, en las áreas afectadas por las actividades de construcción del Proyecto Hidroeléctrico "La Parota"**. El programa aborda de una manera integral la recuperación de las áreas afectadas en la etapa de preconstrucción y de construcción.

#### **Antecedentes técnicos**

Para el desarrollo de los estudios de preconstrucción y construcción se requieren construir una serie de obras, principales y complementarias, que se listan a continuación:

- a) Caminos temporales.
- b) Bancos de Piedra.
- c) Bancos de material impermeable.
- d) Bancos de aluvión.
- e) Obras fuera de zona de perforaciones.
- f) Zona de Perforaciones.
- g) Construcción de Obras auxiliares no permanentes.
- h) Campamento.
- i) Almacenes-comedor-talleres y oficinas.
- j) Polvorín.
- k) Energía eléctrica para la construcción.

#### **Antecedentes legales**

Como ya se indicó, los estudios previos a la construcción del PH La Parota ya fueron autorizados mediante el oficio No. SGPA.DGIRA.DIA 0736/03 de fecha 02 de abril de 2003. En esta autorización se solicitó un programa de Compensación y Rehabilitación de Vegetación y Recuperación de Fauna, el cual fue entregado mediante oficio K5000/VAB/04-376 del 22 de marzo del 2004. Debido a que el interés de la CFE es el desarrollo completo del proyecto y no solamente la ejecución de los estudios previos, CFE entregó el programa general que se aplicará para la obra completa.

Así, en este punto se describen los conceptos generales que contiene el citado programa y se propone que una vez que se tenga concluido el diseño de la obra y se cuente con el programa final de construcción que entregará el contratista, se remita a la SEMARNAT el programa definitivo de compensación y restauración, a más tardar 6 meses después del inicio de la obra.

### **Objetivo**

Elaborar el programa de compensación y rehabilitación de vegetación y recuperación de fauna, en las áreas afectadas por las actividades de construcción del Proyecto Hidroeléctrico La Parota.

### **Aspectos conceptuales.**

El destino que se le puede dar a áreas degradadas es variado, cada una de las alternativas de manejo tiene sus ventajas y desventajas, que involucran costos y esfuerzos muy diferentes, es importante tomar en cuenta todos estos factores para elegir la mejor alternativa. En este apartado solo definiremos los conceptos que guían el trabajo.

**Compensación:** Se define como el “pago” de superficies afectadas que por diversas causas no serán recuperadas y que por lo tanto demandan una sustitución de manejo, es decir de un sustituto geográfico para realizar equivalentemente algún mejoramiento ecológico en retribución al área afectada.

**Forestación:** Se refiere a la colocación de elementos vegetales, nativos o exóticos, en terrenos que han sido desprovistos de su cubierta vegetal.

**Revegetación:** se refiere al empleo de especies nativas para recuperar la cubierta vegetal, respetando la composición florística previa al impacto.

**Rehabilitación:** La rehabilitación pretende "regresar" (en lo posible) áreas impactadas al estado previo a la perturbación. Procedimiento que implica entender los procesos ecológicos del sistema previos al impacto y tratar de volver a colocar al sistema en dichas condiciones de estructura, funcionamiento y sustentabilidad.

**Restauración:** Técnica de recuperación y conservación de comunidades naturales, en la que se induce la regeneración acelerada y/o el regreso de una comunidad a dicho estado “natural” mediante el manejo de hábitats. La restauración ecológica en México tiene su marco jurídico en el artículo 78 bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

### **Metodología de trabajo**

El desarrollo del programa se realizará en diferentes etapas:

#### **Etapas I. Diagnóstico**

Diagnóstico de las condiciones físicas, bióticas y socioeconómicas de las áreas afectadas por las actividades de los estudios de preconstrucción que serán útiles en la elaboración del Programa de Compensación y Rehabilitación de vegetación y Recuperación de fauna, del Proyecto Hidroeléctrico La Parota.



**Etapa II. Desarrollo de prototipos**

Desarrollo de las pruebas en campo de las diferentes alternativas que se hayan definido para la recuperación de la vegetación. Estas pruebas se desarrollaran durante al menos 24 meses para hacer las adecuaciones o modificaciones pertinentes.

**Etapa III. Ejecución del Programa en las Áreas Afectadas**

Implementación de las actividades de recuperación en todas las áreas que se afectarán por la obra. Se estima que esta actividad iniciará 24 meses después del inicio de la construcción.

**Etapa IV. Seguimiento del programa**

La cuarta etapa del programa será el seguimiento y evaluación de las acciones llevadas a cabo en cada área afectada con la finalidad de documentar el éxito de las mismas e implementar las correcciones o modificaciones necesarias.

**Caracterización de las especies que se utilizarán en los trabajos de recuperación de áreas**

El éxito de los programas de manejo depende en gran medida de las especies que se seleccionen para ello, estas especies deben cumplir una serie de características o atributos de utilidad, los cuales definiremos como Criterios en la selección de especies, mismos que a continuación se listan a grandes rasgos:

- Facilidad de obtención del material reproductivo
  - a. Temporalidad de colecta de frutos y ejemplares completos.
  - b. Dificultad para su obtención o esfuerzo para su colecta
  - c. Facilidad con la que se puedan obtener las semillas a partir de dichos frutos.
  - d. La cantidad de semillas y las condiciones en que éstas se encuentren.
  - e. Posibilidades de reproducción y desarrollo de cada especie en ciertas condiciones.
- Características germinativas y de crecimiento
  - a. Potencial biótico.
  - b. Porcentaje y tasa de germinación.
  - c. Porcentaje de semillas dañadas
  - d. Velocidad de desarrollo y crecimiento.
  - e. Cambios fenológicos.
- Características en relación con el medio: tipo de follaje, capacidad de transpiración, capacidad retensora y formadora de suelo.
- Relación de las especies con los pobladores de la región.

La investigación de estos atributos biológicos tiene como objetivo generar información básica para conocer la biología de las especies (germinación, crecimiento y fenología) que permita hacer una propagación adecuada de las mismas. El trabajo consistirá en coleccionar semillas de especies y elegir las que resulten útiles para las pruebas de germinación. En ésta etapa experimental se probarán diferentes tratamientos pregerminativos y se calcularán porcentaje y la velocidad de germinación de las especies, después se evaluarán crecimiento y sobrevivencia bajo diferentes condiciones. De manera paralela se proponen estudios sobre la fenología de algunas especies ubicadas en el área de estudio.

**Definición de programas prototipos (protocolos) para las diferentes áreas del proyecto hidroeléctrico que han de recuperarse**

A continuación se mencionan algunas características para la elección de las áreas en las que se proponen las alternativas de manejo:

**Forestación:** Se pretende establecer comunidades con alto valor social y económico para los habitantes de la zona en zonas de disturbio alto, tales como asentamientos humanos, plantaciones y cultivos, aplicable en áreas de bajo valor ambiental.

**Revegetación:** Aplicable a la recuperación de áreas de bajo valor ambiental (acahuales menores a 5 años) que se encuentran sujetas a un manejo intenso, con lo que se pretende aumentar el valor ambiental y contribuir a la recuperación de la biodiversidad y de la variabilidad genética.

**Rehabilitación:** aplicable en áreas de compensación y acahuales mayores de 10 años, en terrenos de valor ambiental medio cuyo empleo busca establecer una comunidad cuyo valor ambiental sea igual o superior a la anterior a las obras del Proyecto Hidroeléctrico.

**Restauración:** La intención es generar comunidades vegetales con un grado de conservación relativamente alto, las cuales puedan albergar poblaciones de vertebrados de talla media y especies vegetales propias de bosques tropicales primarios. La restauración solo se llevará a cabo en las áreas destinadas a conservación, las cuales serán definidas por acuerdo entre CFE y la delegación estatal de SEMARNAT. Constituye la estrategia a través de la cual CFE compensará las áreas con afectación permanente en zonas cuyo valor ambiental fuese de moderado a elevado. Su implementación se hará en los terrenos de compensación y en las zonas afectadas que presenten acahuales de más de 15 años o comunidades primarias.

**Áreas de obras y estrategias que se recomiendan**

En el siguiente cuadro se listan las áreas propuestas para cada una de las alternativas de manejo, considerando además que la restauración es la única alternativa de compensación directa, adicionalmente se menciona el tipo de vegetación de las áreas y su extensión.

Estrategia	Áreas de aplicación
Áreas de forestación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alrededores del campamento en una franja de 10 m de ancho.</li> </ul>
Áreas de revegetación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zona de perforaciones               <ul style="list-style-type: none"> <li>Almacenes, Comedor y Talleres</li> <li>Campamento de la SEDENA</li> <li>Helipuerto</li> <li>Oficinas (edificios auxiliares)</li> <li>Subestación eléctrica 115</li> <li>Zona de seguridad física</li> </ul> </li> </ul>
Áreas de rehabilitación	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pedraplén de aluvión</li> <li>Polvorín</li> </ul>
Áreas de restauración	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alrededor del cerro San Isidro (BTSC y BTC, 1, 069 Ha.)</li> <li>Área entre San Isidro Gallinero y los diques (BTC, 968 Ha.)</li> <li>De 500 a 2000 m debajo de la cortina, margen izquierda del Río Papagayo (BTSC, 367 Ha.)</li> <li>Entre Las Ollitas y San José Cacahuatpec (BTSC y BTC, 795 Ha.)</li> </ul>

### Protocolos de las estrategias

Para cada una de las estrategias se generara un protocolo general. Éstos contendrán: las áreas que han de recuperarse; algunas especies vegetales que se recomiendan en las estrategias, la forma en que han de manejarse para lograr la revegetación, la forestación, la rehabilitación o la restauración. Además se definieron las actividades productivas que podrían realizarse en las diferentes comunidades vegetales de la región del proyecto, enfatizando el uso de la vegetación y sus componentes como recursos (ver cuadros de protocolos).

### Programa de Recuperación de Fauna Silvestre, en las áreas afectadas por las Actividades de los Estudios de Preconstrucción del Proyecto Hidroeléctrico La Parota

A continuación se lista una serie de actividades que conforman el programa de recuperación de fauna silvestre, en donde se consideran los siguientes grupos biológicos: anfibios, reptiles, aves y mamíferos. Así, el Programa de Fauna Silvestre en el Área del Proyecto Hidroeléctrico La Parota, tiene como sustento la recuperación de hábitats para promover el incremento de las poblaciones de fauna silvestre.

**Etapas posteriores a los protocolos**

A continuación se listan las actividades principales para las diferentes etapas.

- **Etapa 2 Desarrollo de prototipos**

Trámite de permisos ante SEMARNAT y otras autoridades competentes en materia del desarrollo de prototipos; Acondicionamiento del área de pruebas piloto; Elaboración de composta; Colecta de semillas para el desarrollo de prototipos; Pruebas de germinación, crecimiento y supervivencia; Aclimatación de plantas en Pruebas Piloto. Diseño definitivo de los prototipos para cada condición ambiental; Valoración de las especies de fauna a recuperar y Valoración de los nichos ecológicos de las especies de fauna a recuperar.

- **Etapa 3 Ejecución del programa**

Trámite de permisos ante SEMARNAT y otras autoridades competentes en materia de la implementación del Programa de Manejo Ambiental; Establecimiento de viveros; Colecta de semillas para la ejecución del programa; Siembra en almácigos; Siembra directa; Transplante a bolsas y jarros; Transplante al terreno de aclimatación; Mantenimiento de plantas en terrenos de aclimatación; Implementación de medidas de recuperación del suelo; Implementación de medidas de recuperación de hábitats; Traslado y colocación de plantas en las zonas de recuperación; Boleo de semillas y Regeneración de las áreas de pruebas piloto y viveros.

- **Etapa 4 Seguimiento**

Evaluación de trabajos; Rectificación de prototipos de ser necesario; Mantenimiento de la vegetación colocada en las zonas a regenerar; Integración de reportes de las acciones de recuperación y monitoreo (Valoración de resultados y Elaboración del informe final).

**2. PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD**

El impacto de la ejecución del PH La Parota sobre la biodiversidad fue catalogado como significativo debido fundamentalmente a la importante superficie de vegetación natural que será inundada. Sin embargo, al analizar las condiciones prevalecientes en el área de influencia del proyecto se concluyó que el embalse ocupará principalmente superficies cubiertas por vegetación que presenta diferentes grados de deterioro, la mayoría muy modificada, y en donde la abundancia y riqueza faunística ha sido reducida, primordialmente por el desarrollo de las actividades agropecuarias que actualmente se llevan a cabo en el área de influencia.

Los trabajos realizados también permitieron determinar que la zona ocupada por los cerros Las Piñas y Tepehuaje (ceranos a la confluencia de los ríos Omítlán y Papagayo), es donde los hábitats de vida silvestre todavía presentan un buen estado de conservación y se concentra la mayor abundancia y riqueza de especies consideradas como prioritarias. Los cerros Las Piñas y Tepehuaje, se encuentran fuera del área que será embalsada por el PH La Parota.

Considerando que: i) la preservación de la biodiversidad sólo es posible si los hábitats permanecen; ii) los elementos bióticos relevantes en el área de estudio se encuentran fuera del área de embalse y; iii) bajo la situación actual la biodiversidad difícilmente se podrá mantener en el largo plazo (se ejecute o no el proyecto) se concluye que la estrategia adecuada para asegurar la sobrevivencia en el área de influencia del proyecto de las especies de la flora y la fauna determinadas como prioritarias, debe buscar que se conserven las comunidades bióticas que se encuentran en los cerros Tepehuaje y Las Piñas.

En los cerros indicados se encuentran los tipos de vegetación más relevantes en el área de estudio: Selva Mediana Subcaducifolia, Selva Baja Caducifolia y Matorral Xerófito, en las cuales se concentra la mayor parte de la riqueza de flora y fauna y se encontraron las especies catalogadas como prioritarias para la conservación.

Por todo lo anterior, se plantea que para compensar los impactos que causará la creación del embalse sobre los componentes bióticos, se impulse la creación de un área natural protegida en los cerros Tepehuaje y Las Piñas. Una vez obtenida la Autorización en Materia de Impacto Ambiental se entraría en contacto con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (con la participación de alguna institución de investigación en biología) para evaluar la propuesta y establecer los programas de trabajo.

A este respecto la CFE procuraría apoyar el financiamiento de los estudios de caracterización requeridos, así como la elaboración del programa de manejo del área natural.

### **3. PLAN DE APROVECHAMIENTO PESQUERO ACUÍCOLA**

El futuro embalse tendrá una superficie y un volumen de almacenamiento considerable, razón por la cual en primera instancia es atractivo pensar en el aprovechamiento de la presa mediante actividades pesqueras o de acuicultura.

Durante los primeros años del embalse y debido a la presencia de grandes cantidades de materia orgánica que será cubierta, se espera que la producción del embalse sea relativamente alta. Posteriormente se prevé un decaimiento de la productividad conforme la materia orgánica sea degradada y por lo tanto se pierda el aporte de nutrientes. Además, el embalse presentará condiciones ambientales heterogéneas, en especial en lo que se refiere al contenido de oxígeno disuelto y temperatura. Adicionalmente es necesario que se analicen las opciones de manejo de estos recursos para evaluar su potencial efecto sobre la calidad del agua del embalse y otras actividades productivas, incluida la generación de energía, así como sobre el suministro de agua a la población.

Por otro lado, el desarrollo de un programa de aprovechamiento acuícola del embalse requiere que se realice un estudio de mercado que permita asegurar la comercialización del producto y que la inversión a realizar sea económicamente redituable.

En primera instancia se desarrollarían los estudios básicos, que determinen la factibilidad técnica, económica y ambiental de los programas acuícolas, los cuales se desarrollarían con una institución de investigación especialista en esta área. A partir de estos elementos se desarrollarían los prototipos de aplicación con los cuales se afinarían las técnicas de trabajo y la evaluación de costo – beneficio, además de promover su aceptación por la población. Para el desarrollo del programa, en caso de aceptación por la población, se establecerían las negociaciones pertinentes con las autoridades competentes (SAGARPA,

SEDESOL, CNA y SEMARNAT y dependencias estatales), para el desarrollo de la infraestructura pertinente, estableciendo con ellos las responsabilidades de cada una de estas dependencias

En términos generales los estudios básicos se enfocarán a:

1. Características físicas del embalse y de la calidad de agua
2. Identificación de especies nativas que pueden ser utilizadas. Caracterización del ciclo biológico y requerimientos ambientales de ellas.
3. Evaluación del potencial pesquero por especie y global
4. Requerimientos de infraestructura y equipo.
5. Evaluación económica: Inversión requerida, gastos operativos e ingresos esperados

El inicio de los estudios básicos se prevé 3 meses antes del inicio del llenado de la presa y se esperaría que el desarrollo de los prototipos (en caso de que la evaluación demuestre la factibilidad del aprovechamiento) se iniciará aproximadamente 18 meses después del inicio del llenado.

## **VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

De acuerdo con lo presentado en el capítulo V, el pronóstico del escenario ambiental esperado con la ejecución del proyecto, los cambios a nivel del sistema socio-ambiental serán relevantes, y aunque no todos pueden catalogarse como adversos, sí el funcionamiento del sistema se modificará sustancialmente. Por esta razón, fue necesario elaborar diferentes medidas tendientes a controlar o mitigar los potenciales impactos significativos (Capítulo VI).

La distribución de las medidas de mitigación sobre el cronograma de realización del proyecto conforma el escenario final. El éxito de las medidas de mitigación depende principalmente de cuatro factores: 1) que estén adecuadamente diseñadas, 2) que sean factibles en costos y tiempos, 3) que existan de forma inicial los recursos suficientes para llevarlas a cabo y 4) que se realicen en su oportunidad, por lo que es necesario plantearlas de manera programada junto con las demás actividades de construcción de la presa.

La intención de las medidas de mitigación que se proponen es reducir o minimizar el impacto de ciertas obras, más no lo eliminan, por lo que en un escenario final, la infraestructura permanente conformará un impacto permanente de mayor o menor dimensión, necesario para llevar a cabo el proyecto. Es importante que las medidas contemplen que los impactos generados no incrementen su efecto adverso al ambiente y que éste se revierta lo mejor posible. En ese sentido han sido propuestas las medidas del capítulo VI y calendarizadas tentativamente en el cronograma del cuadro PA1.

Bajo un escenario de realización del proyecto, aunque el impacto causado por el mismo sobre el uso del suelo actual sea irreversible en ciertas zonas y por ciertas actividades, existe la posibilidad de incidir positivamente en el desarrollo de la región, al contar con el recurso agua, y más importante aún, la posibilidad de ordenar dicho desarrollo, al menos en lo que se refiere al crecimiento de los centros de población, la utilización del terreno para fines agropecuarios, y el uso de los recursos de vegetación natural. Sin embargo, es importante dejar claro que estas posibilidades de un desarrollo ordenado son más amplias en la zona circundante al embalse que en el resto del área de influencia del proyecto. El embalse, además de representar una fuente de agua para usos urbanos y agrícolas, tiene el potencial para el desarrollo de actividades recreativas y turísticas, razón por la cual, se presume que el impacto indirecto mayor se dará, o debería darse, en la zona circundante a él, que es el área con mayores posibilidades de soportar un cambio en el uso del suelo que sea sustentable. Este impacto puede ser muy positivo sólo si se estudia, regula y se hace cumplir el uso del suelo de acuerdo con estrategias de ocupación y desarrollo de actividades que sean compatibles con las posibilidades que ofrece el medio ambiente.

Finalmente para que este escenario de uso del suelo sustentable pueda hacerse realidad, es necesario considerar que la protección al ambiente, mediante la regulación y la vigilancia en el uso del suelo, debe extenderse hacia las zonas de las cuencas altas de los ríos Papagayo y Omitlán, las cuales si son sujetas a procesos de alteración y degradación severos, harán que en el mediano y largo plazo, el embalse pierda viabilidad como recurso pilar para el desarrollo, al incrementarse el aporte de sedimentos de estos ríos hacia el embalse y provocar su azolve.

En este contexto, a continuación se explica cual será el comportamiento del sistema al incorporar las medidas de control y mitigación, además de analizar cual será la contribución de los programas de compensación. Este análisis se restringe a determinar el efecto de las medidas que modifican la estructura y funcionamiento del sistema que se determinó en el capítulo V.

### Presa Reguladora

La principal medida que reduce significativamente los cambios del entorno está relacionada directamente con la etapa operativa del proyecto: la instalación de un vaso regulador aguas abajo de la cortina del P.H. La Parota; la descripción general de esta obra se presenta en el capítulo V.

La presa reguladora tendrá como objetivo controlar el gasto de agua que derivará el P.H. La Parota ( $748 \text{ m}^3/\text{s}$  durante 4 horas diarias) y distribuirlo a lo largo del día; con ello se pretende disminuir el gasto aminorar y la drástica fluctuación diaria que tendría el cauce del río y por lo tanto evitar cambios físicos y biológicos previstos de gran magnitud en la planicie costera. En la figura VII.1 se muestra el hidrograma del río entre la salida de la presa reguladora y la desembocadura en el mar.

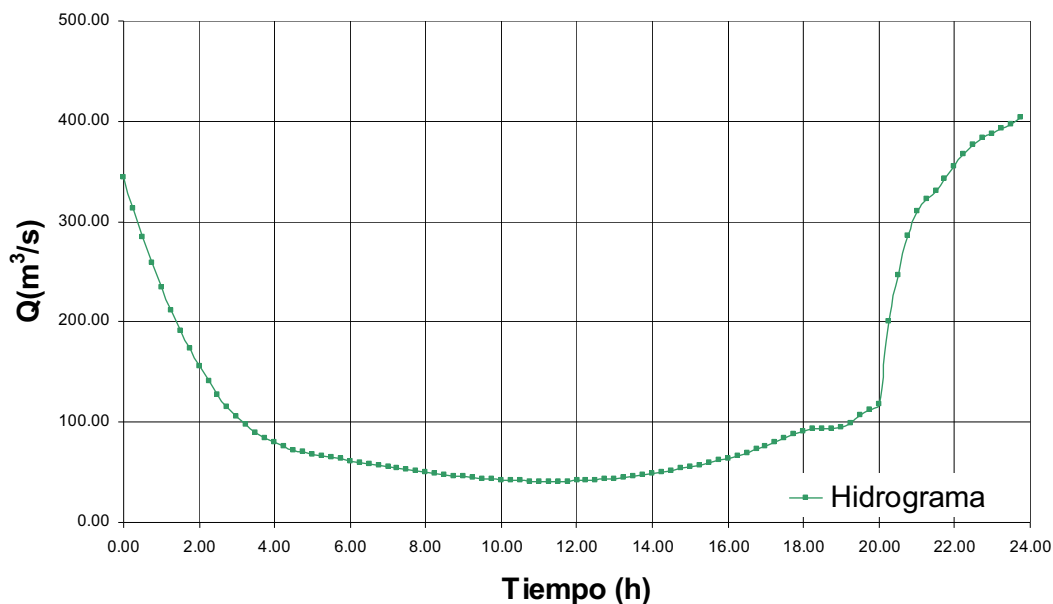


Figura VII.1. Hidrograma de operación de la presa de regulación.

Como se puede observar, los gastos máximos no superan los  $400 \text{ m}^3/\text{s}$ , lo que equivale al 53% del gasto de operación planeado para la presa. Los flujos máximos derivados de la presa de regulación (entre  $200$  y  $400 \text{ m}^3/\text{s}$ ) se mantendrán por seis horas. Durante 14 horas del día el gasto se mantendrá entre  $30$  y  $100 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Así, con la operación de la presa reguladora los impactos sobre el entorno físico en la planicie costera se reducen de manera sustancial. El orden de las corrientes en los canales adyacentes a la isla meandro (en la zona del estuario) será mayor que el de la desembocadura del río. En el canal Oeste se presentan velocidades máximas de hasta  $0.5 \text{ m/s}$  que son menores a las que se presentaron con el gasto de operación de  $748 \text{ m}^3/\text{s}$ , durante 4 h, por lo que los procesos de erosión a lo largo del cauce y desembocadura del río, disminuyen. Las corrientes en el canal Este serán las mayores, por lo que la erosión se presentará en este canal.

A pesar de la incorporación de la represa, se seguirán presentando corrientes de mayor magnitud que las provocadas por la marea. Esta diferencia de magnitudes entre las corrientes



generadas por las descargas y la onda de marea, provocarán que el régimen del río siempre sea positivo (descargue), y que a pesar de la presencia de la onda de marea en el frente costero será el río el que domine el patrón de corrientes.

El rango máximo de velocidades con la represa en funcionamiento es de 0.2 m/s y en promedio se tienen velocidades de 5 cm/s, que son similares a las que se tienen en condiciones normales del río, con la diferencia que en este nuevo régimen el río siempre se encuentra exportando agua del sistema y difícilmente se incorporara agua al sistema por la acción de las corrientes de marea. Estas velocidades sugieren que el proceso de erosión de la barra y zonas adyacentes producida por el P. H. La Parota disminuye considerablemente y que la represa ayudará a disminuir la erosión de fondo a lo largo del río y hasta su sección final en la desembocadura. La figura VII.2 muestra la comparativa del gasto derivado de la presa de regulación y las velocidades a través de la desembocadura.

Como consecuencia de lo anterior, el riesgo de salinización y erosión de los terrenos vecinos al río en la zona cercana a la desembocadura es mínimo, por lo que tampoco se afectaría la productividad agrícola ni los ingresos de los pobladores. En el caso de la biodiversidad, la operación de la presa reguladora reducirá el empobrecimiento biológico del río. Los cambios en las comunidades bióticas ribereñas serían reducidos sustancialmente. Tampoco se resentirían los efectos erosivos en la barra y mucho menos en la playa ubicada hacia el oeste de la desembocadura.

En resumen, la incorporación de la presa reguladora permite reducir todos los impactos significativos que se podrían ocasionar por el cambio de régimen hidráulico en la planicie costera y por lo tanto se espera que la estructura y funcionamiento del sistema no sea modificado de manera sustantiva.

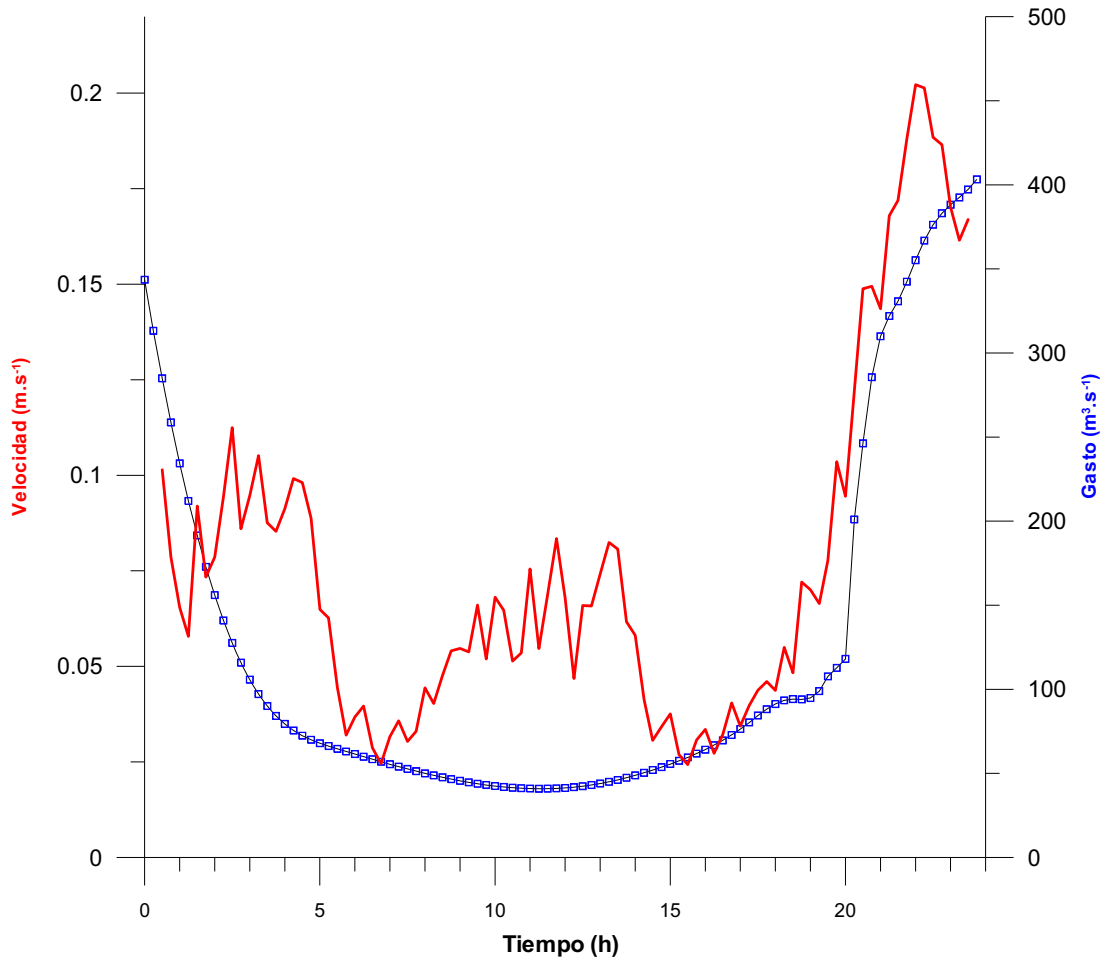


Figura VII.2 Gasto de la presa de regulación Vs. velocidades a través de la desembocadura, un día de operación.

### Aprovechamiento Múltiple del Embalse

El aprovechamiento del embalse a través de diversas actividades no es una acción que resulte de la intención de mitigar impactos sino de la intención de aprovechar las oportunidades y condiciones propicias que el P.H. La Parota generará para mejorar la situación socioeconómica y ambiental de la región.

#### a) Comunicaciones

El embalse será un cuerpo de agua navegable todo el año, por lo que puede convertirse en una vía de comunicación que permitirá el acceso hacia áreas actualmente incomunicadas, posibilitando el transporte de personas así como de insumos y productos agropecuarios, lo cual

podrá favorecer el intercambio comercial y mejorar la calidad de vida. Esta alternativa podría reducir la marginación en el área de influencia del proyecto.

b) Actividades pesquera y/o acuícolas

La presencia de un cuerpo de agua permanente de dimensiones considerables (14 213 hectáreas) permite pensar que en el futuro será posible realizar actividades pesqueras en él. Aunque la productividad esperada de esta actividad no es alta, podría ser fuente de sustento para algunas decenas de familias, en especial si se desarrolla asociada a actividades turístico – recreativas. El desarrollo de actividades acuícolas permitiría incrementar la producción pesquera y posiblemente orientarla hacia especies de alto valor económico y/o con un mercado confiable. Esta actividad podría compensar parcialmente el efecto de la pérdida de terrenos agrícolas o ganaderos.

c) Actividades turístico – recreativas

La creación del embalse generará paisajes de alta calidad escénica así como condiciones para la práctica de diferentes actividades acuáticas, las cuales se pueden convertir en un atractivo turístico. Las actividades compensatorias de la CFE para la conservación de los suelos y la biota terrestre pueden coadyuvar al desarrollo del ecoturismo. La cercanía al puerto de Acapulco posibilitaría que estas condiciones se pudieran aprovechar sin tener que realizar inversiones muy elevadas. Esta actividad al igual que las pesquerías puede ser una fuente de ingresos y/o empleo en la zona.

d) Aprovechamiento agrícola

La existencia de la presa reguladora, posibilita que el agua, sin menoscabo de la generación eléctrica, que se descargue de la Parota pueda ser utilizada con fines agrícolas en la planicie costera.

e) Disponibilidad de recurso hídrico

Como ya se ha planteado el embalse reducirá la incertidumbre en la disponibilidad de agua para suministro a las poblaciones, con lo cual se puede tener consideración que es factible que continúe el incremento de las actividades turísticas en la región.

### **Medidas de Compensación**

A partir del análisis anterior es posible determinar que existen impactos producto de la creación del embalse que tendrán que ser compensados. En este sentido destaca el programa de conservación de los cerros Tepehuaje y las Piñas, mediante el cual se pretende asegurar la permanencia de la biodiversidad presente en el área de estudio, así como el programa de conservación y/o restauración de suelos (compensación por la inundación de terrenos forestales).

a) Permanencia de la Biodiversidad

Considerando que las actividades del P.H. La Parota no tendrán una afectación relevante sobre hábitats o zonas de relevancia biótica existentes en el área de estudio, el asegurar la permanencia de la biodiversidad no se debe orientar hacia establecer modificaciones o restricciones al diseño o proceso constructivo del proyecto.

De acuerdo con lo analizado en los capítulos IV y V, la biodiversidad en el área de estudio es un elemento relevante debido a la presencia de diferentes especies protegidas y endémicas, pero también a la existencia de un área relativamente en buen estado de conservación en los cerros Tepehuaje y Las Piñas en los que se encuentran representados los principales hábitats de flora y fauna silvestres que originalmente se extendían ampliamente en el área de estudio: Selva Baja Caducifolia, Selva Mediana Subcaducifolia y Matorral Xerófito. La afectación a estos cerros por la creación del embalse será mínima (8% del área la cual corresponde a las faldas de los cerros).

CFE se compromete a impulsar y aportar los recursos necesarios para la realización de los estudios de caracterización ambiental necesarios y el programa de manejo para la instauración de un área natural protegida en los cerros Tepehuaje y Las Piñas. Así mismo, también CFE se compromete a coadyuvar en el proceso de declaración de esta área natural.

Con estas acciones se busca que se inicie un proceso que asegure la conservación de la biodiversidad que se encuentra en la cuenca baja del Papagayo.

#### b) Programa de conservación de suelos

Aunque este programa tendrá que ser convenido con la Delegación de la SEMARNAT en el estado de Guerrero, la CFE tiene la intención de llevar a cabo estas acciones en la cuenca de los ríos Papagayo-Omitlán. Con esta situación se espera que se coadyuve a la conservación de los suelos y la vegetación en el área de estudio, permitiendo de alguna forma reducir las tasas de erosión y de cambio de uso del suelo que se presentan.

#### **Indemnización**

Un aspecto medular para mitigar los impactos socioeconómicos es el pago de todos los recursos y valores que se afecten por el desarrollo del proyecto, para lo cual la CFE solicitará los avalúos de los terrenos que serán afectados, los bienes distintos a la tierra y todos los recursos que son aprovechados por los habitantes. El monto de las indemnizaciones será negociado con todos los habitantes que tengan derechos en el área de afectación directa.

Adicionalmente CFE realizará las inversiones necesarias para desarrollar los nuevos poblados garantizando condiciones que sean satisfactorias para los habitantes. Serán ellos quienes tengan la última palabra sobre los tipos de vivienda y las características de las áreas de ocupación comunitaria (plazas, escuelas, iglesias, etc.) que se construirán.

Con lo anterior, se espera que la población tenga recursos y condiciones suficientes para vivir en las nuevas áreas donde se ubicarán los poblados, aunque CFE no podrá intervenir en la forma en que ellos administren o manejen los recursos económicos que les serán entregados.

**Programas de seguimiento y valoración de las principales medidas de mitigación que se proponen**

Para suelos:

**1) Elaboración de estudios para instrumentación de la parte alta de las subcuencas y la estabilización de sitios sujetos a erosión aguas arriba del embalse proyectado.**

1.0.- Realización del estudio. Diagnóstico y medición de la erosión en las cuencas arriba del área del embalse y usos del suelo (2004-2005)

1.1.- Realización de pruebas de estabilización de suelos erosionados y recomendaciones agrícola-pastoriles para reducir erosión en sitios con este uso del suelo en parcelas experimentales. (2005-2006)

1.2.- Selección de mejores alternativas de mitigación (en conjunción con pobladores, autoridades locales y estatales) (2006)

1.3.- Aplicación de medidas seleccionadas en sitios con problemática identificada. (2006-2007)

1.4.- Medición de la erosión en los diferentes sitios donde fueron aplicadas las medidas y observar resultados obtenidos (2010-2011)

**2) Elaboración de la topografía de detalle del cauce del río Papagayo para poder delimitar zonas de riesgo de inundación y efectos en zonas de cultivo. (2004-2005)**

2.1.- Levantamiento topográfico del área del cauce y definición de los límites de las terrazas fluviales.(2004)

2.1.- Aplicación de modelos hidrodinámicos para identificar zonas que quedarán sujetas a inundación bajo diferentes condiciones de gasto según registro histórico (2004)

2.3.- Elaborar un mapa de riesgo de inundación bajo diferentes escenarios (2005)

**3) Obras de estabilización y reforestación de bancos, caminos de acceso temporal.**

3.1.- Estudio de las áreas del banco una vez concluida la explotación de éste para establecer las mejores alternativas de estabilización y reforestación. (2006)

3.2.- Selección de alternativas a partir de experiencias similares reportadas en la literatura para situaciones semejantes. (2006)

3.3.- Aplicación de medidas de estabilización y reforestación del sitio de banco. (2007)

**4) Obras de reforestación de las inmediaciones de instalaciones del proyecto (vertedro, obras de toma, subestación, casa de máquinas, etc.).**

4.1.- selección de alternativas de especies en función de flora local y características del suelo. (2009)

4.2.- aplicación de medidas de reforestación (uso de viveros programados desde el inicio del proyecto) (2009-2010)

4.3.- verificación de viabilidad de especies seleccionadas. (2011)

## **VII.1 Programa de monitoreo**

Si bien en términos generales los programas de monitoreo se establecen para verificar el desempeño ambiental del proyecto y de ser el caso establecer las medidas correctivas pertinentes, en el caso de las centrales hidroeléctricas (como en el de muchos tipos de obras) es de extraordinaria relevancia el que se recabe información que permita la retroalimentación de futuras evaluaciones de impacto ambiental, ya que en la actualidad los trabajos de investigación desarrollados para verificar la predicción y evaluación de impactos ambientales.

De acuerdo con los resultados de la evaluación de impacto ambiental los cambios de mayor relevancia que pudiera ocasionar el proyecto en el entorno natural se presentarán en el cauce del río así como en las zonas donde habrá remoción de cobertura vegetal. Adicionalmente, el proyecto, aunque pudiera no ser el elemento determinante, puede estar asociado a los patrones de erosión y sedimentación en la zona costera, especialmente al oeste de la desembocadura.

Por otro lado, aunque se prevé que la calidad del agua del embalse sea satisfactoria para los diversos usos que se tiene en la actualidad (suministro humano) o como potenciales (pesca, acuicultura y agricultura), este es un elemento relevante para asegurar que no existan afectaciones a la salud humana y se vigilen las condiciones en las que se desarrollará la biota acuática. Otro aspecto que se debe vigilar es la restauración o restitución de las áreas que se afectarán de manera temporal durante la construcción de la obra (bancos de material, caminos de acceso temporales, polígono de obras, etc.).

A continuación se describen de manera general los programas de monitoreo que se implementarán durante el desarrollo del PH La Parota, con los cuales se pretende verificar su desempeño ambiental. Los programas de monitoreo detallados se elaborarán y entregarán a la SEMARNAT al menos tres meses antes de la fecha en que dará inicio el programa.

### ***V.II.1.1 Monitoreo de la evolución del perfil de la playa en las proximidades de la desembocadura del río Papagayo.***

Se requiere observar anualmente la evolución de la línea de costa en el entorno de la desembocadura del río Papagayo, iniciando con la condición previa a la construcción (condición de referencia).

El proceso se iniciará con la obtención de imágenes satelitales de alta resolución y fotografías aéreas, capturadas en fechas próximas al inicio de la construcción, referidas a un testigo inalterable y a un sistema de información geográfico. Además, la condición inicial incluye muestrear el material que forma la playa y su análisis mineralógico. Análogamente, cada año en fechas próximas se adquirirán las imágenes satelitales de alta resolución del área que interesa y se compararán las condiciones que presente la línea de costa, contra las de años anteriores; con la finalidad de identificar efectos derivados de haber construido la presa.

De requerirse mayor precisión en las evaluaciones fotográficas y mediciones de la evolución de la costa, se obtendrán a partir de fotografías aéreas que se capturen de la zona, comparándose contra las condiciones de referencia, en primer instancia o bien, contra el acervo que al respecto se haya acumulado. Así mismo, si se identificaran alteraciones importantes, será preciso muestrear nuevamente el material que forme la playa en esas fechas, para compararlo

contra el testigo inicial referente (o los sucesivos si se han obtenido) y estar en posibilidades de distinguir variaciones la mineralogía del material que conforme la línea costera.

Además del análisis mineralógico, se analizará la conveniencia de obtener la granulometría y el peso específico; igualmente, si se quiere correlacionar con el material proveniente de la cuenca del río Papagayo, se debe muestrear y analizar el que transporte el río por su cauce y durante las avenidas

### **V.II.1.2 Programa de monitoreo del río en la planicie costera**

El patrón hidrodinámico del río será modificado durante la etapa de llenado del embalse, ya que tan solo se permitirá la salida de 10 m<sup>3</sup>/s durante la época de secas y 30 m<sup>3</sup>/s en el periodo de lluvia. Posteriormente, al iniciar la operación de la central y debido a la instalación de una presa reguladora, el gasto del río oscilará diariamente entre 30 y 403 m<sup>3</sup>/s. De acuerdo con la evaluación de impacto ambiental, con estas condiciones en el río se mantendrán condiciones que permitirán la sobrevivencia de la mayoría de los seres vivos que actualmente habitan en la zona.

#### **Objetivo.**

Verificar calidad del agua y condiciones de las comunidades bióticas en el cauce del río aguas abajo de la cortina.

#### **Variables Físicas y químicas:**

- Oxígeno disuelto(mg/l)
- Temperatura (°C)
- Demanda química de oxígeno (mg/l)
- pH

#### **Variables Biológicas:**

- Diversidad y abundancia (células/l) planctónica
- Especie(s) bentónica indicadora (densidad – ind/m<sup>2</sup>)
- Productividad primaria

#### **Procedimientos de muestreo**

##### **Periodo de muestreo**

Se iniciará un año antes del cierre de los túneles de desvío y se mantendrá al menos hasta un año después del inicio de la operación de la central.

##### **Frecuencia de muestreo**

Bimestral

**Toma de muestras, conservación y trabajo de laboratorio**

Físicas y químicas:

**Determinaciones directamente en campo utilizando equipos portátiles.****Biológicas:**

- Determinación en campo de la abundancia o la densidad de individuos de especie bentónica seleccionada como indicador
- Toma de muestras en campo utilizando redes planctónicas y estimando volumen de agua. Las muestras serán fijadas en formol al 4%. La identificación y conteo de organismos se realizará en laboratorio utilizando microscopio óptico.
- Determinación en campo de la productividad primaria utilizando el método de botella clara y oscura

**Estaciones de monitoreo:**

- Para los parámetros físicos y químicos, así como la productividad primaria y plancton, se ubicarán un mínimo de cinco estaciones de monitoreo: a) antes del área que ocupará el embalse, b) en el embalse, c) inmediatamente aguas abajo de la descarga de la presa reguladora; d) a la mitad de la distancia entre la cortina de la presa reguladora; e) a medio kilómetro de la desembocadura. Adicionalmente se tomarán muestras para determinar las variables físicas y químicas en las zonas donde se evalúe la densidad de necton.
- El monitoreo de necton se realizará en las áreas donde se distribuya la especie seleccionada como indicador; se seleccionarán al menos 4 estaciones

**Control de calidad**

- Los equipos o procedimientos utilizados para hacer las determinaciones de campo serán calibrados antes de ser realizados los análisis.
- La toma de muestras o determinaciones en campo se realizarán por duplicado.

**VII.1.3 Programa de monitoreo del embalse**

La creación del embalse generará un cuerpo de agua con características totalmente diferentes a las que presenta actualmente el río. En los capítulos anteriores, se plantearon algunos pronósticos generales para la calidad del agua esperada en el embalse, la cual se prevé que no signifique ninguna restricción para el desarrollo de la vida acuática.

**Objetivo**

---

*Programa Universitario de Medio Ambiente, UNAM. Febrero 2004.*



Verificar la calidad del agua así como establecer la estructura de la comunidad biótica en el embalse.

**Variables Físicas y químicas:**

- Oxígeno disuelto(mg/l)
- temperatura (°C)
- Demanda química de oxígeno (mg/l)
- pH
- Nutrientes (nitrógeno y fósforo)

**Variables Biológicas**

- Diversidad y abundancia (células/l)de plancton
- Diversidad y abundancia nectónica
- Diversidad y abundancia bentónica
- Productividad primaria

**Procedimientos de muestreo****Periodo de muestreo**

Se iniciará 6 meses después del cierre de los túneles de desvío y se mantendrá al menos hasta un año después del inicio de la operación de la central.

**Frecuencia de muestreo**

Trimestral

**Toma de muestras, conservación y trabajo de laboratorio**

Físicas y químicas:

**Determinaciones directamente en campo utilizando equipos portátiles.****Biológicas:**

- Colecta de organismos nectónicos utilizando redes de arrastre y/o agalleras; conservación en formol al 4% e identificación de individuos en laboratorio
- Colecta de organismos bentónicos utilizando dragas conservación en formol al 4% e identificación de individuos en laboratorio
- Toma de muestras en campo utilizando redes planctónicas y estimando volumen de agua. Las muestras serán fijadas en formol al 4%.La identificación y conteo de organismos se realizará en laboratorio utilizando microscopio óptico.

- Determinación en campo de la productividad primaria utilizando el método de botella clara y oscura

#### **Estaciones de monitoreo:**

Se ubicará una red de monitoreo (ocho estaciones) en el embalse con la cual se tendrá una representación de las condiciones existentes en todo el cuerpo de agua. Adicionalmente se colocarán dos estaciones antes del embalse, una en el río Papagayo y otra en el río Omitlán.

#### **Control de calidad**

- Los equipos o procedimientos utilizados para hacer las determinaciones de campo serán calibrados antes de ser realizados los análisis.

La toma de muestras o determinaciones en campo se realizarán por duplicado.

#### **VII.1.4.- Plan para monitorear la salinidad de los suelos en las unidades de relieve cortina abajo.**

Con el fin de vigilar que la reducción del caudal del río Papagayo durante el llenado del embalse no conlleve a una intrusión de aguas salinas del mar hacia los terrenos de la barra costera, la planicie fluvio-palustre y las terrazas aluviales de la desembocadura del río Papagayo, proponemos implementar un plan de monitoreo de la conductividad eléctrica en los suelos en las unidades de relieve mencionadas.

La selección de sitios de muestreo deberá hacerse a lo largo de transectos que atraviesen las respectivas unidades de relieve, partiendo de los sitios más cercanos a la línea de costa hacia los sitios más alejados a la misma, considerando también pasar por aquellos sitios que se encuentren en los sitios más bajos en términos altitudinales. En cada sitio de muestreo deberán hacerse por lo menos 12 determinaciones cada año, y cada año se deberá volver a muestrear en los mismos sitios siguiendo un esquema de muestreo para parcelas de observación continua como el presentado en la norma ISO/DIS 10381-1: 1995-11-09, “Soil quality sampling-Part 1: Guidance of the design of sampling programmes Anexo C2. La distancia entre puntos de muestreo sobre cada transecto deberá ser de 500 m y se recomienda realizar por lo menos 4 transectos en cada unidad (barra costera, planicie fluvio-palustre y terraza aluvial del río Papagayo en la zona de la desembocadura).

Se propone que los muestreos se realicen de una a dos veces al año en la época seca, de preferencia en los meses de abril o mayo, que corresponden con el menor caudal del río. Se recomienda realizar un muestreo en cada época seca previa al llenado del embalse, incluso en los años previos al inicio de la construcción de la cortina, para conocer el estado actual y también para obtener una medición de la variación entre los años.

La determinación de la conductividad eléctrica deberá realizarse en función del equipo disponible o bien directamente en el suelo o en un extracto acuoso relación suelo: solución 1:2.5. Paralelamente deberá determinarse la humedad del suelo para poder posteriormente estandarizar las mediciones y compararlas entre sí. En caso de determinar la conductividad eléctrica en extractos suelo: agua deberán determinarse adicionalmente la textura al tacto para

poder después convertir las determinaciones hechas en el extracto a su equivalente en un extracto de saturación del suelo según Siebe et al. (1996).

Los datos obtenidos durante las épocas secas previas a la realización de la obra deberán promediarse por sitio y compararse con las mediciones obtenidas en los años de la construcción y llenado del embalse. Se aplicarán estadísticos de comparación de medias por sitio entre años para detectar cambios significativos. En caso de detectarse un aumento en la conductividad eléctrica por encima de valores que representen una merma en la productividad vegetal de acuerdo a lo estipulado por Richards (1973), deberán aplicarse riegos para el lavado de sales y deberá aumentarse el gasto ecológico del caudal.

#### **VII.1.5.- Monitoreo de recursos para aprovechamiento acuícola del embalse**

Con el fin de dar seguimiento al proceso de colonización de la zona litoral por parte de especies de interés comercial (langostino) se propone un estudio en dos fases. La primera fase consistiría en determinar la ubicación y abundancia de las poblaciones actuales de langostino aguas arriba de la ubicación proyectada para la cortina. Este estudio daría inicio al ser aceptado el proyecto y consistiría en visitas aproximadamente trimestrales. El contar con esta información permitiría analizar la posibilidad de repoblar directamente la zona del embalse acelerando el proceso de colonización por parte del langostino. La segunda fase daría inicio al término del llenado del embalse. Ésta consistiría en visitas aproximadamente trimestrales cubriendo el área litoral del embalse, así como aguas arriba del mismo. La duración del proyecto estará en función de la velocidad de colonización de los organismos, pudiendo ser un lapso de tres años.

Asimismo, con el fin de valorar los recursos disponibles (plancton y bentos) para el establecimiento de una pesquería comercial o deportiva en el embalse se propone un estudio de monitoreo que comenzará al inicio del llenado del embalse. Éste consistiría en visitas aproximadamente bimestrales durante el lapso que dure el llenado del embalse por lo menos dos años posteriores al momento en que adquiere el máximo nivel.

## VII.2. Conclusiones

La Manifestación de Impacto asociada al PH La Parota, señala los cambios más importantes que experimentará el sistema socioambiental durante la preparación del sitio que alojará a la presa, así como aquellos que se presentaran durante la construcción, llenado y operación de dicha hidroeléctrica.

Esta central, considerada entre las cinco hidroeléctricas más grandes del país, contará con una tecnología de turbinas de reacción tipo Francis de eje vertical. Su embalse abarcará 14 213 ha, almacenará 7 188 millones de m<sup>3</sup> a la elevación de 180 msnm y generará 1 527 GWh/año. Cabe mencionar que el proyecto está concebido para impactar un área tres veces menor respecto a otras hidroeléctricas que tienen una generación de energía similar; esto ha sido posible gracias al diseño de la altura de la cortina de la presa (162 m). El área de la cuenca del río Papagayo, que aportará el agua para el embalse es de 747 600 ha, con un volumen de escurrimiento medio anual de 4 387 millones de m<sup>3</sup> y un gasto medio anual de 139 m<sup>3</sup>/s. Se ha calculado que para la construcción de esta central hidroeléctrica se hará una inversión de 8 080 millones de pesos (al 2003).

Es importante considerar que esta manifestación, está basada en una diagnosis ambiental y socioeconómica principalmente generada mediante trabajo de campo, así como en un análisis retrospectivo de la información existente.

Para evaluar los impactos asociados al proyecto, fue necesario realizar una diagnosis de las condiciones que prevalecen en la zona antes del establecimiento de la hidroeléctrica, encontrándose una mezcla de zonas conservadas y con diferente grado de perturbación debido a la influencia de actividades antropogénicas que no están regidas por un plan de manejo sustentable. Es por ello que se observa deterioro tanto en el sistema terrestre como en el acuático, y por ende un bajo rendimiento pesquero y agropecuario.

El diagnóstico del sistema socioeconómico indica que los habitantes se ocupan en actividades de autosubsistencia, principalmente agropecuarias, y sólo en algunas localidades se comercializan los remanentes de su producción. Esto trae consigo que la mayoría de ellos no perciban ingresos monetarios; del estudio se dedujo que existe una alta correlación entre estos bajos salarios y altos niveles de marginación. En la prospectiva se percibe una tendencia al abandono de la región y desaparición gradual de las localidades con menos de 1 500 habitantes; hecho que se nota en la estructura social conformada mayoritariamente por menores de 14 años y mujeres; ya que los hombres tienden a emigrar en busca de mejores oportunidades.

Por lo anterior fue necesario precisar cuales serían los principales impactos negativos de la construcción y operación del proyecto y las alternativas que lleven a prevenirlos, compensarlos o mitigarlos para que este se pueda realizar el proyecto. De aquí la importancia de no sólo impactar adversamente lo menos posible a la zona con el proyecto, sino de además incorporar al recurso agua para incrementar el desarrollo socioeconómico de la zona afectada convirtiendo entonces la existencia del embalse en un impacto benéfico.

Se considera que de la serie de impactos adversos por la construcción y operación del proyecto, los más importantes son:

- a) La inundación de 24 localidades, que en su conjunto albergan a 3 048 habitantes aproximadamente.
- b) Consecuente con la reubicación de los poblados, se espera una alteración del mapa y tejido social, así como de la legitimidad política.

- c) La remoción de la cobertura vegetal y la inundación de recursos forestales.
- d) La afectación a la fauna del área que ocupará el embalse (principalmente pequeños mamíferos y reptiles).
- e) La pérdida de zonas agropecuarias por el llenado del embalse (aproximadamente 3 500 hectáreas).
- f) La pérdida de suelos de buena calidad edafo-ecológica (aproximadamente 3 800 ha).
- g) La inundación y deshabilitación de 67 km de caminos.
- h) El cambio de patrón de flujo del río (de 20 m<sup>3</sup>/s en secas y 450 m<sup>3</sup>/s en lluvias, a 748 m<sup>3</sup>/s durante cuatro horas al día y cero las 20 horas restantes).
- i) Modificación en el transporte y volumen de sedimentos en el río ya que la cortina de la presa los retendrá.
- j) Modificación del delta del río y mayor probabilidad de erosión en playas aledañas a la desembocadura por déficit sedimentario.
- k) Afectación de la biota acuática, principalmente la bentónica.
- l) Afectación de la vegetación riparia.

Considerando lo anterior y tomando en cuenta que el proceso de mitigación está enfocado a conservar lo que está en buen estado, rehabilitar lo dañado y sobre todo no aumentar las áreas de deterioro, el proyecto hidroeléctrico será viable siempre y cuando exista una vigilancia de la aplicación, evaluación y seguimiento de las medidas propuestas en la siguiente tabla.

<b>MEDIDAS RECOMENDADAS POR ESTE ESTUDIO</b>				
<b>Prevención</b>	<b>Compensación</b>	<b>Mitigación</b>	<b>Rehabilitación</b>	<b>Vigilancia</b>
Creación de un vivero de especies vegetales locales.	Reacomodo de poblados.	Explotación racional de bancos de material particularmente de aluvión.	Reforestación en las áreas afectadas.	Regulación de uso de suelo en las islas que se formarán.
Planeación participativa para el reacomodo.	Restitución de las actividades productivas mediante la introducción de otras alternativas generadas a partir de la existencia del embalse.	Explotación de bancos de aluvión ya existentes	Rehabilitación de bancos de material de roca y arcilla.	Estudio para elaborar un programa de ordenamiento ecológico del embalse
Estudio de factibilidad de tierras para el reacomodo.	Establecimiento de zonas de conservación, cerros Tepehuaje y Las Piñas.	Rehabilitación de caminos temporales.		Asegurar el pago oportuno de tierras y bienes distintos afectables
Instrumentación, monitoreo y predicción de precipitaciones extremas y sismicidad.	Programas capacitación e inversión para indemnización	Descarga de 30m <sup>3</sup> /s durante el llenado del embalse.		Monitoreo de conductividad eléctrica en los suelos de la zona de la desembocadura durante el llenado del embalse
Constitución de un Comité de Apoyo Interinstitucional.	Estudio acerca de ubicación y abundancia del langostino en la zona de aguas arriba del futuro embalse con miras a un aprovechamiento futuro del recurso.	Modificación del patrón de desfogue mediante una presa de cambio de régimen: de 748 m <sup>3</sup> /s durante 4 horas y 0 durante 20 a descarga continua entre 30 y 402 m <sup>3</sup> /s		
Identificación previa de zonas susceptibles a ser inundadas en desfogues de emergencia.				

Finalmente, con la intención de asegurar la viabilidad del proyecto a largo plazo se recomienda a CFE gestionar y ejecutar los siguientes programas en el área:

Programas de Compensación:

- Programa de conservación de la biodiversidad (en los cerros Tepehuaje y Las Piñas).
- Programa de compensación y rehabilitación de la vegetación y recuperación de fauna en las áreas afectadas por las actividades de construcción del P.H. La Parota.
- Plan de aprovechamiento esguero acuícola.

Programas de Monitoreo:

- De la salinidad de los suelos en las unidades de relieve cortina abajo.
- Calidad fisicoquímica del agua del río en la planicie costera.
- Evolución del perfil de de la playa en las proximidades de la desembocadura del río Papagayo.
- De recursos para el aprovechamiento acuícola del embalse.
- Del embalse (calidad fisicoquímica del agua)

**BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS**

Abele, L.G. y W. Kim. 1989. The decapod crustaceans of the Panama canal. *Smithson. Contrib. Zool.* 42:1-50.

Acosta, E.V. 1984. Diagnósis de la pesca comercial de la Laguna de Tres Palos, Guerrero, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM.

Aguirre G. R., 1995. Water quality studies of a tropical coastal lagoon using Landsat Images and in-situ data. *Proceedings of the 21st Annual Conference of the Remote Sensing Society Meeting, Remote Sensing in Action.* Southampton, pp: 1003-1010.

Aguirre G. R., 2000. Detection of suspended sediments in the North Sea using AVHRR and ship data. *International Journal of Remote Sensing*, Vol.21(8), pp: 1583-1596.

Aguirre, G. R., 2001. Caracterización óptica de la laguna costera de Coyuca de Benítez. *Investigaciones Geográficas.* Vol. 46, pp. 78-97.

Alessio Robles, V. 1979. Acapulco –en la historia y en la leyenda-Ediciones Municipales, Acapulco.

Allen, G.R. y D.R. Robertson. 1998. Peces del Pacífico oriental tropical. CONABIO, Agrupación Sierra Madre y CEMEX. 327 p.

Almorox, J. R., A. De Antonio, M. Saa, M. Cruz y J. M. Gasco. Métodos de estimación de la erosión hídrica. Editorial Agrícola Española. S. A. Madrid, España. 150 pp. 1994.

Álvarez del Villar, J. 1970. Peces mexicanos. Secr. Indus. Comer. Inst. Nal. Inves. Biológico-pesqueras. 166p.

Alonso, M. 1996. Crustacea, Branciopoda. In: M.A. Ramos et al., (eds.). *Fauna Ibérica*, Vol. 7. Museo Nacional de Ciencias Naturales CSIC. Madrid.

Amos, C. L. And T. T. Alfoldi, 1979. The determination of SSC in a macrotidal system using LANDSAT data. *Journal of sedimentary petrology*, Vol. 49, pp. 159-174

Amos, C. L. and B. J. Topliss, 1985. Discrimination of suspended particulate matter in the Bay of Fundy using the NIMBUS Coastal Zone Color Scanner. *Canadian Journal of Remote Sensing*, Vol. 11, pp:85-92

Anthes, R. A., y T. T. Warner, 1978: Development of hydrodynamic models suitable for air pollution and other mesometeorological studies. *Mon. Wea. Rev.*, 106, 1045-1078.

APHA, AWWA, WEF. 1992. Métodos Normalizados. Para el análisis de aguas potables y residuales. Madrid, España.: Díaz Santos.

APHA, AWWA, WPCF (eds), 1985. Standard methods for the examination of water and wastewater. A.P.H.A. (Ed.). Washington. 1,268pp.

Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz, México.



Arredondo-Figueroa, J.L. y M. Guzmán-Arroyo. 1986. Actual situación taxonómica de las especies de la tribu tilapiini (Pisces: Cichlidae) introducidas en México. An. Inst. Biol. Univ. Nac. Autón. Méx. 65(2):555-572.

Arredondo-Figueroa, J.L., V. Flores Muñoz, H. González Garduño, y R. Campos Verduzco. 1994. Desarrollo científico y tecnológico del banco de genoma de tilapia. Secretaria de Pesca, Subsecretaria de Fomento y Desarrollo Pesquero. Dirección General de Acuacultura.

Arredondo, J.L., J. Ponce, C. Luna, C. Coronel y C. Palacios. 1998. Manejo extensivo e intensivo de la pesca en la Laguna de Tres Palos. En IMTA-CNA, 1998. Diseño de las medidas de bioremediación y saneamiento de la Laguna de Tres Palos. Acapulco, Guerrero. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua-Comisión Nacional del Agua. México. Cap. 9.

Arroyo, N. A. 1990. Contribución al estudio taxonómico de la familia Polygonaceae en el estado de Guerrero. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F.

Ayala C. A., 1966. Algunos estudios de geología marina en lagunas litorales mexicanas y su posible proyección al Océano Pacífico en los países latinoamericanos. I Seminario Latinoamericano sobre el Océano Pacífico, Lima, Perú.

Ballard, S. P., B. W. Golding, y R. N. Smith, 1991: Mesoscale model experimental Forecasts of the Haar of Northeast Scotland. Mon. Wea. Rev., 119, 2107-2123.

Banco Mundial (1990). Directriz operativa OD 4.20 Concerniente a los Pueblos Indígenas. Organización Internacional del Trabajo, Equipo Técnico Multidisciplinario.

Banco Mundial (1990a). Directriz Operativa OD 4.30 Reasentamiento Involuntario. Trad. Instituto del Tercer Mundo, Montevideo Uruguay.

Banderas, A. y R. González-Villela. 2002. Environmental diagnosis of the “Tres Palos” coastal lagoon, Acapulco, Mexico, and management strategies for its restoration. Lake and Reserv. Manage. Vol. 11.

Banderas, T.A. 1999. Indicadores fitoplanctónicos de la evolución trófica de la laguna costera de Tres Palos, Acapulco, México. Res. Tercer Congreso Mexicano de Ficología. La Paz, B.C.S., 25-29 de octubre.

Barabas, Alicia Mabel y Miguel Alberto Bartolomé. “Antropología y relocalizaciones”, en Revista Alteridades, 2(4) 1992

Bartolomé, Miguel Alberto (1992). “Presas y relocalizaciones indígenas en América Latina” en Revista Alteridades, 2(4) Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México

Bartra, Armando (2000a), “Sur Profundo”, en Crónicas del Sur. Utopías campesinas en Guerrero, México, Era, pp. 13-74.

Bartra, Armando (2001b), “Donde los sismos nacen”, en El Sur en Movimiento. La Reinención de Guerrero del Siglo XXI, México, Laguna, pp. 43-64.

Bertón, R.F. 2001. Gnatostomiasis en vertebrados silvestres de la Laguna de Tres Palos, Acapulco, Guerrero. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM.

- Barnes, R. S. K., 1980. Coastal Lagoons, Cambridge University Press, Cambridge, 106 pp.
- Belmont, F. H. 1996. Campanulaceae y Sphenocleaceae de Guerrero. Flora y Palinología. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México D. F.
- Benjamin, S.G., 1983: Some effects of surface heating and topography on the regional severe storm environment. Ph.D. thesis, Department of Meteorology, The Pennsylvania State University, 265 pp.
- Betts, A. K., y M. J. Miller, 1986: A new convective adjustment scheme. Part II: Single column tests using GATE wave, BOMEX, ATEX and Arctic air-mass data sets. Quart. J. Roy. Meteor. Soc., 112, 693-709.
- Betts, A. K., y M. J. Miller, 1993: The Betts-Miller scheme. The representation of cumulus convection in numerical models, K. A. Emanuel and D. J. Raymond, Eds., Amer. Meteor. Soc., 246 pp.
- Blackadar A.K., 1962: The vertical distribution of wind and turbulent exchange in a neutral atmosphere. J. Geophys. Res., 67 (8), 3095-3102.
- Blomberg, S., y Shine, R. 1996. Reptiles. Pp. 218-226, in: Ecological Census Techniques (W. Sutherland, ed). Cambridge University Press, Cambridge.
- Bocco, G., O. Masería y M. Mendoza. 2001. La dinámica del cambio del uso del suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. No 44: 18-38.
- Bogardi, Janos. 1974. Sediment transport in alluvial streams. Budapest: Akademiai kiado.
- Bowen A.J 1969a, The generation of Longshore Currents on a Plane Beach. 5 Marine Res., Vol. 27, pp. 206-215.
- Bowen A.J 1969a, Rip Currents, 1: Technical Investigations. J. Geophys. Res., Vol. 83, pp. 1913-1920.
- Brower & Zar., 1977. Field and Laboratory Methods for General Ecology. W.M.C. Brown Company Publishers. U.S.A. 194 pp.
- Bruun, P., 1978. Stability of Tidal Inlets, Theory and Engineering. Development in Geotechnical Engineering, 23. Elsevier.
- Burk, S. D., y W. T. Thompson, 1989: A vertically nested regional numerical prediction model with second-order closure physics. Mon. Wea. Rev., 117, 2305-2324.
- Banco Interamericano de Desarrollo (1999). Reasentamientos voluntarios en los proyectos del BID. Principios y lineamientos, Washington, D.C.
- Bussing, W. A. y M. I. López. 1994. Peces demersales y pelágicos costeros del Pacífico de centro América Meridional. Guía ilustrada. Publ. Esp. Rev. Biol. Trop., 164 p.
- Cabrera Guerrero, Martha Eugenia. 1990. Los Pobladores Prehispánicos de Acapulco, CIIHA-INAH, México.

Calaway, T.W. y Lackey, J.B. 1962. Waste treatment protozoa. Flagellates. Florida Engineers Series No. 3. University of Florida, Florida. 140 pp.

Calderón F.J. and Jackson L.E. 2002. Rototillage, disking, and subsequent irrigation: effects on soil nitrogen dynamics microbial biomass and carbon dioxide efflux. J. Environ. Qual. 31:752-758.

Calderón, Mólgora Marco Antonio ( 1994) Violencia política y elecciones Municipales. México, Col de Michoacán, Instituto Mora , pp169.

Campbell, J. A. y W. W. Lamar. 1989. The venomous reptiles of Latin America. Cornell University Press, Ithaca, New York.

Campodónico C. y Nerys W. 1980. El Crecimiento de Acapulco. Consejo Editorial Municipal, Acapulco.

Campos, María del Rayo. Expropiaciones y Desarrollo Nacional. CIESAS-RAN.

Camposortega Cruz, S. y Rene A. Jiménez Ornelas 1998. Combate a la pobreza y al rezago social en el estado de Guerrero. UNAM, Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias. Universidad Americana de Acapulco.

Canabal Cristiani, B. 2002. “Migración indígena y mercados de trabajo agrícola. El caos del Estado de Guerrero. Una introducción al tema”, en Diego Quintana, R. S. Y Saleme Aguilar, M. M. (Comp.), Producción económica: Desarrollo regional. Mercado laboral. Sociedad rural en México. UAM-Xochimilco, División de Ciencias Sociales y Humanidades. México, p. 241-265.

Carta Nacional Pesquera. 2000. Diario Oficial de la Federación. Agosto, 2000. Tercera Sección. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca. II Carta Nacional Pesquera.

Castelan Crespo, Enrique. Los Consejos de Cuenca en el desarrollo de presas en México. Contributing papers of World Comisión on Dams. <http://www.dams.org/>

Castro Soto, Gustavo (2002). La resistencia indígena y la oposición a las represas y al Banco Mundial. CIEPAC, Chiapas al Día, Dos partes. <http://www.ciepac.org>

Castro-Aguirre, J.L., H.S. Espinosa P. y J.J. Schmitter-Soto. 1999. Ictiofauna estuarino-lagunar y vicaria de México. Limusa. 711.

Ceballos, G. 1990. Comparative natural history of small mammals from tropical forests in western Mexico. Journal of Mammalogy, 71:263-266.

Ceballos, G. y A. Miranda. 1986. Los mamíferos de Chamela, Jalisco. Instituto de Biología, UNAM, México D.F.

Ceballos, G. y A. García. 1995. Conserving Neotropical biodiversity: the role of dry forests in Western Mexico. Conservation Biology, 9:1349-1353.

Ceballos, G. y A. García. 1996. La selva baja: biodiversidad única en peligro. Ocelotl, 5: 4-9.

Ceballos, G. y A. Miranda. 2000. Guía de Campo de los Mamíferos de la Costa de Jalisco. A field guide to the mammals of the Jalisco coast. Fundación Ecológica de Cuixmala A.C., México D.F.

Ceballos, G. y G. Oliva. En prensa. Los mamíferos de México. CONABIO-FCE, México D.F.

Ceballos, G., P. Rodríguez y R. Medellín. 1998. Assessing conservation priorities in megadiverse Mexico: mammalian diversity, endemism, and endangerment. *Ecological Applications*, 8:8-17.

Ceballos, G., J. Arroyo-Cabrales, y R. A. Medellín. 2002. The mammals of México: composition, distribution, and status. *Occasional Papers, Texas Tech University*, 218:1-27.

Ceballos, G. et al. 1997. Estudios de flora y fauna del Fraccionamiento y desarrollo turístico integral Brisas Marqués, Acapulco, Guerrero. Reporte Inédito, Instituto de Ecología, UNAM, México D.F.

Ceballos, G. et al. 1998. Evaluación biológica y estado de conservación de la Cañada “Las Brisas”, Acapulco, Guerrero, México. Instituto de Ecología, UNAM – Fraccionamiento Las Brisas, Acapulco, Guerrero.

CFE (1987). Proyecto Hidroeléctrico de Zimapán. Estudio de Factibilidad. Informe Final. Gerencia de Proyectos Hidroeléctricos. Subgerencia de Anteproyectos, México.

CFE (1995). Unos más vivos que otros. Video de la P.H. Zimapán. Gerencia de Desarrollo Social de CFE.

CFE (2002). Proyecto Hidroeléctrico La Parota. Dirección de Proyectos de Inversión Financiada. Subdirección de Construcción, CFE.

CFE (2002). Proyecto Hidroeléctrico La Parota, Guerrero. Núcleos Agrarios afectables por actividades previas y de construcción. Subdirección de Construcción. Coordinación de proyectos Hidroeléctricos. Centro de Anteproyectos del Pacífico Sur.

CFE (2002a). Proyecto Hidroeléctrico La Parota, Guerrero. Problemática agraria y órganos de representación de los núcleos agrarios afectables por el proyecto. Subdirección de Construcción. Coordinación de proyectos Hidroeléctricos. Centro de Anteproyectos del Pacífico Sur.

CFE (2002b). Proyecto Hidroeléctrico La Parota, Guerrero. Núcleos Agrarios afectables con el proyecto respecto al Programa de Certificación de Derechos Ejidales y Titulación de Solares Urbanos. Subdirección de Construcción. Coordinación de proyectos Hidroeléctricos. Centro de Anteproyectos del Pacífico Sur.

CFE (2002). Proyecto ejecutivo del Posible Efecto del P.H. La Parota sobre la línea costera de la zona de la desembocadura del río Papagayo. Gerencia de Estudios de Ingeniería Civil. Subgerencia de estudios Hidrográficos, Departamento de Oceanografía.

CFE (2002). Campaña de mediciones de batimetría cerca de la desembocadura del río Papagayo. COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD.

CFE (2003). Mapa de delimitación del área de estudio del medio social. Gerencia Técnica de Proyectos Hidroeléctricos Centro de Anteproyectos Pacífico Sur.

CFE (2003). P.H. La Parota, Gro, Estudio Hidrológico, Subdirección de Construcción Coordinación de proyectos hidroeléctricos Gerencia técnica de proyectos hidroeléctricos.

Cámara de Diputados (1993). LV Legislatura. Nueva Ley General de Asentamientos Humanos. Comisión de Asentamientos Humanos. México.

Chen, F., y J. Dudhia, 2001: Coupling an advanced land-surface/hydrology model with the Penn State/NCAR MM5 modeling system. Part I: Model implementation and sensitivity. Mon. Wea. Rev., **129**. 569-585.

Chias J.L., Los transportes en el marco cognoscitivo de la geografía del transporte, Serie Divulgación Geográfica, Instituto de geografía, UNAM, P. 15.

Chow, V.T., 1959. Open-Channel Hydraulics. McGraw-Hill. New York, NY

Ciros-Pérez, J. y M. Elías-Gutiérrez. 1997. Spinalona anophtalma, n. gen. n. sp. (Anomopoda, Chydoridae) a blind epigeal cladoceran from the Neovolcanic Province of Mexico. Hydrobiología 353: 19-28.

Cisneros R. et al., Aproximación metodológica para evaluar la calidad de vida en comunidades rurales en Biseca (coord.) Calidad de vida, medio ambiente y educación en el medio rural. CRIM, UNAM, 2000, pp. 89-106.

CITES. 2003. [http://www.cites.org/eng/append/latest\\_appendices.shtml](http://www.cites.org/eng/append/latest_appendices.shtml)

Clarke, Jhon I. 1991. Geografía de la población. Traducción de la segunda edición inglesa (1972) por María Teresa Gutiérrez de MacGregor y Elizabeth Holt Bultner. Instituto de Geografía. UNAM.

CNA. Manual de Ingeniería de Ríos: Capítulo 17, Pérdida de Suelos en Cuencas. Comisión Nacional del Agua. México. 35 pp. 1996.

CONABIO, 2003. Regiones prioritarias terrestres, hidrológicas y marinas. Página Internet: <http://www.conabio.gob.mx/>

CONABIO. 2000. Estrategia Nacional Sobre Biodiversidad de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. 103 p.

CONAPO, 1984. El método de los componentes demográficos para realizar proyecciones de población. Consejo Nacional de Población. México.

CONAPO. 2000. Índices de marginación. [[www.conapo.gob.mx/m\\_en\\_cifras](http://www.conapo.gob.mx/m_en_cifras)]

CONAPO, 2002. Proyecciones de población de la población de México 2000-2030. Estado de Guerrero. Colección Prospectiva Demográfica. Consejo Nacional de Población. México. [www.conapo.gob.mx](http://www.conapo.gob.mx)

COPLA-RD, “Modelo integral de propagación de oleaje y corrientes en playa., Manual de Usuario versión 1.0”, 1998, Universidad de Cantabria., Grupo de Ingeniería Oceanográfica y de Costas.

Cotler, H., E. Durán y Ch. Siebe (2002): Caracterización morfoedafológica y calidad de sitio de un bosque tropical caducifolio. En: Noguera, F. et al. (Eds): Historia Natural de Chamela. Instituto de Biología UNAM, pp. 17-79.

Cottam, Grant & J. T. Curtis., 1956. The Use of Distance Measures in Phytosociological Sampling. Ecology, Vol. 30, No. 3. pp. 451-460.

Cressman, G., 1959: An operational objective analysis system. Mon. Wea. Rev., 87, 367-374.

Davis, W. B. y P. W. Lukens, Jr. 1958. Mammals of the Mexican state of Guerrero, exclusive of chiroptera and rodentia. Journal of Mammalogy, 39:347-367

Day, J. W. 1951. The ecology of the South Africa estuaries. Pt. 1. A review of estuarine conditions in general. Trans. Roy. Soc. South Africa, 33:53-91.

Daily, G.C. 1995. Restoring value to the world’s degraded lands. Science, 269:350-354.

De la Lanza Espino Guadalupe y García Calderón Luis; “Lagos y Presas de México”, Editorial AGT Editor, S.A., Primera edición febrero 2002.

De Santiago, R. 1996. Miconia. In: Diego-Pérez, N. & R. M. Fonseca. (Eds). Flora de Guerrero. No. 5. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

De Silva, S.S., J. Moreau, U.S., Amarasinghe, T. Chookajorn, y R.D. Guerrero. 1991. A comparative assessment of the fisheries in lacustrine inland waters in three asian countries based on catch and effort data. Fisheries Research, 11:177-189.

De Smet, W. 1998. Preparation of rotifer trophy for light and scanning electron microscopy. Hydrobiologia 387/388: 117-121.

De Smet, W., y R. Pourriot. 1996. The Proalidae (Monogonota). In: H.J. Dumont (ed.). Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental water of the World, Vol. 12. SPB Academic Publishing bv, The Hague.

De Smet, W., y R. Pourriot. 1997. The Dicranophoridae and The Ituridae (Monogononta). In: H.J. Dumont (ed.). Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental water of the World, Vol. 12. SPB Academic Publishing bv, The Hague.

De Wet, Chris (2002). “Mejoras en los resultados de desplazamientos inducidos por desarrollo y proyectos de reasentamiento”, en Revista Migraciones Forzadas, Refugee Studies Centre-Norwegian Refugee Council, No. 12, Enero.

Deflandré, G. 1959. Rhizopoda and Actinopoda. En: Edmondson, W.T. (ed.). Fresh water biology. 2a. Ed. W.T. Wiley, Nueva York. pp. 232-264.

Dehouve, Daniéle. 1995. Hacia una historia del espacio en La Montaña de Guerrero, CIESAS, México.

Delgado, J. 2002. Estudio Socio Ambiental en el área de influencia del proyecto Hidroeléctrico La Parota, en el estado de Guerrero. Documento interno del grupo de trabajo. Instituto de Geografía, UNAM. México.

Diario 17, “Demandas penales contra comuneros”. Guerrero: martes 05 de agosto de 2003

Diego-Pérez, N. 1997. Cyperaceae. In: Diego-Pérez, N. & R. M. Fonseca. (Eds). Flora de Guerrero. No. 5. Facultad de Ciencias. Univ. Nac. Autón. de México. México, D. F.

Diego-Pérez, N. En prensa. Apocynaceae. In: Diego-Pérez, N. y R. M. Fonseca. (Eds). Flora de Guerrero. No. XX. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

Diego-Pérez, N. y L. Lozada. 1994. Laguna de Tres Palos. Pp. In: Diego-Pérez, N. & R. M. Fonseca (Eds). Estudios florísticos de Guerrero. No. 3. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

Diego-Pérez, N. y R.M. Fonseca, 1994. Estudios florísticos en Guerrero: No. 3 Laguna de Tres Palos. Facultad de Ciencias, UNAM. 29 p.

Dudhia, J., 1989: Numerical study of convection observed during winter monsoon experiment using a mesoscale two-dimensional model. J. Atmos. Sci., **46**, 3077-3107.

Dudhia, J., et al. 1999: PSU/NCAR Mesoscale Modeling System Tutorial Class Notes and User's Guide: MM5 modeling System Version 2. NCEP tutorial note NCEP/NCAR. USA. 264 pp.

Duellman, E. W. 2001. The Hylid frogs of Middle America. Society for the study of amphibians and reptiles. Lawrence, Kansas. 1170 pp.

Duellman, W. E. 1958. A monographic study of the colubrid snake genus *Leptodeira*. Bulletin of the American Museum Natural History, 114: 152 pp + 31 Plates.

Duellman, W. E. 1961. The amphibians and reptiles of Michoacan, Mexico. Univ. Kansas. Pub. Mus. Nat. Hist., 15: 1-148.

Duellman, W. E. 1992. Reproductive strategies of frogs. Scientific American, 267: 80-87.

Dunson, W. A., R. L. Wyman y E. S. Corbett. 1992. A symposium on Amphibian declines and habitat acidification. J. Herpetol., 26: 349-352.

Dussart, B.H. 1967. Les copépods des eaux continentales D'Europe Occidental. Tome I: Calanoïdes et Harpacticoïdes. Ed. Boubee & Cie. Paris.

Dussart, B.H. 1969. Les copépods des eaux continentales D'Europe Occidental. Tome II: Cyclopoïdes et Biologie. Ed. Boubee & Cie. Paris.

Dussart, B.H., y D. Defaye. 2001. Introduction to the Copepoda. In: H.J. Dumont (ed.). Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental water of the World, Vol. 16. SPB Academic Publishing bv, The Hague.

Edmonson, W. T. 1959. Fresh-water biology. 2a edición. John Wiley & Sons. Nueva York. 1248pp.



Edwards, E.P. 1968. Finding birds in Mexico. Segunda edición. Sweet Briar, Virginia.

Einsle, U. 1996. Copepoda: Cyclopoida, Genera Cyclops, Megacyclops, Acanthocyclops. In: H.J. Dumont (ed.). Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental water of the World, Vol. 10. SPB Academic Publishing bv, The Hague.

Escalante, C, y L. Reyes. Estimación del aporte anual de sedimentos de una cuenca partir de datos de lluvia diaria. Avances en Hidráulica, Asociación Mexicana de Hidráulica. Vol. 9, p.p. 617-622. 2002.

Escoffier, F.F., 1977. Hydraulics and Stability of Tidal of Tidal Inlets. General Investigation of Tidal Inlets (GITI) Reports, 13.USACE.

Espinosa, B. G. 1987. Contribución al conocimiento de la familia Begoniaceae en el estado de Guerrero. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

Espinosa-Pérez, H. P. Fuentes y J.L. Castro-Aguirre. 1988. Presencia de *Gobiesox fluviatilis* Briggs y Miller (Pisces: Gobiesociformes) en el río Cuitzmala, Jalisco, México y sus implicaciones zoogeográficas. An. Inst. Biol., UNAM, 58, (1987) Ser. Zool., 2:727-734.

Espinosa-Pérez, H., M.T. Gaspar-Dillanes y P. Fuentes-Mata. 1993b. Listados Faunísticos de México. III. Los peces dulceacuícolas mexicanos. IBUNAM.

Estebanes, A. M. 1993. Contribución al estudio de la familia Capparaceae en el estado de Guerrero. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

Estrada, Castañón Alba Teresa (1994a), Biblioteca de las entidades federativas. Guerrero, México, Universidad Nacional Autónoma de México, pp. 166.

Estrada, Castañón Alba Teresa (2000b), “Guerrero en los 90’s: Realineamiento electoral y movimiento social”, en Guerrero: Los Retos del Nuevo Siglo, México, Fundación Académica Guerrerense, pp. 36-56.

Eustaquio Tabares, I. y Liquidano y Tabares, L. 1994.

Evans, C. A., J. E. O’Reilly y J.P. Thomas. 1987. A handbook for the measurements of chlorophyll “a” and primary production. Texas A & M University. Texas. 114pp.

Fahrig, L. 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematic, 34:487 – 515.

Falcón de Gyves, Zaida. 1969. Chilpancingo, ciudad en crecimiento. Instituto de Geografía-UNAM, México.

FAO. 1995. Forest resources assesment 1990, FAO forestry paper 124, Roma.

Farina, A., 1996. Principles and Methods in Landscape Ecology. Chapman y Hall, 235 p.



Fenchel, T. 1987. Ecology of protozoa. The biology of free-living phagotrophic protist. Science Tech Publishers and Springer-Verlag. Michigan, E.U.A. 197 pp.

Ferradas, Carmen (2000). Report of Social Impacts of dams: distributional and Equity Issues- latinamerican Región. World Commision on Dams. <http://www.dams.org/>

Fitch, H. S., A. F. Echelle & A. A. Echelle. 1976. Field observations on rare or little know mainland Anoles. Univ. Kansas Sci. Bull. 51: 91-128.

Finlay, B.J., Rogerson, A. y Cowling, A.J. 1988. A beginners guide to the collection, isolation, cultivation and identification of fresh water protozoa. Natural Environment Research Council- CCAP. Windermere, Gran Bretaña. 78 pp.

Finlay, B.J. y Guhl, B.E. 1992a. Plankton sampling-freshwater. En: Lee, J.J. y Soldo, A.T. (eds.). Protocols in protozoology. Society of protozoology. Kansas, EUA. pp. B1.1.-B1.5

Finlay, B.J. y Guhl, B.E. 1992b. Benthic sampling-freshwater. En: Lee, J.J. y Soldo, A.T. (eds.). Protocols in protozoology. Society of protozoology. Kansas, EUA. pp. B2.1.-B2.5

Fischer, W., F. Krupp, W. Shcneider, C. Sommer, K.E. Carpenter y V.H. Niem. 1995. Pacífico Centro-Oriental. Vol. II. Guía para la identificación de peces de importancia comercial en el Pacífico Oriental.

Flores Villela, O. y Gerez, P. 1994. Biodiversidad y conservacion en mexico : Vertebrados, vegetacion y uso del suelo. Mexico : Comision Nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad : UNAM.

Flores Villela, O. 1993. Herpetofauna Mexicana. Lista anotada de las especies de anfibios y reptiles de México, cambios taxonómicos recientes, nuevas especies. Special Publications, Carnegie Museum of Natural History, Pittsburgh, 17:1-73.

Foissner, W. 1992. Evaluating water quality using protozoa and saprobity indexes. En: Lee, J.J. y Soldo, A.T. (eds.). Protocols in protozoology. Society of protozoology. Kansas, EUA. pp. B11.1 a B11.20

Foissner, W. 1994. Progress in taxonomy of planktonic freshwater ciliates. Mar. microb. Food Webs 8: 9-36.

Foissner, W., Berger, H. y Kohmann, F. 1992. Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems. Band II: Peritrichia, Heterotrichida, Odontostomatida. Informationsberichte des Bayer, Landesamtes für Wasserwirtschaft, Munich, 5/92. 502 pp.

Foissner, W., Berger, H. y Kohmann, F. 1994. Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems. Band III: Hymenostomata, Prostomatida, Nassulida. Informationsberichte des Bayer, Landesamtes für Wasserwirtschaft, Munich, 1/94. 548 pp.

Foissner, W., Berger, H. y Schaumburg, J. 1999. Identification and ecology of limnetic plankton ciliates. Informationsberichte des Bayer, Landesamtes für Wasserwirtschaft, Munich, Heft 3/99. 793 pp.

Foissner, W., Blatterer, H., Berger, H. y Kohmann, F. 1991. Taxonomische und ökologische Revision der Ciliaten des Saprobiensystems. Band I: Cyrtophorida, Oligotrichida, Hypotrichia,

Colpodea. Informationsberichte des Bayer, Landesamtes für Wasserwirtschaft, Munich, 1/91. 478 pp.

Fondo Nacional de Fomento al Turismo (FONATUR), 2003. Plan Sectorial de Desarrollo Turístico de la Zona Metropolitana de Acapulco. Grupo de Servicios, Ingeniería y Proyectos, S.A. de C.V.; Consultores Internacionales, S.C. México.

Fonseca, R. M. 1996. Salicaceae In: Diego-Pérez, N. & R. M. Fonseca. (Eds). Flora de Guerrero. No. 4. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

Fonseca, R. M. y L. Lozada. 1994. Laguna de Coyuca In: Diego-Pérez, N. & R. M. Fonseca. (Eds). Estudios florísticos de Guerrero. No. 1. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

Forman, R. T. T. y Godron, M., 1981. Patches and structural components for a landscape ecology. *Bioscience*, 31: 733-740.

Forman, R. T. T. y Godron, M., 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley and Sons. Nueva York, 696 pp.

Fritsch, J. M., y C. F. Chappell, 1980: Numerical prediction of convectively driven mesoscale pressure systems. Part I: Convective parameterization. *J. Atmos., Sci.*, 37, 1722-1733.

Gallardo, C. 1996. Parque ecológico La Vainilla In: Diego-Pérez, N. & R. M. Fonseca. (Eds). Estudios florísticos de Guerrero. No. 8. Facultad de Ciencias. Univ. Nac. Autón. de México. México, D. F.

Galle O.K. y R.T. Runnels. 1960. Determination of CO<sub>2</sub> in carbonate rocks by controlled loss on ignition. *J. Sedimentology and Petrology*. 30: 613-618

Gandin, L. S., 1963: Objective análisis of meteorological fields. Traslated from Russian, Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem, 242 pp.

García Aguayo, A. y G. Ceballos. 1994. Guía de Campo de los Reptiles y Anfibios de la Costa de Jalisco/Field Guide of the Reptiles and Amphibians of the Jalisco Coast. Fundación Ecológica de Cuixmala A.C.-Instituto de Biología (UNAM), México D.F. 184 pp.

García, Calos (2000), “Inventario de las organizaciones campesinas”, en *Crónicas del Sur. Utopías campesinas en Guerrero, México, Era*, pp. 103-128.

García, E., 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Offset Larrios, 4ª ed., México.

García Pimentel, Luis (ed.). Descripción del Arzobispado de México hecha en 1570 y otros documentos. J.J. Terrazas e hijos, México.

García Zambrano, Ángel Julián. 2001. Calabash Trees and Cacti in the Indigeneous Ritual Selection of Environments for Settlement in Colonial Mesoamerica en *Indigeneous Traditions and Ecology*, Grim, John A. (editor)Harvard University Press, Cambridge.

Garrido, O.L. 2001. Fauna helmintológica del “popoyote”, *Dormitator latifrons* Richardson 1844 (Pisces: Eleotridae), de la Laguna de Tres Palos, Guerrero, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM.

Garza Merodio, Gustavo. 2002. Frecuencia y duración de sequías en la cuenca de México de fines del siglo XVI a mediados del XIX. *Investigaciones Geográficas* 48: 106-115, México

Gay, C. 2000. El Cambio climático, el problema global más importante del futuro. *Gaceta UNAM*, Noviembre 13. No. 3411: 12-13.

Gerhard Peter. 1986. *Geografía Histórica de la Nueva España (1519-1821)*. UNAM, México.

Gill, Mario (1970), *El Movimiento Escuderista de Acapulco*, México, CIHA, pp. 80.

Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, 2001. *Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006*. Presidencia de la República.

Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. 1997. *Programa Forestal y de Suelo 1995-2000*.

Gobierno del Estado de Guerrero. *Plan Estatal de Desarrollo 1999-2005*. Estado de Guerrero. [[www.guerrero.gob.mx/](http://www.guerrero.gob.mx/)]

Gobierno Federal (2002). *Constitución Política de los Estado Unidos Mexicanos*. México

Gobierno Federal (2002a). *Ley Agraria*. México

Gobierno Federal (2002b). *Ley de Aguas Nacionales*. México

Gobierno Federal (2002c). *Ley de la Reforma Agraria*. México

Gobierno Federal (2002d). *Ley General de Asentamientos Humanos*. México

Gómez, A., M. Serra, G.R. Carvalho y D.H Lunt. 2002. Molecular phylogeny of the rotifer *Brachionus plicatilis* reveals an ancient cryptic species complex. *Evolution* 56: 1431-1444.

Gómez E. M. C., M. C. Juárez Gutiérrez y M. I. Ortiz Álvarez. 1990. Distribución de la población hablante de lenguas indígenas, 1980. *Atlas Nacional de México*, García de Fuentes, A. (Ed.). UNAM-Instituto de Geografía, México, T. I. Cap. III, No. 7. Escala 1:4000 000

Gómez-Pompa, A. y Burley, F. W., 1991. The management of natural tropical forest. In: A.

Gómez-Pompa, A., Withmore, T. C. y Hadley, M. (eds.), *Rain forest regeneration and management*. UNESCO-The Phathernon Publishing Group. 3-18 pp.

Gómez-Reyes, E. y A. Galván-Fernández. 1998. Selección de subcuenca donadora para el trasvase de agua del Río Papagayo al Río La Sabana. En IMTA-CNA, 1998. *Diseño de las medidas de biorremediación y saneamiento de la Laguna de Tres Palos*. Acapulco, Guerrero. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua-Comisión Nacional del Agua. México. Cap. 2.

González, L. P. 1987. Los géneros *Anoda* Cav. y *Sida* L. (Malvaceae) en el estado de Guerrero. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

Granados A. 1984. Biología, Ecología y pesquerías de los langostinos de México. Universidad y Ciencia Vol. 1 No. 1: 5-23

Goulden, C.E. 1968. The systematics and evolution of the Moinidae. Trans. Am. Phil. Soc. 58: 1-101.

Grant, W.D., O.S. Madsen, 1979. Combined Wave and Current Interaction with a Rouge Bottom. J. Geophys. Res., Vol. 84, pp. 1797-1808.

Gray, J.S., 1981. The ecology of marine sediments. Cambridge studies in Modern Biology 2. Cambridge University Press. Cambridge. 185pp.

Grell, G. A., J. Dudhia y D. R. Stauffer, 1994: A description of the fifth-generation Penn State/NCAR mesoscale model (MM5). NCAR Technical Note, NCAR/TN-398+STR, 117 pp.

Gual, M. 1995. Cañon del Zopilote (Area Venta Vieja) In: Diego-Pérez, N. & R. M. Fonseca. (Eds). Estudios florísticos de Guerrero. No. 6. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

Gual, M. 1998. La familia Tiliaceae Juss. en el estado de Guerrero. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

Guevara, E. Manejo integrado de cuencas. Documento de referencia para los países de América Latina. FAO. RCL/97/04-FOR-54. Chile. 14 pp. 1997.

Guzmán Andrade, A. 2003. Encuesta de autoridades en la zona de embalse del proyecto hidroeléctrico La Parota, Guerrero. Resultados de 6 localidades. Unidad Académica de Ciencias Sociales/Universidad Autónoma de Guerrero

Guzmán M. 1987. Biología, ecología y pesca del langostino *Macrobrachium tenellum* (Smith 1871), en lagunas costeras del Estado de Guerrero, México. Tesis

Guzmán, M. y G. Rojas, 1976. Ecología de las lagunas costeras (Coyuca de Benítez). Curso de Biología de campo. Facultad de Ciencias, UNAM, México.

Guzmán, M., J. L. Rojas y González L. D. 1982. Ciclo anual de maduración y reproducción del “chacal” *Macrobrachium tenellum* y su relación con factores ambientales en las lagunas costeras de Mitla y Tres Palos, Guerrero, México. (Decapoda: Palaemonidae). An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México, 9(1): 67-80

Guzmán R. El medio rural y la habitación en Guzmán (coord.) Vivienda Rural y producción, UAM-X, 1991, pp. 13-27.

H. Ayuntamiento de Acapulco de Juárez 1999-2002. Plan Director Urbano de la Zona Metropolitana de Acapulco de Juárez, Guerrero. Versión 2001. Memoria técnica; nivel estratégico.

H. Ayuntamiento del Municipio de Acapulco de Juárez, Guerrero, 2003. Plan Municipal de Desarrollo 2002-2005. Página electrónica del municipio: <http://www.acapulco.gob.mx/>

H. Ayuntamiento del Municipio de Juan R. Escudero, 1999. Plan Municipal de Desarrollo 1999-2002.

H. Ayuntamiento del Municipio de San Marcos, Guerrero. 2002. Plan de Desarrollo Municipal 2002-2005 (versión electrónica).

Hall, E. R. 1981. The mammals of North America. John Wiley and Sons, New York.

Halliday, T. 1996. Amphibians. Pp. 205-216, In: Ecological Census Techniques (W. Sutherland, eds). Cambridge University Press, Cambridge.

Haltiner, G. J. y R. T. Williams, 1980: Numerical prediction and dynamic meteorology. Wiley, New York, USA. 477 pp.

Hammer, U. T., J. S. Sheard y J. Kranabetter. 1990. Distribution and abundance of littoral benthic fauna in Canadian prairie saline lakes. *Hydrobiologia* 197: 173-192

Hänel, K. 1979. Systematik und ökologie der farblosen flagellaten des abwassers. *Arch. Protistenkd.* 121: 73-137.

Harrington, J. A., F. R. Schiebe and J. F. Nix, 1992. Remote sensing of Lake Chicot, Arkansas: monitoring suspended sediments, turbidity, and Secchi depth with LANDSAT MSS data. *Remote Sensing of Environment* Vol. 39, pp. 15-27

Henderson, F. M., 1966. Open Channel Flow. McMillan. NY.

Hergenrader, G. L. D. C. Lessig. 1979. Eutrophication of the salt valley reservoirs, 1968-73. III. The macroinvertebrate community: its development, composition and change in response to eutrophication. *Hydrobiologia* 75: 7-25

Hernández, Bolivar (1982). Proyecto Hidrológico La Angostura Chiapas. Principales problemas en torno a la población afectada. México, (Mimeo).

Heyer, R. M. A. Donnelly, R.W. McDiarmid, L. C. Hayek y M. S. Foster. 1994. Measuring and Monitoring Biological Diversity Standard Methods for Amphibians. Smithsonian Institution Press. Washington, D. C. 364 pp.

Hillis, D. M., J. S. Frost y D. A. Wright. 1983. Phylogeny and biogeography of the *Rana pipiens* Complex: a biochemical evaluation. *Systematic Zoology* 32: 132-143.

Hilton-Taylor, C. 2000. 2000 IUCN red list of threatened species. IUCN, Glanz, Suiza.

Honorato, R., L. Barrales, I. Peña I y F. Barrera. Evaluación del modelo USLE en la estimación de la erosión en seis localidades entre la IV y IX región de Chile. *Ciencia e Investigación Agraria.* 28(1): 7-14. 2001.

Howell, S. N. G. 1999. A bird-finding guide to Mexico. Cornell Univ.Press, Ithaca, New York.

Howell, S. N. G. y S. Webb, 1995. A Guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press, New York.

Huber-Pestalozzi, G. 1941. Das Phytoplankton des Subwassers. Systematik und Biologie. Chrysophyceen, Farblose Flagellaten, Heterokonten. En: Thieneman, A. Die Binnengewässer. Einzeldarstellungen aus der Limnologie und ihren Nachbargebieten. Vol. 16, parte 2. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart. 365 pp.

Huttunen, J. T., Lappalainen, K. M., Saarijärvi, E., Väisanen, T. and Martikainen, P.J. 2001. A novel sediment gas sampler and a subsurface gas collector used for measurement of the ebullition of methane and carbon dioxide from a eutrophied lake. *The Science of the Total Environment*. 266: 153-158.

Illades, Carlos (compilador). 1989. Guerrero –textos de su historia-Gobierno del estado de Guerrero-IJMLM, México.

Instituto de Ecología, UNAM, 1997. Proyecto de Ordenamiento Ecológico de la Región de Acapulco Diamante – Laguna de Tres Palos, Guerrero. Informe final.

Instituto de Geografía. 1998. Boletín Investigaciones Geográficas, Núm. 37, Instituto de Geografía, UNAM.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 1992. XI Censo General de Población y Vivienda, 1990. Resumen General, cuadro 9, CODICE90, México.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 2001. XII Censo General de Población y Vivienda, 2000. Resumen General. [<http://www.inegi.gob.mx>].

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. 2001. Anuario estadístico del Estado de Guerrero. Gobierno del Estado de Guerrero. México. 592 p.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1985a. Carta geológica (esc. 1:250,000), hojas: Acapulco (E14-11) y Chilpancingo (E14-8). INEGI, México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, 1985b. Carta de uso de suelo y vegetación (esc. 1:250,000), hojas: Acapulco (E14-11) y Chilpancingo (E14-8). INEGI, México.

I.T.C., 2001. ILWIS 3.0 Academic user's guide. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, Enschede, The Netherlands.

Janzen, D. H. 1988. Tropical dry forests: the most endangered major tropicalecosystem. Pp. 130-137, en: E. O. Wilson, editor. *Biodiversity*. National Academy Press, Washington, USA.

Janzen, D.H. (Ed). 1983. *Costa Rican Natural History*. University of Chicago Press, Chicago, Ill.

Jiménez P. Blanca M. y Villela F. Samuel L. 1998. *Los Códices de Guerrero –Historia y Cultura tras el Glifo-INAH*, México.

Johnson, I.G., 1966. Wave Boundary Layer and Function Factors. Proc. 10th Coastal Engineering. Conf., ASCE, pp. 127-148.

Juárez, J. 1992. Distribución altitudinal de los roedores de la Sierra de Atoyac de Alvarez, Guerrero. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

Jeffries, M. y D. Mills. 1990. Freshwater ecology. Principles and applications. Belhaven Press. Northants. 285 pp.

Jenny H. 1941. Factors of soil formation. MacGraw-Hill, New York.

Jensen, L.S.T., T. Mueller, J. Magid, and N.E. Nielsen. 1997. Temporal variation of C and N mineralization, microbial biomass and extractable organic pools in soil after oilseed rape straw incorporation in the field. *Soil Biology & Biochemistry*. 8:167-177.

Kain, J. S., y J. M. Fritsch, 1993: Convective parameterization for mesoscale models: The Kain-Fritsch scheme. The representation of cumulus convection in numerical models, K. A. Emanuel and D. J. Raymond, Eds., Amer. Meteor. Soc., 246 pp.

Kain, J. S., 2002: The Kain-Fritsch convective parameterization: An update. <http://www.mmm.ucar.edu/mm5/mm5-papers.html>, to be submitted to J. Appl. Meteor.

Kalnay, E., y M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woollen, Y. Zhu, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, W. Higgins, J. Janowiak, K. C. Mo, C. Ropelewski, J. Wang, A. Leetmaa, R. Reynolds, Roy Jenne, Dennis Joseph, 1996: The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 1996, 77,437-431.

Karr, J.R. 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries*, 6(6):21-27.

Keitt, T. H., D. L. Urban y B. T. Milne (1997), Detecting critical scales in fragmented landscapes, *Conservation Ecology*, 1: 13.29.

Kjerve, B., 1986. Comparative oceanography of coastal lagoons. En D. A. Wolfe (Ed.) *Estuarine Variability*. Academic Press, New York, pp. 63-81.

Klemas, V., and Philpot, W. D., (1981). Drift and dispersion studies of ocean-dumped waste using LANDSAT imagery and current drogues, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, Vol. 47(4) p. 533-542.

Klemm, D., P. Lewis, F. Florence y J. Lazorchak. 1990. Macroinvertebrate field and laboratory methods for evaluating the biological integrity of surface waters. EPA. Cincinnati. 256 pp.

Knowlton, N. 1993. Sibling species in the sea. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 24: 189-216.

Köhler, G. y P. Heimes. 2002. Stachelleguane. Herpeton, Verlag Elke Köhler.

Leopold, A.S. 1959. Wildlife of Mexico. University of California Press, Berkeley, California.

Komárek, J. 2000. Problems in cyanobacterial taxonomy: implication for most common toxin producing species. En: Melchiorre, S., Viaggiu, E. y M. Bruno. Freshwater harmful algal blooms: health risk and control management. Istituto Superiore di Sanità. Rome, p. 10-44.

Komárek, J. y K. Anagnostidis. 1999. Cyanoprokariota. 1. Teil: Chroococcales. *Süsswasserflora von Mitteleuropa Band 19/1*. Gustav Fischer, Jena. 548 pp.

Korovchinsky, N.M. 1992. Sididae and Holopediidae, Crustacea: Daphniiformes. In: H.J. Dumont (ed.). Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental water of the World, Vol. 3. SPB Academic Publishing bv, The Hague.

Koste, W. 1978. Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. Gebr. Borntraeger, Berlin, Stuttgart.



- Kudo, R.R. 1982. Protozoología. CECSA, México. 905 pp.
- Kuo, H. L., 1971: A theory of parametrization of cumulus convection. J. Meteor. Soc. Japon, 49. 744- 756.
- Lambin, E.F., 1997. Modelling and monitoring land-cover change processes in tropical regions. Progress in Physical Geography, 21(3): 375-393.
- Lankford, R. R., 1976. Coastal lagoons of Mexico: their origin and classification. Pp 182-215., En, Estuarine Processes (M. Wiley, ed.) Vol. II. Academic Press, New York.
- Lastra, Yolanda. 1988. Tercer Seminario-Taller, para el Estudio Preliminar del Atlas Etnolingüístico Colombiano, (Ed.) Instituto Caro y Cuervo, Yerbabuena Colombia.
- Lathrop, R. G., and T. M. Lillesand, 1989. Monitoring water quality and river plume transport in Green Bay, Lake Michigan with SPOT-1 Imagery. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. Vol. 55(3), pp. 349-354.
- Lee, H., J.L. Carr y A. Lankerani. 1995. Human disturbance and natural habitat: a biome level analysis of a global set. Biodiversity and Conservation, 4:128-155.
- Lee, J.J., Leedale, G.F. y Bradbury, P. 2000. An illustrated guide to the protozoa . 2a. Ed. Society of Protozoologist. Kansas, E.U.A. 1432 pp.
- Lee, J.J., Hutner, S.H. y Bovee, E.C. 1985. An illustrated guide to the protozoa. Society of Protozoologist. Kansas, E.U.A. 629 pp.
- Lee, J.J. y Soldo, A.T. (eds.) 1992. Protocols in protozoology. Society of protozoology. Kansas, EUA.
- Levin, S. A., 1992. The problem of pattern and scale in ecology, Ecology, 73:1943-1967.
- Ley de Aguas Nacionales, 2004. Leyes y Códigos de México. Editorial Porrúa, S.A. México.
- Ley Federal de Armas de Fuego y Explosivos, 2004. Leyes y Códigos de México. Editorial Porrúa, S.A. México.
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 2004. Leyes y Códigos de México. Editorial Porrúa, S.A. México.
- Lieb, C. S. 1981. Biochemical and karyological sytematics of the Mexican lizard of the Anolis gadovi and A. nebulosus species groups (Reptilia: Iguanidae). Ph. D. Dissertation, University of California Los Angeles, Los Angeles.
- Lind, O.T., 1979. Handbook of common methods in Limnology. The C.V. Mosby Co. San Luis. 199 pp.
- Linsley, Kohler, Paulus, “Hidrología para Ingenieros”, Editorial Mc Graw-Hill, Segunda edición, México 1986.
- Long, E. R., MacDonald D., Smith S.L. y Calder F.D. 1995. Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. Environmental Management 19(1): 81-97.



Longshore Sediment Transport Modeling in 1 and 2 Dimensions Rainer Lehfeldt<sup>1</sup>, Peter Milbradt<sup>2</sup> 2002, 1 Research Scientist, Federal Administration of Waterways and Navigation, Hindenburgufer 247, 24106 Kiel, Germany, tel: ++49.431.3394.765, email: lehfeldt@wsd-nord.ki.shuttle.de 2 Research Scientist, Institute for Computer Science in Civil Engineering, Hannover University, Am Kleinen Felde 30, 30167 Hannover, Germany, tel: +49.511.762.5757, email: ilbradt@bauinf.uni-hannover.

Longuet-Higgins, M.S., 1970 Longshore Currents Generated by obliquely Incident Sea Waves. 1,2,5 Geophys. Res., Vol. 75, pp. 6778-6801.

López Pérez Patricia y Mario Gómez Ramírez (1988). Análisis geográfico de la redistribución de población en Nuevo Balsas, municipio de Cocula, Guerrero. Tesis de licenciatura en Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, UNAM. México.

López Victoria, J.M. 1965. Historia de Acapulco, Libro I, Ediciones Municipales, Acapulco.

Lott, E. J. 1985. Listados florísticos de México III. La Estación de Biología Chamela, Jalisco. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

Lott, E. 1993. Annotated checklist of the vascular flora of the Chamela bay region, Jalisco, Mexico. Occasional Papers of the California Academy of Sciences 148:1-60

Lott, E., S.H. Bullock and A. Solís-Magallanes. 1987. Floristic diversity structure of upland and Arroyo forest of Coastal Jalisco. Biotropica 19 (3): 228-235.

Lot H., A., A. Novleo R., M. Olvera G. y P. Ramírez-García. 1999. Catálogo de Angiospermas Acuáticas de México: Hidrófitas estrictas emergentes, sumergidas y flotantes. Cuadernos 33. Instituto de Biología, UNAM. México: 161 p.

Lozada, L. 1994. Laguna de Mitla In: Diego-Pérez, N. & R. M. Fonseca. (Eds). Estudios florísticos de Guerrero. No. 2. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

Lozano García, María del Socorro et al. 1993. Late Pleistocene and Holocene Paleoenvironments of Chalco Lake, Central Mexico. Quaternary Research 40:332-342, Washington

Lukens, D. W., Jr. y W. B. Davis. 1957. Bats of the Mexican state of Guerrero. Journal of Mammalogy, 38:1-14.

Maas, S. 1993. Copepoda: Introduction to the practice of identifying. In: H.J. Dumont (ed.) Zooplankton as tool in lake managements. University of Gent, Gent, Belgium.

MacFarlane, N., and I. S. Robinson, 1984. LANDSAT multirate suspended sediments correction algorithm. International Journal of Remote Sensing, Vol. 5, pp. 561-576.

McCarfferty W. P. 1981. Aquatic Entomology. Science Books International. Massachusetts. 448pp.

Magaña, V. y J. L. Pérez, 1998: Usos de un modelo de mesoescala en el estudio de la dinámica atmosférica regional de México. GEO UNAM, 5 (1): 33-39.

Mandelli E. F. & A. Vázquez-Botello, 1976. Informe final de la tercera etapa de estudio sobre uso de la zona costera en los estados de Michoacán y Guerrero. Subprograma de Hidrología. UNAM. Centro de Ciencias del Mar y Limnología (reporte no publicado), 31 Marzo 1976.

Manzanares Bello, Ángel. 1999. Homenaje a Xaltianguis, Costa-Amic Editores, México.

Mañon-Ontiveros S. 1985. Caracterización limnológica del sistema lagunar costero del Estado de Guerrero, México. Tesis Profesional. Facultad de Ciencias y del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM. 151.

Martínez Carvajal, Alejandro –Cronista Asesor-. 1992. Asentamientos Prehispánicos de Acapulco. Comisión Editorial Municipal, Acapulco

Martínez, E.A. 2001. Estudio de variación morfológica molecular de las larvas del tercer estadio avanzado de *Gnathostoma* sp. (Nematoda: Gnathostomatidae) en algunos peces de la Laguna de Tres Palos, Guerrero, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM.

Masera, O. 1995. Los Bosques y el cambio climático global. Universidad de México, 536-537, 43-47p.

Masera, O. 1996. “Desforestación y Degradación Forestal en México”. Documento de Trabajo No. 19. GIRA, A.C. Pátzcuaro, México.

Masera O., M.J. Ordóñez y R. Dirzo. 1997. Carbon emissions from mexican forests: current situation and long-term scenarios. *Climatic Change*, 35, 265-295.

Matteucci, S. D. y Colma, A., 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de Estados Americanos, Washington.

Medellín, R., H. T., Arita y O. Sánchez. 1997. Identificación de los Murciélagos de México. Clave de campo. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. México, México D. F.

Miranda, F. y Hernández X. 1963.

Memoria de Acapulco. Ediciones Municipales, Acapulco.

Merino L. 1997. El manejo forestal comunitario en México y sus perspectivas de sustentabilidad. Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM. Cuernavaca, Morelos.

Meyer, W.B., Adger, W.N., Brown, K., Graetz, D. Gleick, P., Richards, J.F. and Maghalães, A. Land and water use. In: Reyner, S. 1998. Human choice and climate change. Vol.II. Resources and technology.

Milenio. 2001. Crece la amenaza por el cambio climático. Milenio Diario, Lunes 19 de febrero, 2001. p 35

Miller, R.R. 1983. Checklist and key to the mollies of Mexico (Pisces: Poeciliidae: Poecilia, Subgenus *Mollienesia*). *Copeia*, 3:817-822.

Miller, R.R. 1986. Composition and derivation of the freshwater fish fauna of Mexico. *An. Esc. Nac. Cienc. Biol., Méx.* 30:121-153.

Mlawer, E. J., S. J. Taubman, P. D. Brown, M. J. Iacono, and S. A. Clough, 1997: Radiative transfer for inhomogeneous atmosphere: RRTM, a validated correlated-k model for the longwave. *J. Geophys. Res.*, **102** (D14), 16663-16682.

Mogge, B., E.A. Kaiser, J.C. Munch. 1999. Nitrous oxide emissions and denitrification N-losses from agricultural soils in the Bornhöved Lake region: influence of organic fertilizers and land-use. *Soil Biology & Biochemistry* 31:1245-1252.

Moguel, Julio (1998), “Las reformas rurales salinistas: ¿Vía de desestructuración de la organización campesina? (1991-1994)”, en *Propiedad y Organización Rural en el México Moderno. Reformas agrarias, Movimiento rural y el Procede*, México, Juan Pablos, pp. 11-41.

Molina Ludy, Virginia (1988). “Construcción de presas y sus consecuencias sobre la población afectada: efectos sociales de la inversión pública en infraestructura”, en: *La etnología: temas y tendencias. I Coloquio Paul Kirchoff*, Edit. Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM.

Molina Ludy, Virginia (1991). “Experiencia de la Antropología Social de la Presa la Angostura, Chiapas”, ponencia presentada en el Seminario: *El Impacto sociocultural de la construcción de presas*. Colegio de Etnólogos y Antropólogos Sociales, A.C. y Posgrado en Antropología Social de la Universidad Iberoamericana, México.

Moore N. H. & D. J. Slim, 1984. The physical hydrology of a lagoon system on the Pacific coast of Mexico. *Estuarine and Coastal Shelf Science*, Vol. 19, p: 413-426.

Moran, E. F., Brondizio, E. S., Trucker J. M., Da Silva-Forsberg, M. C., McCracken, S., y Falesi, I., 2000. Effects of soil fertility and land-use on forest succession in Amazonia. *Forest Ecology and Management*, 139: 93-108.

Moreno, C. 2000. *Manual de métodos para medir la biodiversidad*. Universidad Veracruzana. Xalapa, México.

Müeller-Dombois, D. & H. Ellenberg., 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley & Sons. U.S.A. 547 pp.

Müller C., R.R. Sherlock, P.H. Williams. 1997. Mechanistic model for nitrous oxide emission via nitrification and denitrification. *Biol. Fertil. Soils*. 24:231-238.

Myers, G. S. 1963. The freshwater fish fauna of North America. *Proc XVI Internac. Congr. Zool.*, 4:20-27.

Nahmad, Salomón (2000). Impact of hidroelectric dams on indigenous people, Chinantecos, Otomíes and Huicholes: A case of study from México. Documents and submissions, World Commissions on Dams. <http://www.dams.org/>

Nates, R.J.C. y J.L. Villalobos H. 1990. Dos especies nuevas de camarones de agua dulce del género *Macrobrachium* Bate (Crustacea, Decapoda, Palaemonidae), de la vertiente occidental de México. *An. Inst. Biol., Ser. Zool. UNAM.*, 61(1):1-11.

Navarro Sigüenza, A.G. 2002. *Atlas de las Aves de México: Fase II. Colección de Aves*, Departamento de Biología, Facultad de Ciencias, U.N.A.M. Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto E18. México, D.F.

Naveh, Z. y Lieberman, A. S., 1984. Landscape Ecology: Theory and Applications. Springer-Verlag, Nueva York.

Negrete M. P. 1977. Estudio sobre la fecundidad de *Macrobrachium Tenellum* (langostino) (Smith 1871) (Decapoda, Paleomonidae) en la laguna de tres Palos, Guerrero, México. Tesis Licenciatura (Biólogo)-UNAM, Facultad de Ciencias

Nepstad, D., Uhl, C. y Serrao, E., 1991. Recuperation of a degraded amazonian landscape: forest recovery and agricultural restoration, *Ambio*, 20/6: 248-255.

Ni, W.Z. and Z.L. Zhu. 2001. Gaseous nitrogen losses and nitrous oxide emission from a flooded paddy soil as affected by illumination and copper addition. *Biol. Fertil. Soils* 34: 460 – 462.

Nobre A.D., Keller M., Crill P.M. and Harriss R.C. 2001. Short-term nitrous oxide profile dynamics and emissions response to water, nitrogen and carbon additions in two tropical soils. *Biol. Fertil. Soils* 34: 363 – 373.

Nograd, T., R. Pourriot, y H. Segers. 1995. The Notommatidae and The Scaridiidae. In: H.J. Dumont (ed.). Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental water of the World, Vol. 8. SPB Academic Publishing bv, The Hague.

Noriega N. E. 1990. Estudio Florístico del Parque Nacional El Veladero, Acapulco, Guerrero. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

Norma Oficial Mexicana ECOL-059-2001. Diario Oficial de la Federación, 6/03/03.

Norton, W. R. I. P. King y G. T. Orlob (1973). A Finite Element Model for Lower Granite Reservoir. Report prepared by Water Resources Engineers, Walnut, Creeke, California, for U. S. Army Corps of Engineers, Walla Walla, Washington.

Noss, R. F., 1991. Landscape connectivity: different functions and different scales. En: W. E. Hudson (ed.), Landscape linkages and biodiversity, Island Press, Washington D.C., pp. 27-39.

Oettinger, Marion. 1980. Una Comunidad Tlapaneca, sus linderos sociales y territoriales, INI, México.

OIT (1989). Convenio No. 169 sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes. Serie documentos 89/1.

ONU. Los desalojos forzosos y los derechos humanos. Folleto informativo No. 25. Oficina del Alto Comisionado para los Derechos Humanos

Ordóñez, A. 1998. Estimación de la Captura de Carbono en un Estudios de Caso para Bosque Templado: San Juan Nuevo, Michoacán. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, Ciudad de México.

Ordóñez, J. A. B. 2000. Manual de procedimientos para la estimación de la biomasa aérea en bosques templados, matorrales, pastizales y áreas agrícolas. Instituto de Ecología, UNAM. Borrador.

Orlova-Bienkowskaja, M.Y. 2001. Cladocera: Anomopoda. Daphniidae: Genus *Simocephalus*. In: H.J. Dumont (ed.). Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental water of the World, Vol. 17. Backhuys, The Hague.

Ortiz Álvarez, María Inés y María del Consuelo Gómez Escobar. 1997. Distribución Espacial de la Población Hablante de Lenguas Indígenas. En Geografía y Desarrollo. Revista del Colegio Mexicano de Geografía, A.C., N° 14, México, pp. 37-52. SIN 0187-6562

Osborne, J. A., M. P. Wanielista e Y. A. Yousef. 1976. Benthic fauna species diversity in six central Florida lakes in summer. *Hydrobiologia* 48(2): 125-129

Pacheco, J. y L. Salazar. 1990. Anatomía gruesa y descriptiva del aparato digestivo de los quirópteros frugívoros de la costa chica de Guerrero, México. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Estudios Profesionales, Zaragoza, UNAM. México, D. F.

Page, F.C. 1988. A new key to freshwater and soil Gymnamoebae. *Freshwater Biological Association, Ambleside*. 155 pp.

Page, F.C. y Siemensma, F.J. 1991. *Nakte Rhizopoda und Heliozoa*. G. Fisher, Stuttgart, Nueva York. 297 pp.

Paso y Troncoso, Francisco. 1905. *Papeles de Nuevas España*. Vargas Rea, México.

Patterson, D.J., y Larsen, J. 1991. *The biology of free-living heterotrophic flagellates*. Clarendon Press, Oxford. pp. 505 pp.

Pauccic, Alejandro W. 1980. *Geografía General del estado de Guerrero*. Gobierno del Estado-FONAPAS/Guerrero, Chilpancingo.

Pennak, R. W. 1978. *Freshwater invertebrates of the United States*. John Wiley & Sons, Inc. New York. 803pp.

Pennington, T.D. y J. Sarukhan. 1998. *Árboles tropicales de México*. UNAM-Fondo de Cultura Económica, México D. F.

Peralta, S. 1995. Cañon del Zopilote (Area Papalotepec) In: Diego-Pérez, N. & R. M. Fonseca. (Eds). *Estudios florísticos de Guerrero*. No. 5. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

Pérez, Castañeda Juan Calos (1998), “La regulación y la desamortización de la propiedad (comentarios al Procede)”, en *Propiedad y Organización Rural en el México Moderno. Reformas agrarias, Movimiento rural y el Procede*, México, Juan Pablos, pp. 43-90.

Pérez-Ramos, E. y L. Saldaña de la Riva. 2000. A checklist of the reptiles and amphibians of Guerrero, México. *Anales del Instituto de Biología, UNAM, Serie Zool.* 71: 21-40.

Phleger F. B. & A. Ayala-Castañares, 1969. Marine Geology of Topolobampo lagoons. En A. Ayala-Castañares y F. B. Phleger (eds.) *Lagunas Costeras: Un Simposio*. UNAM-UNESCO, pp.: 101-136.

Pickett, S. T. A. y Cadenasso, M. L., 1995. Landscape ecology: spatial heterogeneity in ecological systems, *Nature*, 269:331-334.

Pintos L., Rosendo. 1949. *Acapulco*, Imprenta Gallarda, México.

Pliego, F. (coord.). 2003. Encuesta a los Hogares ubicados en la zona de embalse del proyecto hidroeléctrico La Parota, Guerrero. Resultados por comunidad (Segundo borrador). UNAM/PUMA-Instituto de Investigaciones Sociales, en colaboración con la Unidad Académica de Ciencias Sociales/Universidad Autónoma de Guerrero.

Ponce, P.J.T. y H. Cabanilla. 1996. La investigación en el cultivo del langostino en México al término de 1996. Memorias. Reuniones técnicas de la red nacional de investigación para acuicultura en aguas continentales. IPN – SEMARNAP.

Potrykowsky M. y Z. Taylor 1984, Geografía del transporte, Editorial Ariel, Madrid.

Primc-Habdija, B., Habidja, I. y Radanovic, I. 1998. Seasonal changes in trophic structure of periphytic ciliates in relation to discharge regime. Verh. Internat. Verei. Limnol. 26: 1116-1119.

Programa Universitario del Medio Ambiente. Reportes de entrevistas realizadas por el Grupo Socioeconómico del Instituto de Geografía de la UNAM y el grupo de la Universidad de Guerrero en las siguientes localidades: Cacahuatpec, San José Cacahuatpec, Agua Zarca de la Peña, La Unión, El Chamizal, San Juan del Reparó, Omitlán, Venta Vieja, Dos Arroyos, Alto del Camarón, Colonia Guerrero, Papagayo y Xolapa. Realizadas del 9 al 16 de mayo del 2003.

Quiñónez-Marquez, F. y Guzmán Ríos S. 1986. Técnicas de Investigación de Curso de Agua. US Geological Survey: 65.

Ramírez, G.R. 1952. Estudio ecológico preliminar de las lagunas costeras cercanas a Acapulco, Gro. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 13 (1-4): 199-218.

Ramírez-Pulido J., A. Martínez y G. Urbano. 1977. Mamíferos de la Costa Grande de Guerrero, México. Anales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Serie Zoología, 48:243-292.

Ramírez R. 1952. Estudio ecológico preliminar de las lagunas costeras cercanas a Acapulco, Gro. Rev. de la Soc. Mex. de Hist. Nat. 13 (1-4): 199-218

Ramírez, R.H. 1996. Necesidades de investigación en la acuicultura rural. Memorias. Reuniones técnicas de la red nacional de investigación para acuicultura en aguas continentales. IPN – SEMARNAP.

Ramírez, R. I. 2001. Cambios en las cubiertas del suelo en la Sierra de Angangueo, michoacan y estado de México, 1971-1994-2000. Investigaciones geográficas. Boletín del Instituto de Geografía. UNAM. 45: 39-55

Ramírez R. 1952. Estudio ecológico preliminar de las lagunas costeras cercanas a Acapulco, Gro. Rev. de la Soc. Mex. de Hist. Nat. 13 (1-4): 199-218

Ree, W. o. and Crow, F. R., 1977. Friction Factors for Vegetated Waterways of Small Slope. Model of Tidal Numerical Propagation, Report No. ARS-1-151.F. U.S. Department of Agriculture.

Registro Agrario Nacional. Expedientes de Dotación, Ampliación, Restitución y Expropiación de los siguientes núcleos agrarios: Tierra Colorada (23/29351 y 272.2/1689), Xolapa (23/9799), La Palma (23/1316), Omitlán (23/9856), Agua de Perro (23/6560) Dos Arroyos (272.2/4775), Colonia Guerrero (antes Los Huajes), Alto del Camarón (272.2/5086 y 25/10055) Agua Zarca de

---

*Programa Universitario de Medio Ambiente, UNAM. Febrero 2004.*

la Peña, San Juan del Reparo (23/9997), Agua Zarca de la Peña (276.1/1980) Michapa (23/22549), Dos Caminos y Anexos, Chautipan (23/15172), El Tepehuaje (23/1277), Cacahuatpec (276.1/1275), El Zapote (23/1324), Las Mesas (23/1329), Sabanillas (25/1457)

Reisner, J., R. J. Rasmussen, y R. T. Bruintjes, 1998: Explicit forecasting of supercooled liquid water in winter storms using the MM5 mesoscale model. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 124B, 1071-1107.

Richard, ST., Thorne J. y Williams W.P. 1997. The response of benthic macroinvertebrates to pollution in the developing countries: a multimetric system of bioassessment. *Freshwater Biology* 37: 671-686.

Richards, L.A. (1973): Diagnóstico y Rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Editorial Limusa, México.

Riller, U., L. Ratschbacher y W. Frisch (1992): Left-lateral transtension along the Tierra Colorada deformation zone, northern margin of the Xolapa magmatic arc of southern Mexico. *Journal of South-American Earth Sciences*, 5 (3-4):237-249.

Robinson, Scott (1989) “Los reacomodos de poblaciones a raíz de las obras hidroeléctricas e hidráulicas”, *Revista Alteridades*, 2(4) Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa, México

Robinson, Scott S (1996). “Desalojos involuntarios por obra pública”, en: *El Campo Mexicano en los umbrales del siglo XXI*. Edit. Espasa-Calpe, México.

Robinson, Scott (2002). The experience with dams and resettlement in Mexico. Contributing papers to the World Commission on Dams. <http://www.dams.org/>

Robles, Berlanga Héctor M. (1993), *Los Huicholes y su Relocalización Involuntaria por el Proyecto Hidroeléctrico Aguamilpa*, tesis de la Maestría en Desarrollo Rural, México, División de Ciencias Sociales y Humanidades. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, pp. 150

Román R. 1976. Contribución al conocimiento de la biología del “langostino” *Macrobrachium tenellum* (Smith 1871) en algunas lagunas costeras de Guerrero, México. Tesis.

Román-Contreras R. 1979. Contribución al conocimiento de la biología y ecología de *Macrobrachium tenellum* (Smith) (Crustácea, Decápoda, Palaemonidae). *An. Centro Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México*, 6(2): 137-160

Rosas, María (1997), *Tepoztlán. Crónica de descatos y resistencia*, México, Era, pp. 147.

Rosas, V.R. 2002. Proteocefálicos parásitos de peces y culebras en la Laguna de Tres Palos, Guerrero, México y análisis sobre la validez de los géneros *Proteocephalus* y *Ophiotaenia* utilizando caracteres moleculares. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM.

Rosete, F., A. Ordóñez y O. Maser. 1997. “Dinámica de Cambio de Uso del Suelo y Emisiones de Carbono en la Meseta Purépecha”. Instituto de Ecología, UNAM. Morelia, México.

Rossmann, D. A., N. B. Ford, y R. A. Seigel. 1996. *The Garter Snakes: Evolution and Ecology*. University of Oklahoma Press, Norman, Oklahoma.



Ruiz, P., R. Aguirre, A. M. Pérez y J. Pizá, 1989. Utilidad de las imágenes MSS y TM en los estudios de calidad de agua realizados en la costa del estado de Guerrero durante el periodo 1981-1987. Memorias del III Simposio Latinoamericano sobre sensores remotos, SELPER, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp 99-110.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México, D. F.

Salazar Adame, Jaime, Renato Ravelo, Daniel Molina y Tomás Bustamante (1987). Historia de la cuestión agraria mexicana. Estado de Guerrero 1867-1940. Gobierno del Estado de Guerrero, Universidad Autónoma de Guerrero, Centro de Estudios Históricos del Agrarismo en México, México.

Saldaña de la Riva, L. y Pérez Ramos, E. 1987. Herpetofauna del Estado de Guerrero, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

Salles, P. (2000). Hydrodynamic Controls on Multiple Tidal Inlet Persistence. MIT/WHOI Joint Program in Applied Ocean Sciences and Engineering, Massachusetts Institute of Technology / Woods Hole Oceanographic Institution: 272.

Sánchez, O. y W. López-Forment. 1987. Anfibios y reptiles de la región de Acapulco, Guerrero, México. Anales del Instituto de Biología, UNAM, 58 Ser. Zool. (2): 735-750.

Sánchez Torres Yolanda y Tomás Martínez Saldaña (2000). Valoración del impacto socioeconómico de la hidroeléctrica Zimapán en las comunidades de Zimapán, Hidalgo y Cadereyta, Querétaro. Revista Economía y Administración Agrícola, No. 3, Marzo, Universidad Autónoma de Chapingo, México

Sato A. and M. Seto. 1999. Relationship Between Rate of Carbon Dioxide Evolution, Microbial Biomass Carbon, and Amount of Dissolved Organic Carbon as Affected by Temperature and Water Content of a Forest and an Arable Soil. Commun. Soil Sci. Plant Anal., 30(19&20), 2593-2605.

Schoklitsch Armin. 1950. Handbuch des wasserbaues. 2da Edición. Wien : Springer-verlag.

Secretaría de Economía, 2004. Catálogo de Normas Oficiales Mexicanas. Página Web: <http://www.economia.gob.mx/>

Secretaría de Energía, 2001. Programa Sectorial de Energía 2001-2006.

Secretaría de Industria y Comercio, Dirección General de Estadística. 1972. IX Censo General de Población. 1970. Estados Unidos Mexicanos. Resumen General, cuadro 17. México, p. 259-270.

Secretaría de Marina. 1990. Manual operativo de geología marina. Dirección general de oceanografía naval. 199 pp.

Segers, H. 1993. Rotifera: Introduction to the practice of identifying. In: H.J. Dumont (ed.), Zooplankton as tool in lake managements. University of Gent, Gent, Belgium.

Segers, H. 1995. The Lecanidae (Monogononta). In: H.J. Dumont (ed.). Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental water of the World, Vol. 6. SPB Academic Publishing bv, The Hague.



SEMARNAP. 1989. Criterios Ecológicos de Calidad del Agua. INTRANET-CONAGUA.  
Sevilla, M.L., E.A. Chávez, R. Ramírez-Granados y E. Hidalgo. 1980. Prospección ecológica de la Laguna de Tres Palos, Guerrero. An. Esc. Nac. Cienc. Biol., Méx., 22:149-164.

SEMARNAP (Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca). 2002. Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-059-ECOL-2001, Protección ambiental – Especies de flora y fauna silvestres de México-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación.

Serrao, E., Nepstad, D. y Walker, R., 1996. Upland agricultural and forestry development in the Amazon: sustainability, criticality and resilience. Ecological Economics, 18: 3-13.

Sevilla, I., E. A. Chavez, R. Ramirez y E. Hidalgo. 1980. Prospección ecológica de la laguna de Tres Palos, Guerrero. An. Esc. Nal. Cienc. Biol. Méx. 22: 149-164.

Sherbrooke, W. C. 2003. Introduction to horned lizards of North America. University of California Press, Berkeley.

Siebe, Ch., R. Jahn y K. Stahr. 1996. Manual para la descripción y evaluación ecológica del suelo en el campo. Publicación Especial No. 4. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo.

Sites, Jack. W. Jr., J. W. Archie, C. J. Cole y O. Flores-Villela. 1992. A review of phylogenetic hypotheses for lizards of genus *Sceloporus* (Phrynosomatidae): implications for ecological and evolutionary studies. Bulletin of the American Museum of Natural History. 213: 1-110.

SIPAZ (1998). Ley en Materia de Derechos y Cultura Indígena. Textos de las propuestas comparativas de los Acuerdos de San Andrés Larráinzar, la COCOPA y el Gobierno Federal. Inédito

Sládecek, V. 1973. System of water quality from the biological point of view. Ergebnisse der Limnologie. Heft 7. 218 pp.

Sládecek, V.1981. Biological analysis of surface water. Comentario to CZECH State Norm 830532-part 6: Determination of the Saprobic Index. Vydavatelství. Praga. 186 pp.

Small, E.B. 1992. A simple method for obtaining concentrated populations of protists from sediments. En: Lee, J.J. y Soldo, A.T. (eds.). Protocols in protozoology. Society of protozoology. Kansas, EUA. pp. B3.1.-B3.4

Smirnov, N.N. 1992. The Macrothricidae of the World. In: H.J. Dumont (ed.). Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental water of the World, Vol. 1. PB Academic Publishing bv, The Hague.

Smirnov, N.N. 1996. Cladocera: The Chydorinae and Sayciinae (Chydoridae) of the World. In: H.J. Dumont (ed.). Guides to the identification of the microinvertebrates of the continental water of the World, Vol. 11. PB Academic Publishing bv, The Hague.

Smith, H. M. & R. A. Spieler. 1945. A new Anole from Mexico. Copeia, 1945: 165-168.

Stahr, K. 1985. Wie lassen sich Bodenfunktionen erhalten? Landschaftsentwicklung und Umweltforschung Nr. 27: 152-163; Universidad Técnica de Berlin, Alemania.

Stahr, K. Y Renger, M. (1986): Boeden: Eigenschaften-Potentiale-Gefaehrdung.- Bundesforschungsanstalt fuer Landeskunde und Raumordnung: Bodenschutz: Raeumliche Planung und Strategien. Heft 21:1-10, Bonn, Alemania

Standley, P.C. 1926. Trees and shrubs of Mexico. Contr. U.S. Natl. Herb. Vol. 23. 1-1680.

Stebbins, R. C. 1985. Western Reptiles and Amphibians. Houghton Mifflin Co. New York.

Stebbins, R. C. y N. W. Cohen. 1995. A natural history of amphibians. Princeton University Press, Princeton.

Stephan Otto, M.E. (coordinador) 1980. Acapulco, pasado y presente, Litográfica del Pacífico, México.

Suárez-Morales, E., J.W. Reid, T.M. Iliffe, y F. Fiers. 1996. Catálogo de los copépodos (Crustacea) continentales de la Península de Yucatán, México.

Sur, El. “Crea el Congreso una comisión para analiza el proyecto de La Parota”. Año once. Número 2181. Acapulco Guerrero: viernes 06 de junio de 2003

Sur, El. “Solo se ha aceptado que sigan los estudios sobre la factibilidad de La Parota”. Año once. Número 2198. Acapulco Guerrero: martes 01 de julio de 2003

Sur, El. “Exhorta el Arzobispo al dialogó para permitir la presa La Parota”. Año once. Número 2227. Acapulco Guerrero: miércoles 30 de julio de 2003

Sur, El. “Retira la CFE a todo su personal del campamento de La Parota”. Año once. Número 2200. Acapulco Guerrero: sábado 02 de agosto de 2003

Sutherland, W. J. 1996. Mammals. Pp. 260 – 280, In: Ecological Census Techniques. W. Sutherland, eds. Cambridge University Press, Cambridge.

Taffe E and H.L. Gauthier, 1973 Geography of transportation, Prentice Hall, Englewood Cliffs, Nueva Jersey.

Tanaka, H., y Shuto, 1981 Function Coefficient for a Wave-Current Coexistent System. Coastal Engrg. In Japan, Vol 24, pp. 105-128.

Tassan, S., 1987. Evaluation of the potential of the thematic Mapper for Marine application. International Journal of Remote Sensing, Vol. 8, pp: 1455-1478.

TECNOCONSULT. 1994. Manifestación de Impacto Ambiental de la Presa La Parota. Guerrero, México.

Thornton, E.B., 1970 Variation of Longshore Current across the Surf Zone. Proc. 12th Coastal Engineering Conference, ASCE, pp. 291-308.

Toledo, C. 1981. El género Bursera (Burseraceae) en el estado de Guerrero. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F.

Toledo, Víctor Manuel (1987). Ecología y autosuficiencia alimentaria. México, Siglo XXI Editores.

Trejo, I. y Dirzo, R. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation* 94:132-142.

Trejo, I. y R. Dirzo. 2002. Floristic diversity of Mexican seasonally dry forests. *Biodiversity and Conservation* 11:2063 – 2048.

Tudorancea, C. Y R. H. Green. 1975. Distribution and seasonal variation of benthic fauna in Lake Manitoba. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* (19): 616-623

Turner, M. G., 1989. Landscape ecology: the effect of pattern on processes, *Annual Review of Ecology and Systematics*, 20:171-197.

USDA-NRCS. Sediment sources, yields and delivery ratios. Chapter 6 in *National Engineering Handbook*, Section 3, Sedimentation. US Department Agriculture, Natural Resources Conservation Service, pp. 6.2-6.19. 1983.

Vargas, A. y A. Pérez. 1996. Cerro Chilettepetl y Alrededores (Cuenca del Balsas) In: Diego-Pérez, N. & R. M. Fonseca. (Eds). *Estudios florísticos de Guerrero*. No. 7. Facultad de Ciencias. Univ. Nac. Autón. de México. México, D. F.

Vásquez Gutiérrez, F. 1995. Diagnóstico ambiental regional preliminar del Proyecto: “Desembocadura del Río Papagayo - Lomas de Chapultepec, Guerrero”. Reporte Técnico del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología elaborado para Eco Red, S.A. de C.V., México D. F.

Vázquez, N.R. 2002 Lesiones causadas por parásitos del tracto digestivo de dos especies de peces estuarinos de importancia comercial en la Laguna de Tres Palos, Guerrero, México. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM.

Vázquez Solís, V. y E. Propín Frejomil. 2001. “Las diferencias regional-económicas del Estado de Guerrero, México”. *Boletín Investigaciones Geográficas*, Núm. 46, Instituto de Geografía, UNAM, p. 131-147.

Vega, F. K. 2002. Contribución al conocimiento de la familia Rhamnaceae en el estado de Guerrero, México. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

Velázquez, A., J.F. Mas, R. Mayorga, J.L. Palacio, G. Bocco, G. Gómez, L. Luna, I. Trejo, J. López, M. Palma, A. Peralta, J. Prado y F. Medrano. El inventario forestal nacional 2000. *Ciencias*. 64:12-19.

Verduzco, C. y L. C, Rodríguez. 1995. El Rincon de la Via In: Diego-Pérez, N. & R. M. Fonseca. (Eds). *Estudios florísticos de Guerrero*. No. 4. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

Vidal Duarte, F. 1987. Los Yopis. Instituto Guerrerense de Cultura, Chilpancingo.

Villalobos A. 1966. Estudio de los Palaemonidae de México. I *Macrobrachium acanthochirus* n sp, del suroeste de México. *An. Inst. Biol. Univ. Nal. Autóm. Mex.* XXXVII 1 y 2: 169-173.

- Villalobos, J.L.H. 1990. Colección Nacional de Crustáceos, Instituto de Biología, UNAM.
- Villanueva-Fragoso, S. y Páes-Osuna. F. 1996. Niveles de metales en el Golfo de México: agua, sedimentos y organismos. En: Botello, A.V, Rojas Galaviz, J.L., Benítez, J.A. y Zarate Lomeli, D. (eds). Golfo de Mexico, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias. UAC-EPOMEX-SEP: 309-347.
- Villers-Ruíz, L. and I. Trejo-Vázquez. 1997. Assessment of the Vulnerability of Forest Ecosystems to Climate Change in Mexico. *Climate Research*. 9:87-93
- Voigt, F, 1964, Economía de los sistemas de transporte, Instituto de Administración Local, Fondo de Cultura económica, México.
- Walker , N. D., 1996. Satellite assessment of Mississippi river plume variability: Causes and predictability. *Remote Sensing of Environment*, Vol. 58, pp.21-35.
- Walker, R. y Homma, A. K. O., 1996. Land use and land cover dynamics in the brazilian Amazon: an overview, *Ecological Economics*, 18: 67-80.
- Weber, C. 1973. Biological field and laboratory methods for measuring the quality of surface waters and effluents. EPA. Cincinnati. 38 pp.
- Weber, C.I. (ed), 1973. Biological field and laboratory methods. U.S. Environmental Protection Agency. EPA-670/4-73-001. Cincinnati. 38pp.
- Wetzel, R.G. y G.E. Likens, 1979. Limnological analyses. W.B. Saunders Co. Filadelfia. 357pp.
- Whalen S.C. 2000. Nitrous oxide Emission from and agricultural soil fertilized with liquid swine waste or Constituents. *Soil Science of America Journal*. 64: 781-789.
- Whitmore, M.T. and Turner, B.L. 2001. *Cultivated Landscapes of Middle America on the Eve of Conquest*, Oxford University Press, New York.
- Wiens, J. A., 1995. Landscape mosaics and ecological theory, En: L. Hansson, L. Fahrig y G. Merriam (eds.), *Mosaic Landscapes and Ecological Processes*. Chapman and Hall, Londres. pp. 1-25.
- Wilson, D., F. Russell, J. D. Nichols, R. Rudran and M.S. Foster. 1996. *Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Mammals*. Smithsonian Institution Press. Washington D. C., 480 pp.
- Wilson, D., F. Russell, J. D. Nichols, R. Rudran y M.S. Foster. 1996. *Measuring and monitoring biological diversity. Standard methods for mammals*. Smithsonian Institution Press. Washington D. C.
- Wilson, L. D. 1999. Checklist and key to the species of the genus *Tantilla* (Serpentes: Colubridae), with some commentary on distribution. *Smithsonian Herpetological Information Service* No. 122. 35 pp.
- Wischmeir, W. H. y D. D. Smith. *Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning*. USDA. Agricultural Handbook. No. 537. 58 pp. 1978.

Wischmeier et al., 1971: A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. *Journal of Soil and Water Conservation* 6: 189-193.

Wolf, I. and R. Russow. 2000. Different pathways of formation of N<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub> and NO in black earth soil. *Soil Biology & Biochemistry*. 32:229-239.

Wolkowitsch M, 1982, L'économie régionale des transports dans le center e le centre-ouest de la France , Paris, SEDES, P. 498.

WRB (1999): Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. Informes sobre recursos mundiales de suelos 84. Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo, Centro Internacional de Referencia e Información en Suelos, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

WWW.prodigy web.net.mx/pcacapulco/río%20 sabana.htm.

Xiu, A. y J. E. Pleim, 2000: Development of a land surface model part I: Application in a mesoscale meteorology model. *J. Appl. Meteor.*, 40, 192-209.

Yakovler, G.P. 1983. A review of Sweetia and Acosmium. *Notes from the Royal Botanic Garden (UK)*: 347-355.

Yan, X., Y. Hosen and K. Yagi. 2001. Nitrous oxide and nitric oxide emission from maize field plots as effected by N fertilizer type and application method. *Biol. Fertil. Soils*. 34:297-303.

Yáñez-Arancibia, A. 1978. Taxonomía, ecología y estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras con bocas efímeras del Pacífico mexicano. *Publi. Esp. Centr. Cienc. Mar y Limnol. UNAM*. 2:1-130.

Zaldívar-Riverón, A., V. León-Regagnon y A. Nieto-Montes de Oca. 2003. Phylogeny of the mexican coastal leopard frogs of the *Rana berlandieri* group based on mtDNA sequences. *Mol. Phyl. Evol.* (en prensa).

\_\_\_\_\_. 2002. Entre el caimán y el jaguar. CIESAS-INI, México.

\_\_\_\_\_ (ed.). 1996. Crónica de Acapulco. Ediciones Municipales, Acapulco.

\_\_\_\_\_. 2001. Acapulco –500 Años de Historia, Tomo I Editorial Sagitario, Acapulco.

### **Fuentes documentales**

Archivo Histórico del Estado de Guerrero (Archivo Pauccic)

Archivo Agrario del Estado de Guerrero

Archivo Histórico del Estado de México

---

*Programa Universitario de Medio Ambiente, UNAM. Febrero 2004.*

<http://www.cdc.noaa.gov>

<http://www.mmm.ucar.edu/mm5/mm5-home.html>

<http://grads.iges.org/grads/>

## **Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por el llenado del embalse y su operación.**

### **Introducción**

En los últimos siglos, la influencia del ser humano sobre la naturaleza ha tenido tal impacto que se han modificado en gran medida los paisajes del planeta. Algunos autores (Daily, 1995; FAO, 1995), consideran que el 50% de la superficie terrestre ha sido modificada removiendo o transformando las comunidades vegetales naturales, mientras que Lambin (1997), menciona que a nivel global, la degradación del terreno inducido por el ser humano ha afectado aproximadamente el 69.5% de la superficie terrestre, ocasionando una drástica reducción de la diversidad biológica (Lee *et al.*, 1995).

Un factor clave para determinar los flujos netos de C a la atmósfera son los cambios en el uso del suelo (Jenny, 1941), mismos que modifican, muchas veces de manera drástica, los contenidos de carbono en los distintos almacenes. Estudiar la influencia de los procesos de cambio de uso del suelo en la dinámica de emisiones de C es crítico en nuestro país, pues la deforestación y la degradación del recurso forestal han sido muy aceleradas en las últimas décadas, además de que no se cuenta en el país con información detallada tanto de los almacenes de C por tipo de ecosistema y uso del suelo como de los flujos netos de C derivados de los patrones de cambio de uso del suelo a nivel regional. Hasta el momento, los pocos estudios existentes se han concentrado en los ecosistemas tropicales. La información es especialmente deficiente para los bosques templados del Centro y Sur de México, los cuales sufren actualmente un acelerado proceso de deforestación y degradación, con tasas de cambio comparables a las de las selvas del país (Masera, 1996). El proceso de cambio de uso del suelo se basa en una connotación netamente antrópica.

Mientras que la cobertura se refiere a la naturaleza o forma física de la superficie del terreno, la cual puede identificarse visualmente en campo o por otros medios como la percepción remota (Ramírez, 2001), el cambio en la cubierta del suelo esta implícitamente relacionado con su uso. Su estudio se enfoca al análisis de las características físicas y biológicas del suelo susceptibles de ser afectadas por las actividades humanas; dicho análisis incluye el estudio de los recursos hídricos ya sea en forma de lagos, ríos, canales, y acuíferos principalmente (Meyer *et al.*, 1998).

A nivel nacional, los procesos derivados del cambio en la cobertura y uso del suelo como la deforestación, son actualmente la segunda fuente de emisiones de GEI, contribuyendo aproximadamente con el 30% del total (Gobierno de México, 1997). Los bosques representan un almacén de carbono aproximado de 8 Gt C (Masera *et al.*, 1997), cantidad equivalente a las emisiones mundiales actuales de CO<sub>2</sub>. Sin embargo, los bosques de México pueden ser muy vulnerables al cambio climático, debido a sus condiciones bioclimáticas y socioeconómicas (Villers y Trejo, 1997; Gay, 2000; Milenio, 2001).

### **Delimitación del área de estudio para las emisiones de GEI**

Para el área de impacto referente a las emisiones de GEI por el llenado de la represa, se considera la superficie cubierta por la Presa Hidroeléctrica La Parota que abarca una superficie de 14, 213 ha. El impacto de las emisiones podrá verse reflejado en el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero.

El área de impacto se delimita de esa forma, pues en ella está contenida la biomasa y los suelos que serán inundados. Esos materiales, al descomponerse en forma anaeróbica, más los sedimentos acumulados por la represa serán la fuente de las emisiones de GEI a considerar.

### Caracterización y análisis del sistema ambiental regional

Las emisiones de GEI por la inundación y operación de la represa dependerán de la cantidad de biomasa y de las propiedades del suelo a inundar, así como de los sedimentos acumulados en el embalse a lo largo de su operación. Para realizar la estimación de emisiones es necesario caracterizar la cobertura vegetal y uso del suelo en el área del embalse. Se necesita hacer uso de datos de propiedades de suelos, medir emisiones de suelos bajo condiciones actuales y cómo una primera aproximación caracterizar emisiones de una presa ya existente tan similar con sea posible a la presa proyectada. Será la combinación de todos estos aspectos lo que permitirá construir la caracterización del factor “emisión de gases de efecto invernadero”.

En lo que se refiere a las emisiones potenciales de GEI derivadas de la inundación de la represa, no existen en la literatura estudios previos en los que se haya realizado la estimación del contenido de carbono en biomasa aérea y mantillo en la zona; tampoco de emisiones de GEI derivados de la inundación de los suelos. La posibilidad de realizar un estudio retrospectivo a 20 años está limitada por el carácter incipiente del objeto de trabajo y los métodos a utilizar. A continuación se presenta una descripción del estado actual del sistema tal como lo permiten los resultados obtenidos de los sitios de muestreo que se visitaron en la primera (secas) y segunda (lluvias) campañas de muestreo.

Para caracterizar la biomasa que sería inundada, se requiere clasificar la cobertura vegetal actual, para ello se utilizó una imagen Landsat ETM escala 1:75,000 del año 2000. Se trabajó con la misma imagen con la que se elaboró el Inventario Nacional Forestal (INF) del año 2000, esa imagen fue proporcionada por el grupo del Instituto de Geografía. Una vez terminada la clasificación de la imagen se obtuvo la superficie para cada una de las diez clases de cobertura vegetal y uso del suelo (CV y US) en el embalse de La Parota, mismas que se muestran en Cuadro (GEI 1)

Cuadro GEI 1 Superficie por clase de cobertura vegetal y uso del suelo en el área del embalse.

Clase de cobertura vegetal y uso del suelo	COMUNIDAD	Superficie
Agricultura de temporal con cultivos anuales	ATC	3,407.81
Agricultura de temporal con cultivos permanentes y semipermanentes	ATP	274.24
Asentamiento humano	AH	12.43
Pastizal cultivado	PC	70.00
Pastizal inducido	PI	73.89
Sabana	SA	316.54
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	SBCS	1,791.29
Selva baja caducifolia y subcaducifolia con vegetación secundaria arbustiva y herbácea	SBCSVAH	8,953.40
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia	SMCS	5.16
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia con	SMCSVAH	21.10



Clase de cobertura vegetal y uso del suelo	COMUNIDAD	Superficie
vegetación secundaria arbustiva y herbácea		
<b>Superficie total</b>		14,925.86

Análisis del contenido de carbono y emisiones del GEI por suelos

Se identificaron 28 sitios de muestreo estadísticamente representativos del área del embalse. De ellos sólo se tuvo acceso a 9 sitios que presentan las diferentes clases de cobertura vegetal y uso del suelo registrados por el INF, donde se establecieron 9 “parcelas de muestreo con tres repeticiones”. (Figura GEI 1). Se considera que de todas formas estos 9 sitios alcanzan a representar las diferentes clases de cobertura vegetal, uso del suelo y propiedades de suelo (Cuadro GEI 1, Figura GEI 2). En dichos sitios se realizó un inventario de volumen de fitomasa expresado en m<sup>3</sup>, a fin de estimar la biomasa aérea; se tomaron muestras de mantillo contenidas en cada cámara de medición de gases de efecto invernadero y muestras de herbáceas, mismas que fueron llevadas al laboratorio para determinar su fitomasa y establecer su relación con la superficie colectada. También se determinaron las emisiones de GEI mediante el método de cámaras estáticas. Los detalles de los métodos particulares se describen en el Anexo MGEI. Se debe enfatizar que es la combinación de todas estas diferentes técnicas lo que permite construir la caracterización inicial del factor “emisión de gases de efecto invernadero”.

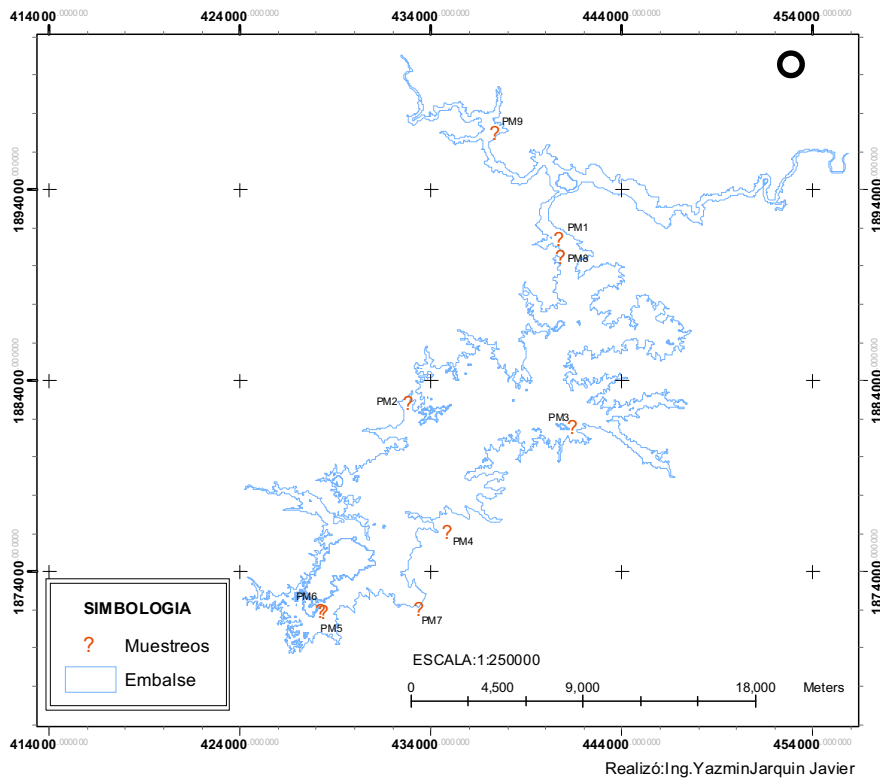


Figura GEI 2 Localización de los sitios de muestreo de emisiones de GEI

En los mismos sitios en que se midió biomasa y cuyos resultados se presentan en el Cuadro GEI 3 se colocaron las cámaras estáticas para determinar emisiones de GEI por suelos (Cuadros GEI 4 y GEI 5). Al terminar esos muestreos se colectó el mantillo contenido en la superficie delimitada por las cámaras (ya integrados en el Cuadro GEI 3), con el resto de la biomasa. De esta manera se integraron las tres técnicas usadas. Se hace notar que el método de muestreo utilizado en la determinación del volumen de la fitomasa incluye una corrección planimétrica para compensar las pendientes del terreno y poder hacer de esta forma una comparación bis a bis con los mapas.

Cuadro GEI 2 Puntos de muestreo ubicados en el embalse.

POBLADO	ID PUNTO
La Venta	PM1
Dos Arroyos	PM2
San Juan del Reparó	PM3
Agua Zarca de la Peña	PM4
El Chamizal	PM5
Arroyo Verde	PM6
Boquilla	PM7
La Venta	PM8
Puente Papagayo	PM9

Cuadro GEI 3 Estimación del carbono contenido por sitio de muestreo.

Sitio	Localidad	Volumen m <sup>3</sup> /ha	Mg C/ha
1	La Venta	15.4	4.3
2	Dos arroyos	9.3	2.6
3	San Juan del Reparó	18.6	5.2
4	Agua Zarca de la Peña	10.8	3.0
5	El Chamizal	19.1	5.4
6	Arroyo Verde	23.6	6.6
7	La Boquilla	24.7	6.9
8	La Venta	39.5	11.1
9	Puente Papagayo	38.1	10.7

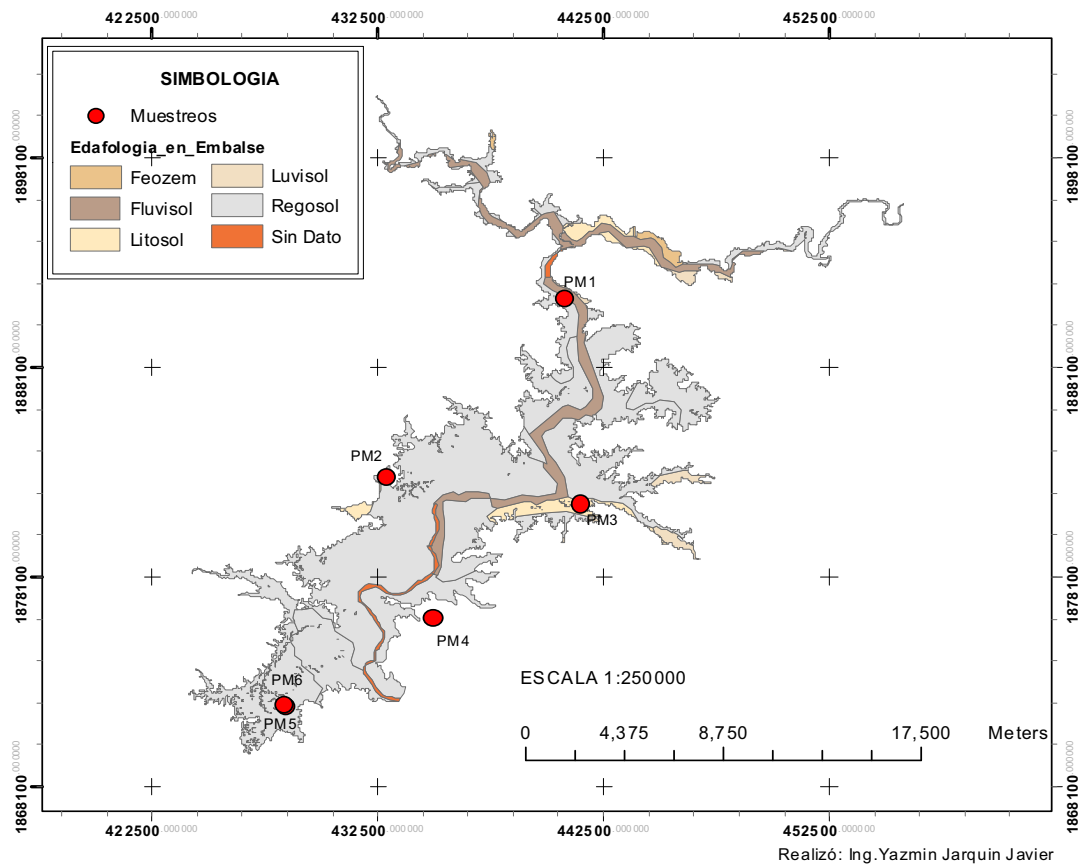


Figura GEI 2 Mapa edafológico del área del embalse, Acapulco, Guerrero.

Los cuadros GEI 1, GEI 3, GEI 4, GEI 5 constituyen la base de datos necesaria para construir la caracterización de emisiones de línea base y también determinar la reserva de carbón a ser inundada, la cual al descomponerse sería una fuente de GEI.

Cuadro GEI 4 Resultados promedio de las emisiones de N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> por sitio, registradas en la primera campaña en La Parota, Acapulco, Gro.

Primera Campaña

Ubicación	Fecha	Sitio	Fe (µgN <sub>2</sub> O- N/m <sup>2</sup> h)	Fe (µg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> h)	Fe (µg CH <sub>4</sub> /m <sup>2</sup> h)
La Venta Vieja (Cima)	29/3/2003	A1 S1	9.96E-01	2.15E+00	1.54E-01
La Venta Vieja (Ladera)	29/3/2003	A1 S2	8.21E-01	2.04E+00	7.53E-02
La Venta Vieja (Parte baja)	29/3/2003	A1 S3	1.46E+00	2.65E+00	2.80E-02
Dos Arroyos (Cima)	30/3/2003	A2 S1	1.80E+00	1.07E+01	7.30E-02
Dos Arroyos (parte media)	30/3/2003	A2 S2	2.07E+00	9.35E+00	9.60E-02
Dos Arroyos (parte baja)	30/3/2003	A2 S3	1.69E+00	1.60E+01	-1.15E-01
San Juan del Reparó	31/3/2003	Su	3.76E+00	3.78E+00	5.33E-02
Agua Zarca de la Peña	1/4/2003	Su	-8.48E-01	1.68E+00	2.37E-01
Chamizal	2/4/2003	Su	-5.23E-01	7.15E+00	4.22E-02
Arroyo Verde	3/4/2003	Su	-1.19E+00	5.73E-01	7.17E-02
La Venta Vieja (Cima)	5/4/2003	A1' S1	-9.04E-01	3.45E+00	1.50E-01
La Venta Vieja (Ladera)	5/4/2003	A1' S2	-2.59E+00	5.48E+00	-3.30E-02

Cuadro GEI 5 Resultados promedio de las emisiones de N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> por sitio, registradas en la segunda campaña en La Parota, Acapulco, Gro.

Segunda Campaña

Ubicación	Fecha	Sitio	FE (µgN <sub>2</sub> O- N/m <sup>2</sup> h)	FE (µg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> h)	FE (µg CH <sub>4</sub> /m <sup>2</sup> h)
Agua Zarca de la Peña	30/7/2003	A1S1	1.88E+01	2.41E+03	4.13E+00
Agua Zarca de la Peña	30/7/2003	A1S2	-1.85E+00	6.70E+02	4.01E-01
Agua Zarca de la Peña	30/7/2003	A1S3	5.67E+01	1.86E+03	-4.34E+00
San Juan del Reparó	31/7/2003	A2S1	5.20E+01	1.46E+03	-9.55E+00
San Juan del Reparó	31/7/2003	A2S2	9.51E+01	2.28E+03	5.43E-01
San Juan del Reparó	31/7/2003	A2S3	-8.61E+01	8.84E+03	-8.56E-01

Carbono contenido en la biomasa aérea

Una vez realizada la estimación del contenido de carbono en la biomasa aérea en cada una de las diferentes clases de cobertura vegetal y uso del suelo, se procede a estimar la cantidad de carbono almacenado por superficie total en cada una de las clases de CV y US registradas en el área de estudio (Cuadro GEI 6 y Figura GEI 3).

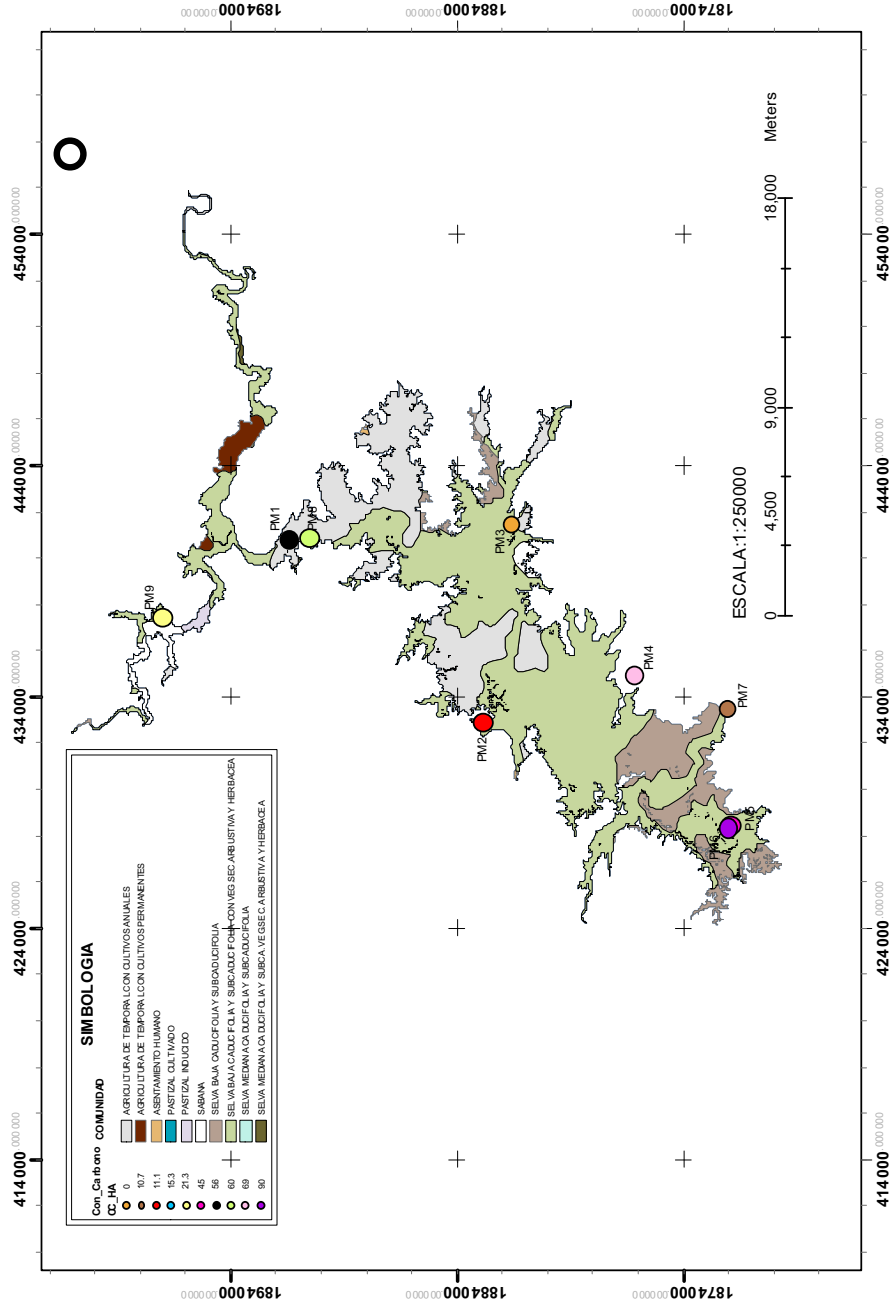
Cuadro GEI 6 Estimación preliminar del carbono almacenado (CC) en biomasa aérea (Cba), mantillo, herbáceas y raíces<sup>1</sup> por clase de cobertura vegetal y uso del suelo en la Parota.

Clase de CV y US	Sup. en ha	CC/ ha Mg C	Cba Mg C
Agricultura de temporal con cultivos anuales	3,407.81	8.2	27,862.24
Agricultura de temporal con cultivos permanentes y semipermanentes	274.24	16.2	4,429.39
Asentamiento Humano	12.43	-	-
Pastizal cultivado	70.00	10.1	705.99
Pastizal inducido	73.89	6.6	487.05
Sabana	316.54	13.2	4,173.16
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	1,791.29	15.6	27,927.35
Selva baja caducifolia y subcaducifolia con vegetación arbustiva y herbácea	8,953.40	8.7	78,105.80
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia	5.16	31.1	160.35
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia con vegetación arbustiva y herbácea	21.10	22.4	471.63
<b>Total</b>	<b>14,925.86</b>		<b>144,322.96</b>

Emisiones totales de N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>

Una vez estimadas las emisiones de N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> en cada una de las diferentes clases de cobertura vegetal y uso del suelo (Cuadros GEI 4 y GEI 5), se procede a ponderar los resultados (8 meses secas y 4 meses lluvias) y aplicarlas al vector de uso de suelo (Cuadro GEI 1) para generar los flujos por tipo de cobertura vegetal (Cuadro GEI 7 y Figuras GEI 4, GEI 5 y GEI 6).

<sup>1</sup> considerando un factor de expansión del 18%



Realizó: Ing. Yazmin Jarquin Javier

Figura GEI 3 Contenidos de Carbono en Biomasa Aérea por Clases de Cobertura Vegetal y Uso del Suelo

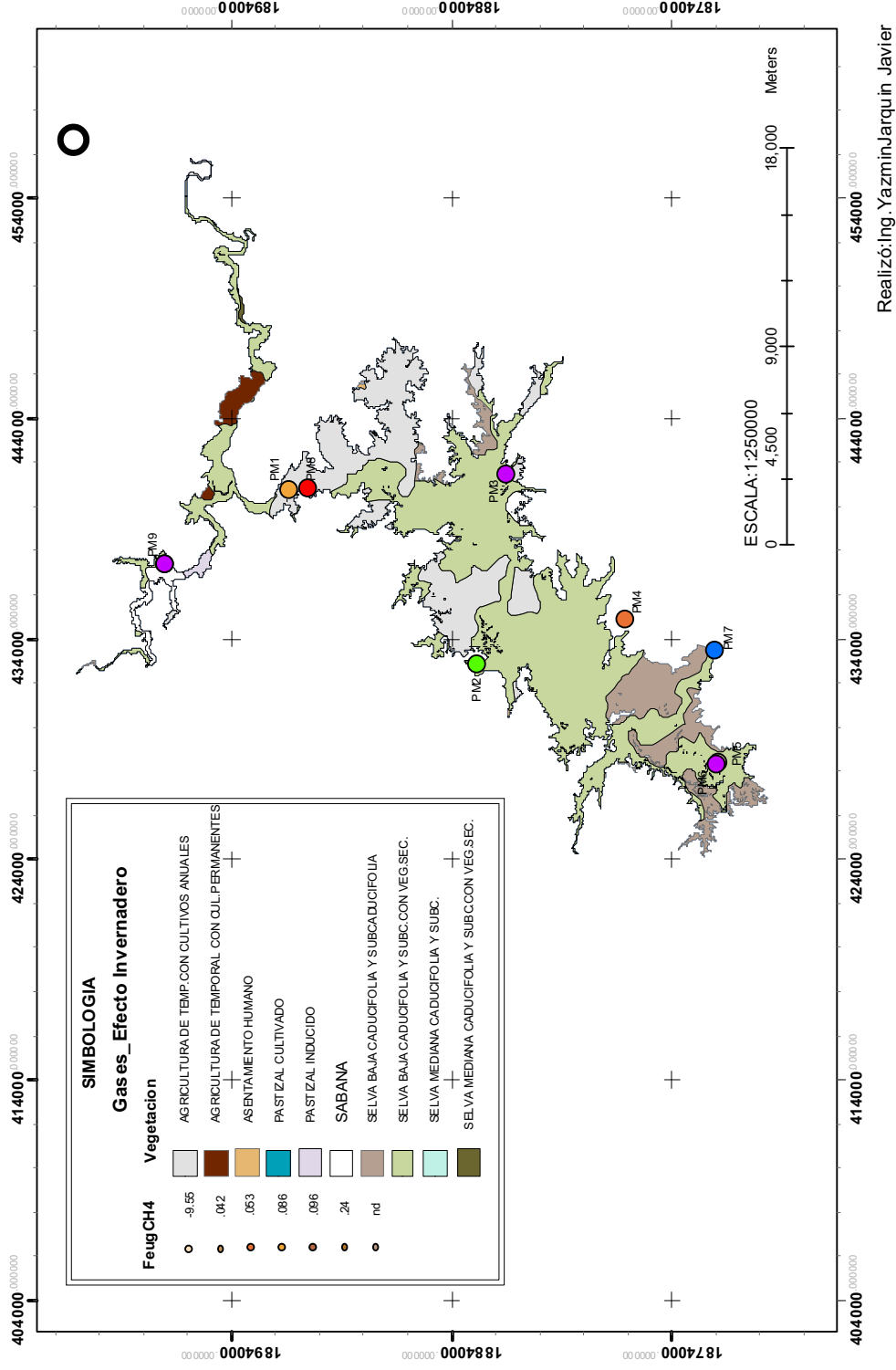


Figura GEI 4. Emisiones de CH4 de suelos por clase de cobertura vegetal y uso del suelo en el área de estudio.

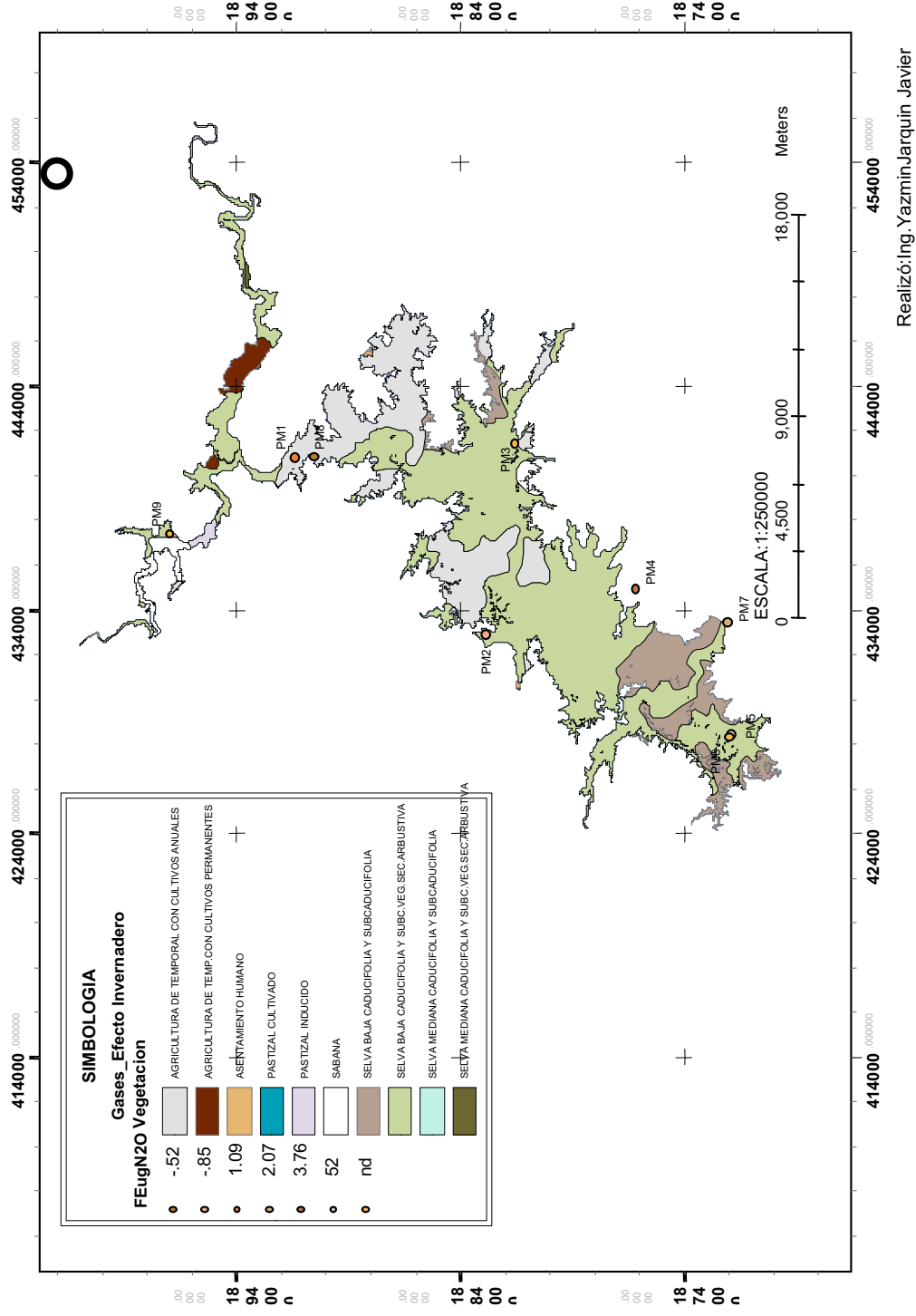


Figura GEI 5 Emisiones de N2O de suelos por clase de cobertura vegetal y uso del suelo en el área de estudio.



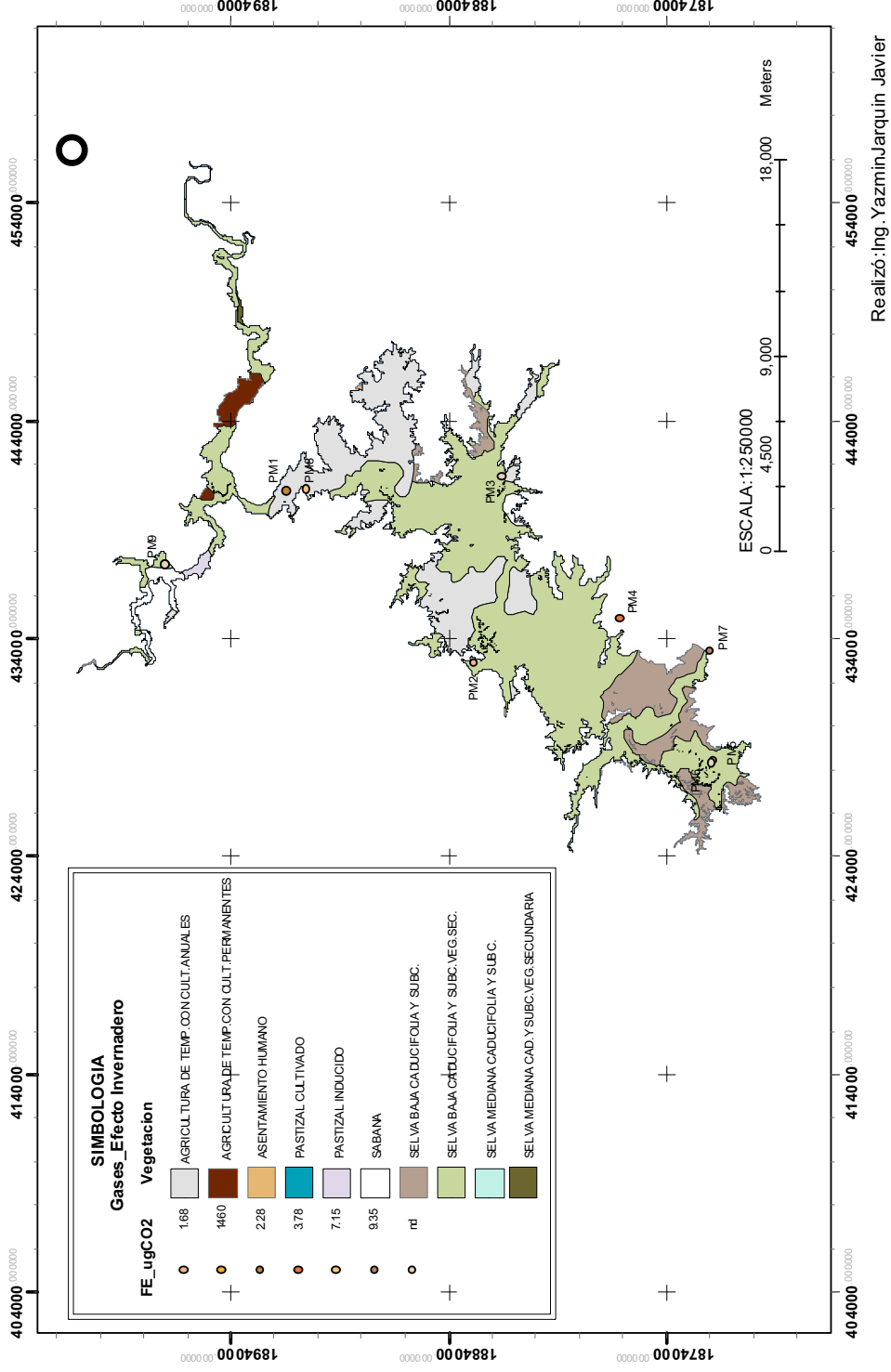


Figura GEI 6 Emisiones de CO2 de suelos por clase de cobertura vegetal y uso del suelo en el área de estudio.

Cuadro GEI 7 Flujos anuales promedio por área de cobertura de suelo y flujos anuales a partir de esas clases.

Uso del suelo/clase de cobertura	Flujo promedio anual	Flujo promedio anual	Flujo promedio anual	Superficie (ha)	Emisiones anuales	Emisiones anuales	Emisiones anuales
	(g N <sub>2</sub> O/ha año)	(g CO <sub>2</sub> /ha año)	(g CH <sub>4</sub> /ha año)		(g N <sub>2</sub> O/año)	(g CO <sub>2</sub> /año)	(g CH <sub>4</sub> /año)
Agricultura de temporal con cultivos anuales	2.49	5.19	0.20	3407.81	8.48E+03	1.77E+04	6.66E+02
Agricultura de temporal con cultivos permanentes y semipermanentes	42.82	5489.33	9.41	274.24	1.17E+04	1.51E+06	2.58E+03
Asentamiento Humano	n.d.	n.d.	n.d.	12.43	n.d.	n.d.	n.d.
Pastizal cultivado	216.61	5193.23	1.24	70.00	1.52E+04	3.64E+05	8.66E+01
Pastizal inducido	118.44	3325.49	-21.75	73.89	8.75E+03	2.46E+05	1.61E+03
Sabana	196.11	20135.15	-1.95	316.54	6.21E+04	6.37E+06	6.17E+02
Selva baja caducifolia y subcaducifolia	4.71	21.30	0.22	1791.29	8.45E+03	3.81E+04	3.92E+02
Selva baja caducifolia y subcaducifolia con vegetación arbustiva y herbácea	8.56	8.61	0.12	8953.40	7.67E+04	7.71E+04	1.09E+03
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia	n.d.	n.d.	n.d.	5.16	n.d.	n.d.	n.d.
Selva mediana caducifolia y subcaducifolia con vegetación arbustiva y herbácea	n.d.	n.d.	n.d.	21.1	n.d.	n.d.	n.d.

<b>Total (g/año)</b>	6.72E+04	8.62E+06	2.59E+03
<b>Total in CO<sub>2</sub> equivalente</b>	2.08E+07	8.62E+06	5.43E+04

Emisiones de N<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> de la presa Aguamilpa

El principal resultado de la caracterización de las emisiones de una presa ya existente similar a la del proyecto es la alta estacionalidad de las emisiones. Esa misma estacionalidad jugó en contra del intento de caracterización. A continuación se describen la caracterización que se logró construir con todos los resultados obtenidos, inclusive los preliminares y cualitativos.

El Cuadro GEI 8 muestra esos resultados preliminares y cualitativos de los flujos de la superficie de la presa Aguamilpa. Aquí se observan valores muy diferentes dependiendo del sitio de muestreo.

Para completar el cuadro es necesario resaltar algunos comentarios cualitativos. El primer muestreo se realizó en mayo 2003 al final de la estación de secas. Este muestreo sirvió para calibración y prueba de los prototipos de los dispositivos de muestreo y de los procedimientos de análisis

En el muestreo de prueba a diferentes profundidades de la columna de agua se observó una rápida acumulación de burbujas en todos los sitios. Además una considerable cantidad de gases se liberó de los sedimentos. Un mes después los resultados fueron totalmente diferentes. No se capturaron burbujas, aún cuando se prologó el muestreo varias horas. Una cantidad mucho menor que antes de gases se extrajo de los sedimentos. El segundo muestreo se realizó justo después de que el primer gran temporal de la estación de lluvias alcanzó la zona. Este comportamiento es indicativo de la fuerte estacionalidad, más allá de parámetros ambientales como la temperatura. Podemos asumir que la gran cantidad de agua alcanzando la reserva, con menor temperatura que la de ésta a su superficie, indujo movimientos convectivos que conducen a la degasificación de los gases disueltos en la columna de agua cuando ésta alcanza la superficie (Huttunen et al. 2001). Esta suposición debe ser puesta a prueba en futuros muestreos.

Con estos escasos elementos es posible proponer un estimado de primera aproximación a las emisiones de GEI de una presa ya existente.

Cuadro GEI 8 Flujos desde la superficie de tres diferentes sitios cerca de la cortina de la Presa Hidroeléctrica Aguamilpa.

		CO <sub>2</sub> (µg m <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> )	CH <sub>4</sub> (µg m <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> )	N <sub>2</sub> O (µg m <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> )
Sitio 1	Cerca de la pared	-455.00	-2.60	417.00
Sitio 2	A un lado, laderas deforestadas en la orilla. Se sienten corrientes algo rápidas en el bote. Aparentemente hay poca vegetación inundada debajo del agua.	202.00	20.00	-72.70

Estudios Complementarios Proyecto Hidroeléctrico "La Parota" Gases de Efecto Invernadero

---

		CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
		( $\mu\text{g m}^{-2}\text{h}^{-1}$ )	( $\mu\text{g m}^{-2}\text{h}^{-1}$ )	( $\mu\text{g m}^{-2}\text{h}^{-1}$ )
Siio 3	A un lado, quieto, laderas menos deforestadas en la orilla, se sienten corrientes menos fuertes en el bote. Se aprecia más vegetación inundada bajo la superficie.	417.00	66.60	88.10

## INTRODUCCIÓN

### Aspectos generales de las lagunas costeras de Guerrero y de estudios satelitales en zonas costeras

Las lagunas costeras ocupan el 13% de las áreas costeras del planeta (Barnes, 1980). En general presentan una alta productividad primaria y secundaria y tienen una alta importancia económica. Desafortunadamente, las actividades antropogénicas contribuyen a su eutrofización y contaminación.

Las lagunas costeras son ecosistemas acuáticos dinámicos y de alta complejidad ecológica. Dada la relevancia de su potencial productivo desde el punto de vista biológico y socioeconómico, es muy importante conocer mediante un seguimiento temporal y espacial la presencia y distribución de sedimentos en suspensión.

Los factores principales que determinan la hidrografía y, por consiguiente, la ecología de las lagunas costeras son los aportes de agua dulce, la tasa de evaporación y los procesos de mezcla y circulación con las aguas costeras. Los regímenes hidrográficos de las lagunas costeras de Guerrero se caracterizan, en general, por su variabilidad anual.

Mandelli & Vázquez-Botello (1976) describieron dos regímenes hidrográficos para las lagunas costeras del Estado de Guerrero. Que comprende un ciclo anual dividido en cuatro estadios (e. g. la laguna de Chautengo con un régimen hidrográfico moderadamente estable).

ESTADIO	CARACTERÍSTICAS
I	Clausura de la barra y un periodo donde la evaporación excede los aportes de ríos.
II	Periodo en el cual la laguna es alimentada por fuertes lluvias
III	Apertura de la barra y la laguna descarga parcialmente en el mar.
IV	Periodo de intercambio de marea junto con descarga de los ríos en la laguna

Las lagunas costeras de Guerrero están sujetas a la variación estacional de los regímenes de oleaje y marea. El régimen de marea que afecta a las lagunas costeras de Guerrero es predominantemente semi-diurno. El máximo de las velocidades esperadas ocurre durante la marea alta por lo que el transporte neto de sedimentos será del océano hacia la laguna. Esta tendencia se revierte mediante la descarga de los ríos. Dado que el sedimento se mantiene en suspensión por turbulencia, su concentración en la columna de agua varía fuertemente con la marea.

Los procesos costeros de erosión y acumulación dependen en gran medida de diferentes forzamientos físicos como son las mareas, vientos, oleaje y la descarga de los ríos. Existen regiones costeras donde el proceso erosivo supera al de acumulación. En particular, las costas guerrerenses son predominante abrasivas (o de erosión marina) y están sujetas a la variación estacional de los regímenes de oleaje y marea y descarga de ríos. La región de la desembocadura del río Papagayo, sin embargo, presenta ambos tipos de proceso. Así, la costa oriental de la desembocadura muestra un efecto erosivo importante mientras que la parte occidental se caracteriza por la presencia de cordones de playa que forman parte de la barrera sedimentaria de contención de la laguna de Tres Palos. Más aún, a lo largo del río se encuentran pequeñas islas fluviales de tipo

sedimentario, principalmente en la desembocadura, que ejemplifican los procesos sedimentarios de acumulación en la zona.

### DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La observación de los patrones de erosión y acumulación en la región permite inferir el efecto neto del transporte de sedimentos en la región ocasionado principalmente por corrientes litorales, por marea y, en escala menor, por oleaje.

La información sobre la dinámica de sedimentos (Fig. OC1), sirve para dar una evaluación objetiva del impacto que podría producir la disminución del aporte de sedimentos a la región costera por la construcción de la presa “La Parota”.



Figura OC1. Imagen LANDSAT de la laguna de Tres Palos y del río Papagayo, correspondiente a 1991. Se observa la descarga y el transporte de sedimentos provenientes del río Papagayo en el océano Pacífico.

El análisis de correlación estadística se hizo tanto para la laguna de Tres Palos como para la desembocadura del Río Papagayo. En el primero caso se eligieron los cinco puntos de muestreo usados en la visita prospectiva de febrero de 2003. Para el caso del río se utilizaron nueve puntos distribuidos a lo largo de dos transectos ortogonales localizados en la desembocadura del río. La posición de los puntos en ambos casos se muestra en la figura OC 2.



Figura OC2. Distribución de los puntos de muestreos seleccionados ( • ) en la laguna de Tres Palos y en el río Papagayo y la localización de las dos islas en la desembocadura del río.

### **CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**

Se presentan en el anexo AOC 2 los resultados del estudio que dan sustento a esta caracterización:

Las imágenes de satélite muestran que los principales agentes en la distribución y transporte de sedimentos en la zona costera son la descarga de sedimentos en la desembocadura del río Papagayo (Anexo AOC 2), la corriente costanera o litoral con dirección NW-SE, la dirección media del oleaje, perpendicular a la línea de costa y los vientos dominantes en la región.

Los análisis de correlación estadística muestran que la precipitación influye de manera importante en el acarreo y distribución de sedimentos en la zona de descarga del río Papagayo (Tablas 2a y 2b, Anexo AOC 2). Asimismo, estos análisis indican que la evaporación, *per se*, no influye de manera significativa en la dinámica de los sedimentos en las zonas de estudio. Por otro lado se observa que los procesos de erosión y depositación de sedimentos en las islas localizadas en la desembocadura del río Papagayo tienen correlaciones estadísticas bajas. Sin embargo, las imágenes de satélite muestran que el tamaño de estas ha variado a lo largo del tiempo. La tendencia de la isla localizada en la desembocadura es de disminución mientras que la localizada al norte ha sido de mantenerse constante. Esto puede ser explicado parcialmente por su posición geográfica. La primera está más expuesta a los procesos dinámicos costeros de oleaje y marea, sirviendo, al mismo tiempo como barrera protectora de la segunda. La segunda isla recibe en primer término el flujo de sedimentos provenientes de río arriba, captándolos. No obstante, no está exenta del todo de los procesos de marea y oleaje.

Los resultados estadísticos obtenidos son, en general, positivos e indican que los análisis de tipo integral con las variables meteorológicas ayudan en la explicación de las variaciones observadas en la desembocadura del río Papagayo y en el tamaño de las islas del río.

Con respecto a la respuesta reflectiva de la Laguna de Tres Palos es posible decir que esta es espacialmente homogénea. Sin embargo, la respuesta espectral ha aumentado en el tiempo. Esto, probablemente es debido a un aumento en la concentración de fitoplancton en el cuerpo de agua (bandas 1 ó 2 (anexo AOC2)).

Por otro lado, las características reflectivas del cauce del río poseen un grado menor de homogeneidad espacial. Pero, como en el caso anterior, la respuesta espectral ha variado en el tiempo, siendo los valores reflectivos más altos. En este caso, sin embargo, la razón puede atribuirse al aumento de zonas de suelo desnudo por erosión, a una mayor presencia de arenas acumuladas en recodos o bien a una disminución en el cauce del río. Esto toma sentido si se considera que el tamaño del píxel para este caso cubre un área menor de agua. En ambos casos, se observa que las respuestas espectrales han aumentado con el tiempo pero espacialmente se mantienen homogéneas. En este contexto, es posible discriminar dos épocas con características espectrales diferentes. La primer época abarca de 1979 a 1992 y se caracteriza por un comportamiento espectral homogéneo con valores reflectivos relativamente bajos. En la segunda época, de 1992 a 2003, se aprecia un incremento importante en los valores reflectivos aun cuando el comportamiento espacial continúa siendo homogéneo.

El análisis de regresión lineal múltiple confirma el hecho de que la precipitación es la variable independiente que más influye en la variación del tamaño de las islas, boca y canal. La evaporación, aunque puede estar presente en los modelos de regresión, es una variable que puede ser eliminada cuando se desea que los niveles de confianza sean más altos.