

COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LA SEQUÍA 2014
PARA LA CIUDAD DE:

VICTORIA DE DURANGO, DURANGO



Victoria de Durango, Durango, Diciembre de 2014

ÍNDICE

RESUMEN.....	4
I. Introducción.....	7
I.1. Identificación de la localidad.....	7
I.2. Objetivo	8
I.3. Estrategias:.....	9
CAPITULO II. SEQUÍAS.	10
II.1. Conceptos básicos.	10
II.2. Acuerdos de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía.	13
II.3. Cambio climático.	14
II.4. Vulnerabilidad.....	14
II.5. La sequía y las ciudades en México.	14
CAPITULO III. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL DE LA GESTIÓN URBANA DEL AGUA EN LA CIUDAD DE DURANGO.....	16
III.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	16
III.2 Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE).....	17
III.7. Dependencias Federales	22
CAPITULO IV. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MUNICIPIO DE DURANGO.....	23
IV.1 Ubicación Geográfica y División Política.	23
IV.2. Población de la ciudad de Durango	24
IV.3. Actividades económicas	25
CAPITULO V. CLIMATOLOGIA DE DURANGO	28
V.1. Distribución temporal de variables climáticas en la cuenca.....	29
V.2. Temperaturas máximas y mínimas normales	30
V.3. Precipitación normal	31
V.4. Evaporación normal	32
V.5. Criterios para determinación de sequia	32
V.6. Índice estandarizado de precipitación (SPI).....	32
V.7. Índice de sequía por escurrimiento (SDI)	35
V.8. Alertas de sequía del PRONACOSE.....	36
CAPITULO VI. EVALUACIÓN DE LA OFERTA/ABASTO DE AGUA	42
VI.1. Antecedentes.....	42
VI.2. Suministro.....	43
VI.3. Regularización	46

VI.4. Distribución	46
VI.5 Sistema de tratamiento de aguas residuales	53
VI.6 Recarga del acuífero	54
VI.7 Deficiencias de información y propuestas de solución.....	54
CAPÍTULO VII. EVALUACIÓN DE LA DEMANDA/CONSUMO.....	57
7.1 Cobertura del servicio.....	57
7.2 Padrón de usuarios	59
7.3 Consumo y dotación per cápita.....	59
7.4 Eficiencias en el sistema.....	60
CAPITULO VIII. BALANCE DE AGUA Y EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA.....	61
CAPITULO IX. ESCENARIOS FUTUROS DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO	66
CAPITULO X. ANÁLISIS DE MEDIDAS PARA LA GESTIÓN DE LA SEQUÍA	70
X.1. Medidas de Prevención	70
X.2. Medidas de Adaptación y Mitigación	73
CAPÍTULO XI. CONCLUSIONES.....	90
APÉNDICE A.....	874
APÉNDICE B	89

RESUMEN

El documento presentado a continuación constituye un ejercicio para establecer un Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de las Sequías en el organismo operador de agua denominado AMD localizado en la ciudad de Victoria de Durango. Se seleccionó este lugar porque su fuente de abastecimiento de agua presenta elevadas concentraciones de contaminantes que en el futuro pueden reducir la disponibilidad hidráulica e impactar negativamente el abastecimiento a la ciudad al no cumplir con la dotación demandada.

Se presenta una descripción detallada de la ciudad de Durango en cuanto a su ubicación geográfica, régimen pluviométrico, temperaturas, se plantean los objetivos y estrategias que estarán sujetas a revisión y análisis en diversos foros que permitirán establecer un Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de las Sequías en zonas urbanas.

Para el análisis desde el punto de vista legal se describe la relación que tienen los artículos de diferentes leyes como la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley de Aguas Nacionales, las reglas de operación del Programa Nacional contra las Sequías que promueve una nueva cultura del agua entre los usuarios y las dependencias del gobierno mediante acciones de prevención, planeación y evaluación de planes de atención a sequías. También se incluyó el marco legal del estado de Durango relacionado con el fenómeno de las sequías, principalmente la Ley de Agua para el Estado de Durango cuya vigilancia de su cumplimiento interviene el organismo operador denominado Aguas del Municipio de Durango. También se describió la influencia que tienen las leyes de Planeación del estado de Durango, la Ley del Gobierno Municipal y las dependencias como CONAGUA, SAGARPA, SHCP, SEDESOL, SEMARNAT, CFE, CONAFOR que de acuerdo a sus competencias participan de acuerdo a las reglas de operación del Fondo Nacional de Desastres Naturales (FONDEN).

Se presentan figuras relacionadas con la evaluación de las sequías mediante el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI) calculado a partir de estaciones base y también se presentan gráficas con el Índice de Sequías por Escurrimientos (SDI) utilizadas para determinar la temporalidad de una sequía.

Se realizó un análisis de la Oferta/Abasto de agua que determinó que Durango se abastece de agua subterránea mediante 76 pozos y posee cinco plantas de tratamiento de aguas residuales. La ciudad tiene una capacidad instalada para agua subterránea de 2 881 lps pero en la actualidad solo producen 2 662 lps, con ello se cubre la demanda del 98 % de los usuarios factibles de suministrarles agua

En relación a la calidad del agua se tiene que los sólidos disueltos se presentan en menor concentración en el Este y Suroeste de la ciudad y en lo particular los minerales de Calcio están concentrados en la Norte con valores de 30 a 40 ppm y con referencia a los Sulfatos se tienen en el Sur de la ciudad concentraciones que van de los 20 a 30 ppm.

Las concentraciones de Arsénico varían entre 0.010 y 0.2 mg/l mientras que la Norma Oficial Mexicana (NOM – 014 – SSA1 – 1993 – 2000) establece que el límite permitido (LP) para el agua de uso de consumo humano es de 0.025 mg/l. En relación a los Fluoruros, se presentan concentraciones entre 1 y 20 mg/l, mientras que el LP es de 1.5 mg/l. De acuerdo con la información proporcionada por el organismo operador, la longitud estimada de la red de agua potable es de 1 170 km, de los cuales el 65% tiene una vida de servicio mayor a los 20 años, el 25% de la red cuenta con edades que fluctúan entre los 10 y 20 años y solamente el 10% de las redes son de reciente creación, menos de 10 años.

El comportamiento del consumo y dotación de agua en la ciudad es de 371 lt/hab/día y la dotación que provee el sistema es de 405.03 lt/hab/día generándose una relación entre ambos del 91.6 %. En 2013 la tarifa de producción de agua fue de \$9.74 por metro cúbico y la tarifa \$7.21 por el mismo volumen, teniéndose una relación costo-tarifa de 0.74.

De acuerdo a los datos de eficiencia registrados en la estadística de los organismos operadores, del agua que se suministra a la ciudad, solo se consume menos del 80% en tanto que se paga menos del 70% del agua total facturada, lo cual implica un uso irracional del agua en la ciudad de Durango.

En relación a la evaluación de la demanda/consumo el organismo operador atiende al 98 % de la población, tendencia mantenida a partir de 2008 con 142 017 tomas de suministro de agua, en 2013 cuenta con 142 972 tomas.

La dotación de agua en los años 2006 al 2007 aumentó de 412 lps a 415 lps pero debido al establecimiento de programas de ahorro de agua se ha logrado que en 2013 la dotación haya disminuido a 401 lps y en relación a la eficiencia física tuvo los valores más bajos en 2003 y 2010, como consecuencia en el déficit del suministro.

Mediante análisis comparativo entre dotación y consumo en relación a la capacidad instalada del sistema se determinó que en los meses de junio, julio, agosto y septiembre el consumo es 15 % más que en los otros meses del año por efecto del calor, de las fuentes de abastecimiento solo operan 76 pozos de los 90 si se pusieran en operación todos los pozos representarían el 15% más del volumen actual producido.

Al dividir la dotación mensual entre la capacidad instalada los valores son cercanos a uno lo que indica una capacidad de maniobra reducida para manejar el suministro de agua en caso de la presencia de una sequía.

La construcción y operación del proyecto “Agua Futura” sustituirá las fuentes de abastecimiento actuales y se redistribuirá el abastecimiento, mejorará la calidad de agua y se elevará la eficiencia integral de la gestión del organismo operador.

En la primera etapa se construirá la línea de conducción por bombeo de 10.5 km desde la presa Guadalupe Victoria hasta el sitio de la planta potabilizadora y a partir de ella construir 6.20 km en tubería con flujo por gravedad hasta los tanques ubicados en el Cerro de Los Remedios. Cubriendo los sectores Tapias, Lomas, Norponiente y Morales. Lo anterior permitirá dejar de operar los pozos que producen agua con altas concentraciones de Arsénico y Flúor

por lo que se mantendrán en operación los sistemas Gabino Santillán y Ferrería que es el agua de mejor calidad. En la segunda etapa dejarán de operar los pozos aunque quedarán en estado operativo para posible escasez por sequías o por rompimientos de las líneas principales de aguas crudas, el presupuesto contemplado para esta acción es de 1 161 millones de pesos sin el Impuesto al Valor Agregado.

Como medidas de prevención ante la ocurrencia de una sequía en la ciudad de Durango en las condiciones actuales, se recomienda establecer un programa de monitoreo de variables climatológicas y de calidad de agua en los pozos de abastecimiento de agua público urbano y analizar las tendencias estacionales. Asimismo, deberá sectorizar la red de abastecimiento y con ello aumentar la eficiencia hidráulica.

En lo inmediato establecer un programa de detección y reparación de fugas y de manera simultánea rehabilitar los tubos que están dañados, junto con ello, evaluar el funcionamiento hidráulico de la red.

Con respecto a las medidas de adaptación y mitigación se aplicarán con base a la intensidad de las sequías de acuerdo a los boletines que emita la CONAGUA y que se darán a conocer en reunión del Consejo de Cuenca del Presidio al San Pedro.

Las medidas de respuesta en caso de la presencia de sequías se implementarán de acuerdo a las intensidades de la misma. Algunas de las principales se mencionan a continuación:

En la etapa 1 (D0) se pretende reducir el 10% en forma voluntaria y elaborar comunicados de prensa con base en la elaboración del informe técnico.

En la etapa 2 (D1) la meta es reducir el 20%, se activa una campaña de sensibilización, se aplicará la normatividad, se monitorean las extracciones de agua y los registros de consumo, se activará el programa de detección de fugas y se limitará el riego de parques y jardines. Se aplican medidas de reducción de consumos en el sector residencial, comercial e industrial.

En la etapa 3 (D2) tiene como meta reducir el 30 por ciento de manera obligatoria y CONAGUA intensifica la difusión, se aumentan los costos de las tarifas, se limitan los riegos, deben participar los sectores residencial comercial e industrial que estarán obligados a reducir la demanda.

En la etapa 4 (D3). La meta es reducir de manera obligatoria el 40% y la CONAGUA coordina todas las estrategias para reducir el consumo se prohíbe el uso del agua no esencial en parques y jardines se incorporan a las labores de reducción de consumo las dependencias de los tres niveles de gobierno, se restringen aprobar nuevas tomas de suministro de agua, el sector residencial participa no construyendo albercas y se promueve reusar las aguas grises. Se obliga al sector comercial a instalar dispositivos de ahorro de agua y los riegos de jardines se limitan.

El sector industrial implementa un plan de emergencias del uso de agua, se limita la construcciones que requieren utilizar agua y se evitan usar equipos que usen agua en su funcionamiento.

En la etapa 5 (D4) la meta es reducir el 50% en forma obligatoria y en la agricultura no deberá usarse agua, se activa un plan de emergencias por sequías y se crea un centro de atención telefónica para la población vulnerable

o en riesgo y el Ayuntamiento acredita la figura de Coordinador Municipal de Sequías, se intensifica la detección de fugas y se aumentan las tarifas, se evitar lavar autos y se promueve el uso de aguas grises.

I. INTRODUCCIÓN

I.1. Identificación de la localidad.

La ciudad de Durango se localiza en el Valle del Guadiana, es cabecera del municipio del mismo nombre y a su vez capital del estado del mismo nombre. Inicialmente fue una ciudad minera, actualmente la industria forestal y las maquiladoras extranjeras dominan su economía. geográficamente, se ubica entre los meridianos 104° 06' y 105° 35' de longitud Oeste del meridiano de Greenwich y los paralelos 23° 28' y 24° 26' de latitud Norte y con una altitud promedio de 1 880 m sobre el nivel del mar.

El clima es semi-seco templado y templado sub húmedo, lluvias escasas en verano, semi-frío y sub-húmedo en invierno, la temperatura media anual es de 17.5° C. La geología consta de depósitos aluviales recientes y sobre rocas basálticas del terciario en el Norte, al Oriente y Sur se encuentran rocas ígneas extrusivas acidas del terciario. En general, las rocas del área son susceptibles de ser utilizadas como material de construcción.

Actualmente, la ciudad de Durango se abastece de agua subterránea que se extrae a través de pozos del acuífero valle del Guadiana. La distribución del agua potable hacia las casi 80 colonias de la ciudad, se realiza por medio de tanques de almacenamiento y directamente de los pozos que alimentan a la red de distribución.

La autoridad dotada de competencia administrativa, jurídica y técnica en materia de abastecimiento y regulación del agua para usos generales, agua potable, así como de los servicios de alcantarillado, saneamiento y disposición de aguas residuales crudas o tratadas, así como las relaciones que surjan con los usuarios derivados del cumplimiento de sus atribuciones, de acuerdo con el resolutive N° 8738 publicado en la gaceta municipal en agosto del 2005 es el organismo público descentralizado de la Administración Municipal de Durango denominado “Aguas del Municipio de Durango” (AMD).

La AMD cuenta con un padrón de 152,298 usuarios de los cuales 142,972 son usuarios domésticos, 8,515 usuarios comerciales, 389 usuarios industriales y 422 dependencias de gobierno de los tres niveles.

El Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) ampara a AMD por un total de 61.9 millones de m³ anuales, bajo los títulos 2DGO100301/11HMS694 y 2DGO101229/11HMS694 con 61.2 millones de m³ y 689 mil m³ anuales, respectivamente.

I.2. Objetivo

General:

Establecer en la ciudad de Durango medidas de prevención y de mitigación de la sequía antes, durante y después de la ocurrencia del fenómeno, de modo que los usuarios del agua incrementen la disponibilidad del recurso hídrico.

Específicos:

- Aumentar el abasto de agua de acuerdo a la reducción de la demanda, disminuyendo las fugas por distribución y uso, rehabilitando y ampliando las fuentes de abastecimiento actual y campañas sobre el ahorro de agua.
- Tandeear el suministro de agua de acuerdo a las zonas más críticas de disponibilidad o de mayor demanda atendiendo criterios de optimización.
- Planear acciones futuras para desarrollar infraestructura que garantice el abasto de agua a la ciudad de Durango.
- Proponer acciones para desarrollar conciencia sobre el cuidado del agua.
- Monitorear las variables climatológicas para pronosticar el fenómeno de la sequías y de acuerdo a los niveles intensidad proponer medidas de mitigación.

I.3. Estrategias:

El fenómeno de la sequía origina un desequilibrio entre disponibilidad y demanda que se manifiesta con variaciones temporal y espacial de la ocurrencia de la lluvia, por lo que es necesario enfocar todos los esfuerzos de administración del agua que garanticen la sustentabilidad a largo plazo.

Con el propósito de definir lineamientos estratégicos para el Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de las Sequías para la ciudad de Durango. Se proponen las siguientes estrategias:

- Establecer un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la infraestructura de producción y distribución de agua en la ciudad de Durango.
- Monitorear con diferentes dispositivos las fugas de agua en las líneas de conducción y distribución, así como en las estructuras de almacenamiento.
- Analizar el establecimiento de nuevas fuentes de suministro de agua de acuerdo a un análisis de demanda de los diversos usuarios que garanticen el consumo de los próximos 20 años. En el caso de agua superficial podrán incluirse las corrientes intermitentes y efímeras donde puedan construirse pequeños almacenamientos elevados que también podrán usarse como estructuras reguladoras de avenidas máximas.
- Estimar los costos de la nueva infraestructura por construir, rehabilitar y operar por etapas, de manera que se identifique la toma de decisiones para invertir en abastos futuros de agua, así como las inversiones para la modernización de la infraestructura presente.
- Proponer medidas de rehabilitación de pozos para abastecimiento de agua cumpliendo con lo establecido en la norma NOM-004-CNA-1996 y en el caso de perforar nuevos pozos verificar la calidad del agua que producirán y el cumplimiento de la norma NOM-003-CNA-1996.
- Aumentar la eficiencia en el cobro por los servicios de agua entregada con base al padrón de usuarios morosos y del historial de consumos por tipo de usuarios.
- Identificar durante la sequía las zonas más vulnerables de la ciudad en cuanto al abasto y de acuerdo a la disponibilidad de agua optimizar la distribución de manera que los usuarios dispongan diariamente del recurso.
- Establecer, en caso de que el déficit de agua sea considerable, un programa de abasto limitado de agua para usuarios con gran consumo y prohibir el uso de agua en actividades superfluas.

- Hacer un monitoreo de consumos en el uso doméstico , en caso de que el sistema detecte grandes incrementos en el consumo verificar el origen del aumento, recomendar reparación y mantenimiento.
- Implementar durante la sequía, un programa intensivo de concientización sobre el uso eficiente del agua utilizando diferentes medios masivos de comunicación, visitas directas en el hogar, en las escuelas, en los centros de cobro y en lugares públicos, cada actividad debe estar evidenciada y evaluar las estrategias utilizadas con base en la cobertura y resultados obtenidos.
- Monitorear la sequía con los índices de Precipitación Estandarizada (SPI), publicar resultados y de acuerdo al valor del indicador desplegar las estrategias previamente planeadas. Podrán incluirse en este apartado que no solo sea un indicador sino que la sequía se caracterice por un valor del déficit de agua en función de la disponibilidad y demanda de agua, de tal manera que pueda obtenerse el volumen faltante para completar el consumo normal.
- Establecer un sistema de monitoreo del consumo para los diversos usuarios que permita realizar diagnósticos y proponer alternativas para disminuir el consumo en caso de que se incremente.

CAPITULO II. SEQUÍAS.

II.1. Conceptos básicos.

Una definición general de sequía puede ser: “Disminución temporal y significativa de los recursos hídricos durante un periodo suficientemente prolongado que afecta un área extensa con consecuencias socioeconómicas adversas” (Estela Monreal,s.f.)

La definición indica que el fenómeno es temporal, ya que los ciclos de precipitaciones tienen puntos altos y bajos que se alternan y de forma natural afectan a la disponibilidad de agua, presentándose algunas temporadas en que las lluvias escasean y otras en que llueve de forma abundante.

También indica que la reducción se presenta durante un tiempo suficientemente prolongado y sobre un espacio lo suficientemente extenso como para afectar a la población y su actividad económica. Estas afectaciones estarán en función de que tan preparada esté la población para hacer frente a estas condiciones y de las características de las actividades económicas de la región, específicamente, que tan intensivas son en su consumo de agua.

Sin embargo, este concepto de sequía como una disminución temporal y significativa de los recursos hídricos se puede encontrar diferentes tipos de sequía o dicho de otra manera se puede operacionalizar de diferentes maneras. De este modo, según sea la causa de la reducción o disminución temporal se pueden ubicar diferentes tipos de sequía; ya sea una disminución de las precipitaciones (sequía meteorológica), la reducción de los caudales de fuentes superficiales, almacenamiento de embalses o niveles de las fuentes subterráneas (sequía hidrológica); o bien porque no se satisface las necesidades de los usuarios debido que la demanda excede las fuentes disponibles y otros fallos en la gestión del recurso (sequía operativa) (Estela Monreal s.f.). De este modo, se observan cuatro tipos diferentes de sequía, cada una con su propia causalidad y definición: la meteorológica, la hidrológica y la operativa.

Otra tipología de la sequía ubica cuatro tipos de sequía: la meteorológica (de precipitaciones), la hidrológica (de escurrimientos y almacenamiento), agrícola (cuando la cantidad de agua no alcanza a cubrir los requerimientos de las actividades agropecuarias) y socioeconómica (cuando la cantidad de agua disponible afecta a la economía de la población). En esta tipología, la sequía agrícola puede ser considerada una sequía socioeconómica cuando afecta a poblaciones poco desarrolladas cuya actividad económica depende esencialmente de las actividades primarias (Marcos Valiente, 2001).

Como puede observarse, la sequía es un fenómeno de origen multifactorial que se relaciona con el ciclo del agua y las afectaciones que la actividad humana puede ocasionar al mismo. Las precipitaciones varían de manera natural a lo largo del tiempo, por lo que la disponibilidad del agua no es constante. Las fuentes superficiales y subterráneas se abastecen por medio de las precipitaciones, por lo que la cantidad de agua de estas fuentes tiende a variar en función de los ciclos meteorológicos y de las características geológicas, geográficas y ecológicas de una región. Así mismo, la actividad humana influye sobre este ciclo del agua, ya que las actividades económicas (principalmente las agropecuarias) hacen uso de las fuentes de agua, reduciendo su disponibilidad. Además estas actividades pueden alterar el medio ambiente por ejemplo a través de la deforestación, lo cual afecta al reabastecimiento de las fuentes. A su vez, la disminución en la disponibilidad de agua puede afectar a las actividades económicas de una región, por lo que puede presentarse un círculo vicioso que termina afectando al desarrollo humano.

El 22 de noviembre de 2012 se publicaron en el Diario Oficial de la Federación los “Lineamientos que establecen los criterios y mecanismos para emitir acuerdos de carácter general en situaciones de emergencia por la ocurrencia de sequía, así como las medidas preventivas y de mitigación, que podrán implementar los usuarios de las aguas nacionales para lograr un uso eficiente del agua durante sequía”.

El objetivo de estos Lineamientos es: “establecer los criterios y mecanismos aplicables para que La CONAGUA pueda emitir Acuerdos de Carácter General de emergencia por ocurrencia de sequía, así como proponer a los

usuarios de las aguas nacionales las medidas preventivas y de mitigación de la sequía conforme a las cuales podrán lograr un uso eficiente del agua, preservándola.”

Estos lineamientos establecen las siguientes definiciones:

Sequía: “La baja cantidad de volumen usual en las fuentes de abastecimiento, que es debido a una menor cantidad de la lluvia para el llenado de las fuentes, derivado de un retraso en la ocurrencia de la lluvia, o a una combinación de ambas causas naturales”. Esta Tiene la característica de ser impredecible en el tiempo en el que inicia, en su duración, en la intensidad o severidad, y en la extensión territorial sobre la que ocurre. Además, este concepto debe distinguirse y separarse claramente de una insuficiencia debida a causas de manejo humano, la cual se origina cuando la demanda supera a la oferta de las fuentes de abastecimiento, provocando en éstas disminución de su volumen.

Emergencia por Sequía: Situación que proviene de un evento hidrometeorológico extremo que genera un déficit de agua en términos de lluvia y/o escurrimiento de características tales, que requiere de una atención inmediata.

Mitigación de la Sequía: Acción orientada a disminuir el impacto o daño ante la presencia de sequía sobre el conjunto de personas, bienes, infraestructura y servicios, así como sobre el medio ambiente.

En este mismo documento, se establecen los siguientes parámetros:

Rangos de intensidad de sequía de acuerdo con los estándares internacionales:

Anormalmente Seco (D0): Se trata de una condición de sequedad, no es un tipo de sequía. Se presenta al principio o cuando no haya sequía. Al principio de la sequía: debido a la sequedad de corto plazo hay retraso de la siembra de cultivos anuales, limitado crecimiento de los cultivos o pastos, riesgo de incendios por arriba del promedio. Al concluir la sequía: déficit persistente de agua, pastos o cultivos no recuperados completamente.

Sequía Moderada (D1): Cuando se presentan algunos daños a los cultivos y pastos, alto riesgo de incendios, niveles bajos en arroyos, embalses y pozos, escasez de agua. Se requiere uso de agua restringida de manera voluntaria.

Sequía Severa (D2): Existe en el momento que se dan probables pérdidas en cultivos o pastos, muy alto riesgo de incendios, la escasez de agua es común. Se recomienda se impongan restricciones de uso del agua.

Sequía Extrema (D3): Se dan mayores pérdidas en cultivos o pastos, peligro extremo de incendio, la escasez de agua o las restricciones de su uso se generalizan.

Sequía Excepcional (D4): Se presentan pérdidas excepcionales y generalizadas de los cultivos o pastos, riesgo de incendio excepcional, escasez de agua en los embalses, arroyos y pozos, se crean situaciones de emergencia debido a la ausencia de agua.

Las acciones para enfrentar una sequía pueden ser categorizadas sobre la base del tiempo en que se espera su ejecución en dos grupos:

Acciones preventivas: las que permiten estimar y organizar de manera anticipada los recursos humanos, materiales y financieros que podrían ser necesarios para enfrentar el fenómeno de la sequía.

Acciones de mitigación: aquellas que son ejecutadas durante la sequía para atenuar los impactos.

Ambas son acciones concebidas dentro de un proceso de planeación anticipada, a fin de que por un lado, sean más eficientes, articuladas y conocidas por parte de los sujetos y organizaciones que las habrán de llevar a cabo, y de que por otro lado, se reduzcan los costos que deriven de una sequía. Siempre resultará de utilidad realizar la evaluación general una vez concluida la sequía, esto a efecto de poder detectar oportunidades de mejorar la organización de acciones implementadas y de actores involucrados.

II.2. Acuerdos de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía.

Estos Lineamientos se refieren también a los acuerdos de emergencia y establecen que el "Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía" será el acto mediante el cual la CONAGUA determinará que una o varias cuencas hidrológicas o acuíferos se encuentran ante la presencia de una situación natural anormal generada por una sequía severa. Asimismo, establecen que la CONAGUA determinará la extensión territorial de afectación, así como las medidas para enfrentar este fenómeno. El seguimiento de la emergencia y su conclusión será realizado en cualquier momento por la CONAGUA, apoyándose en el monitoreo de las condiciones hidrometeorológicas.

La CONAGUA dará por concluida la vigencia del "Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía" mediante la expedición de otro Acuerdo de Carácter General, donde señalará que ha dejado de surtir los efectos la sequía severa ante la población.

Cuando la CONAGUA emita el "Acuerdo de Carácter General de Emergencia por Ocurrencia de Sequía", como parte de las acciones para enfrentar el fenómeno natural, los usuarios de las aguas nacionales podrán implementar medidas preventivas y de mitigación a efecto de hacer un uso eficiente del agua durante la contingencia. Los usuarios de las aguas nacionales podrán tomar medidas adicionales a las indicadas en este instrumento.

La emisión de los "Acuerdos de Carácter General de emergencia por ocurrencia de sequía" que expide la CONAGUA es independiente de los instrumentos jurídicos que al efecto emitan otras dependencias de la Administración Pública Federal (Cfr. Transitorio de Lineamientos). Este es el caso, por ejemplo, de las declaraciones que emite la SAGARPA para el sector agropecuario.

II.3. Cambio climático.

Es un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. (Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, artículo 1. definiciones 1992). El fenómeno del cambio climático introduce un elemento de incertidumbre en torno a la planeación de los recursos hidráulicos, ya que se espera que en el futuro se vean afectadas tanto la temperatura como la precipitación en varios puntos del país. Los modelos con los que se cuenta hasta ahora han pronosticado una reducción de la precipitación en el país y un aumento en la temperatura a lo largo del siglo XXI (Montero y Pérez 2008). El aumento en la temperatura puede ocasionar un incremento en la demanda de agua, mientras que la reducción de las precipitaciones puede restringir la cantidad de agua disponible para las ciudades de México y otros uso. Si bien no se puede conocer con precisión los posibles efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos y su consumo, es indispensable tomar en consideración las tendencias y distintos escenarios de los modelos como una variable en la planeación de los recursos hídricos en el largo plazo.

II.4. Vulnerabilidad.

Vulnerabilidad es definida por la OMS como “el nivel de susceptibilidad de un sistema o de incapacidad para afrontar los efectos adversos del cambio climático, incluidos la variabilidad climática y los fenómenos extremos” (OMS, 2003). Esto implica que si bien la población de las ciudades se encuentra expuesta a riesgos generados por la variabilidad climática, estos tendrán un impacto en función de la capacidad de las ciudades para hacer frente a estas eventualidades. Una ciudad con un sistema de agua bien desarrollado, en donde hay una cobertura amplia del servicio, en donde la calidad del agua se monitorea, en donde se conocen las cantidades de agua que se consumen, en donde se aprovechan de manera más eficiente los volúmenes suministrados de agua, que cuenta con mecanismos para incentivar la conservación de agua, en donde el gobierno y los organismos operadores manejan una buena comunicación y cooperación con la población, en donde existe planeación para hacer frente a contingencias climáticas, y en general, donde existe una buena gobernanza del agua, tendrá menos dificultades para enfrentar los efectos de la sequía que en una ciudad en donde no se presentan estas condiciones.

II.5. La sequía y las ciudades en México.

De acuerdo con el censo de 2010 alrededor de 87 millones de mexicanos habitan en localidades urbanas equivalente al 78% de la población del país. El sistema de abastecimiento de agua potable y saneamiento de las ciudades está estrechamente vinculado al medio ambiente que lo rodea. Del medio ambiente provienen las fuentes de abastecimiento y al medio ambiente se regresan también las aguas residuales. De este modo, el ciclo urbano

del agua es sólo una parte menor del ciclo mayor hidrológico del agua en la naturaleza. Por ello, la sequía impacta directamente en la disponibilidad de agua para las ciudades. Sin embargo, existen diferencias fundamentales entre las ciudades dependiendo del tipo de fuente de abasto que utilizan para abastecerse de agua; mientras que unas ciudades se abastecen de aguas superficiales y pueden observar directamente el volumen de los embalses y almacenamientos y su vinculación con el ciclo hidrológico es más directa, otras se abastecen de fuentes subterráneas donde su volumen y dinámica es más incierta y más distante del ciclo hidrológico estacional.

México ha cubierto ciertas metas importantes en cuanto al abasto y cobertura de agua potable y alcantarillado se refiere. Sin embargo, aún existen profundas diferencias entre los organismos municipales al interior de México. Mientras que algunos municipios son capaces de proveer el servicio de agua potable a casi todos sus habitantes, algunos se encuentran muy lejos de lograrlo, pues aun requieren conectar a grandes segmentos de la población a su red de distribución. Además de las deficiencias en cobertura, los organismos enfrentan otros problemas que dificultan la provisión adecuada de agua potable. Conforme las localidades crecen, el agua se vuelve relativamente más escasa y costosa, pues debe ser transportada desde lugares más lejanos o extraída del subsuelo mediante sistemas de bombeo eléctrico. Por otra parte, a pesar del crecimiento poblacional y la escasez de recursos hídricos, casi la mitad del agua producida se pierde en los sistemas de distribución debido a las deficiencias de la infraestructura del sistema, o no bien es contabilizada ni se factura adecuadamente. Las pérdidas de agua implican otros problemas, tales como la insolvencia financiera de los Organismos Operadores de Agua (OOA), riesgos a la salud por la contaminación del agua potable a través de las fugas, y el deterioro ambiental asociado con la sobreexplotación de los recursos hídricos.

Un asunto que empeora esta situación es la baja proporción de recaudación de tarifas, la cual desincentiva su conservación y afecta la sustentabilidad financiera de los OOA.

El déficit de agua que padecen las ciudades durante una sequía no debe ser enfrentado sólo con aumento en la extracción de agua subterránea o superficial, sobre todo cuando ya los acuíferos están sobreexplotados; sino que por el contrario, se debe adoptar primeramente estrategias de control y reducción de la demanda. Entre las principales medidas están la reducción de pérdidas y el incremento de la eficiencia en el manejo del agua.

Esta situación hace que muchos organismos sean más vulnerables a la sequía, pues no cuentan con un funcionamiento regular, lo cual reduce la efectividad de las posibles medidas aplicables en caso de un evento de sequía. En este contexto, el presente manual busca guiar la elaboración de un documento que permita hacer una evaluación de la vulnerabilidad en la ciudad de Durango a través de una descripción estadística de las capacidades y deficiencias de los sistemas de agua potable y que una vez identificadas las áreas de oportunidad se prioricen las acciones para reducir la vulnerabilidad en el mediano y largo plazo, lo que permitirá una mayor efectividad de las acciones que se lleven para enfrentar eventos de sequía en el corto plazo.

CAPITULO III. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL DE LA GESTIÓN URBANA DEL AGUA EN LA CIUDAD DE DURANGO.

La sequía es un problema que afecta la calidad de vida y las actividades económicas de la población. Debido a su mayor recurrencia y severidad, ha reclamado la atención principalmente del gobierno federal y por encargo de éste se está incorporando también a las agendas de los gobiernos estatales y municipales. Los motivos de esta atención se justifican por la presencia del fenómeno del cambio climático y de que el gobierno mexicano ha recibido este encargo de la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

Puede decirse que en materia de sequía, México ha pasado de un enfoque reactivo y remedial a un enfoque preventivo y proactivo. Anteriormente, sólo se tomaban acciones a posterior y de manera remedial. La política adoptada por el actual gobierno mexicano es preventiva, proactiva y orientada a reducir la vulnerabilidad y a aumentar la resiliencia ante el fenómeno.

III.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

En la actualidad el agua debe ser considerada como un elemento integrador que contribuya a dar paz a los mexicanos y a ser un factor de justicia social como lo indica el artículo 4º constitucional en relación a: toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación

de la federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines.

El artículo 25° constitucional menciona que le corresponde al estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la soberanía de la nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales.

En segundo término, en el artículo 26° constitucional se establece que el estado organizará un sistema de planeación democrática del desarrollo nacional que imprima solidez, dinamismo, permanencia y equidad al crecimiento de la economía para la independencia y la democratización política, social y cultural de la nación. La planeación del desarrollo nacional debe ser de carácter democrático y los fines del proyecto de nación contenidos en la constitución determinan los objetivos que se incorporan en el Plan Nacional y los programas de desarrollo. Además, mediante la participación de los diversos sectores sociales se recogen las aspiraciones y demandas de la sociedad para incorporarlas a estos instrumentos de gestión del Gobierno de la República. Asimismo, los párrafos quinto y sexto del artículo 27° constitucional determinan que las aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponden originalmente a la nación, que ese dominio es inalienable e imprescriptible, y la explotación, uso o aprovechamiento del recurso no podrá realizarse sino mediante concesiones otorgadas por el Ejecutivo Federal de conformidad a las reglas y condiciones que establezcan las leyes.

Por su parte, el artículo 134° constitucional estipula que los recursos económicos de que disponga la federación, los estados, los municipios, el Distrito Federal y los órganos político-administrativos de sus demarcaciones territoriales se administrarán con eficiencia, eficacia, economía, transparencia y honradez.

La Ley de Aguas Nacionales (LAN), como se señala en el artículo 1°, es reglamentaria del artículo 27° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. Menciona la LAN en la fracción I del artículo 7° a la gestión integrada de las aguas nacionales de utilidad pública, y la señala como prioridad y asunto de seguridad nacional. Establece el artículo 15° que la planificación hídrica debe ser de carácter obligatoria para la gestión integrada de los recursos hídricos, conservación de los recursos naturales, de los ecosistemas vitales y del medio ambiente, lo que convierte al proceso como el instrumento más importante de la gestión hídrica.

III.2 Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE)

El Presidente de la República Mexicana el Lic. Enrique Peña Nieto, ordenó la formulación del Programa Nacional Contra la Sequía (PRONACOSE), el día 10 de enero de 2013 en Zacatecas. En el cuál instruyó a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) para que lo diseñara y coordinara. El componente principal será, primero, el

alertamiento, y segundo, la actuación temprana para prevenir y actuar oportunamente ante eventuales contingencias climatológicas que vayan a afectar a la población y a la productividad del campo.

El PRONACOSE para el período 2013-2018 tiene un enfoque integral en los siguientes aspectos:

- Prevención; Estimar recursos, definir acciones y organización de diversa índole que permitan evitar los efectos de las sequías.
- Mitigación; Reducir impactos en la población, en sus bienes, en la infraestructura urbana y en el medio ambiente.

La puesta en marcha del PRONACOSE, mejorará el pronóstico, alertas tempranas y difusión de datos del fenómeno de la sequía. Desarrollará acciones para Compilar y analizar datos de: fenómenos hidrométricos, climáticos, almacenamientos en presas, localización y etapas de sequía. Además la difusión de dicha información para guiar la puesta en marcha de acciones. Además, involucra a las dependencias federal, estatal y municipal a la coordinación del programa y de aplicación conjunta de recursos, y al involucramiento de los diferentes usuarios del agua a través de acciones voluntarias para lograr la reducción del consumo de agua y ser eficientes en el manejo del agua.

El PRONACOSE contempla un PMPMS en cada uno de los 26 consejos de cuenca del país, la estrategia para lograrlos es que a través de un grupo técnico directivo integrado por autoridades y usuarios del agua se realice el diseño del PMPMS con base en las características de cada región. Además los usuarios de agua y las autoridades dentro de cada consejo de cuenca definirán acciones detalladas con base en la información sobre la evolución de la sequía provista por la CONAGUA y a los acuerdos aprobados en el consejo de cuenca.

En los planes a desarrollar se consideran diversas acciones voluntarias que generen ahorros de agua, y en casos de sequías extremas, establecer acciones obligatorias con participación social.

El seguimiento del PRONACOSE se hará a través de: Una Comisión Intersecretarial Conformada por 14 dependencias federales: SEMARNAT, SEGOB, SEDENA, SEMAR, SHCP, SEDESOL, SENER, SE, SAGARPA, SCT, SSA, SEDATU, CFE y la CONAGUA y un Comité de Expertos que estarán a cargo de revisar, informar, enriquecer y apoyar los objetivos y estrategias de cada Consejo de Cuenca que generen diseños integrales que reduzcan la vulnerabilidad de la sequía.

Los Retos son: establecer y desarrollar en los usuarios del agua y en dependencias de gobierno una nueva cultura que establezca estrategias que engloben actividades de prevención, planeación y evaluación de planes de sequía; financiar programas con fondos federales, estatales y municipales de acuerdo a las directrices de los planes de sequía. Considerar a las sequías dentro del cambio climático, y con ello, justificar las bases para incluir el fenómeno en el Plan Nacional de Desarrollo, y por ende el marco para un nuevo sistema nacional de protección civil. Además destinar recursos públicos para reducir la vulnerabilidad de México ante sequías. De manera opcional, buscar acceso a fondos mundiales de adaptación al cambio climático.

El principal interés de estudiar las sequías en México es: Garantizar la permanencia de un sistema de planeación futura; e incluir en ella la participación social y su relación con el desarrollo. Reducir la vulnerabilidad ante las sequías como estrategia mexicana para la adaptación al cambio climático, como lo establece la Ley General de Cambio Climático y la Ley de Aguas Nacionales.

III.3. Ley de Agua para el Estado de Durango

Con referencia a la ciudad de Durango y ante la presencia de problemas de distribución y abastecimiento de agua, esta ley establece artículos que deberán aplicarse para resolver el déficit de agua. Con base en el Artículo 1° Regular la administración y conservación de las aguas de jurisdicción estatal en los términos del párrafo quinto del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos e inciso a) párrafo segundo del artículo 109 de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Durango en materia de Aguas.

El artículo 5° menciona que es de interés público el abastecimiento, conservación y desarrollo del Sistema Estatal de Agua Potable, Alcantarillado y saneamiento con atribuciones de planeación y programación hidráulica en el ámbito estatal y municipal, así como de la conservación de las reservas hidrológicas del estado y de las fuentes de abastecimiento de agua potable destinadas a satisfacer las necesidades de la población. Además el inciso X del citado artículo hace referencia a la promoción del uso eficiente del agua y el apartado XIII describe la necesidad de racionalizar los patrones de consumo y desalentar actividades que impliquen demandas excesivas y propiciar el uso del agua residual tratada en aquellas actividades donde no se requiera agua potable.

El artículo 9° menciona que los Ayuntamientos a través de los Organismos Operadores podrán conveniar con la Comisión Nacional del Agua en el establecimiento de políticas, lineamientos y especificaciones técnicas, conforme a las cuales deberá efectuarse la construcción, ampliación, rehabilitación, administración, operación, conservación, mejoramiento y mantenimiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

El artículo 15° menciona que la Comisión del Agua del Estado de Durango en el inciso V tendrá como atribución promover y fomentar el uso eficiente y preservación del agua y la creación de una cultura del agua como recurso escaso y vital, el inciso XVI le da atribuciones para celebrar convenios con instituciones de educación superior, inversionistas y otros institutos tendientes a fomentar y promover actividades de investigación en materia de manejo racional del agua y de sus diversos tratamientos y el inciso XIX relacionado con el de desarrollar programas de orientación a los usuarios, con el objeto de preservar la calidad del agua y propiciar su aprovechamiento racional.

En lo referente al tema de la cultura del agua contenida en el Capítulo V el artículo 163° describe que la Comisión promoverá con la participación del Gobierno del estado, los Ayuntamientos, las Instituciones de educación superior y de las Organizaciones no gubernamentales relacionadas con el tema, las acciones que inculquen a la

sociedad toda, una nueva cultura del cuidado y uso eficiente del agua, su preservación en calidad y cantidad para evitar la contaminación y agotamiento de las fuentes de abastecimiento, así como las relativas al pago del servicio y para contribuir a la prevención y control de la contaminación del recurso. También y relacionado con el mismo tema el artículo 164° hace referencia que los usuarios de los servicios públicos de agua potable, alcantarillado y saneamiento deberán conservar y mantener en estado óptimo sus instalaciones hidráulicas para evitar fugas y desperdicios de agua, deberán utilizar aparatos ahorradores de agua que permitan el uso racional y equitativo del agua en los casos, términos y características que determine la presente Ley, su Reglamento y demás disposiciones aplicables.

En tema de cultura del agua resulta fundamental la aplicación del artículo 167 que obliga a que El Ayuntamiento, el organismo operador correspondiente o, en su caso, la Comisión, en épocas de estiaje, escasez de agua comprobada o previsible, o mantenimiento y reparación de los sistemas de abasto, regulación y distribución, podrán establecer condiciones de restricción en las zonas afectadas, durante el tiempo que estimen necesario y previo aviso oportuno a los usuarios a través de los medios de comunicación disponibles.

El Capítulo II de la Ley de Aguas del estado de Durango relacionado con la Regulación de las Aguas de Jurisdicción Estatal establece en el artículo 216° que el ejecutivo del Estado, previos los estudios técnicos que al efecto se elaboren y publiquen, de conformidad con el artículo 4 de ésta Ley, podrá reglamentar la extracción y utilización de aguas a que se refiere el artículo 2 fracción I de la presente Ley, establecer zonas de veda o declarar la reserva, en los casos de utilidad pública o interés público como el indicado en el inciso IV por escasez o sequías extraordinarias.

III.4. Ley de Cambio Climático del Estado de Durango

Artículo 1°. La presente Ley es reglamentaria del artículo 26° de la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Durango de orden público, interés social y de observancia general en el territorio del Estado de Durango, tiene por objeto establecer las disposiciones concurrentes para el Estado y los Municipios en la elaboración y aplicación de las políticas públicas de mitigación y adaptación al cambio climático, para la preservación y mejoramiento de los recursos naturales.

En lo no previsto por esta Ley, se aplicarán de manera supletoria y complementaria los ordenamientos estatales en materia ambiental.

Artículo 2°. Para los efectos de esta Ley, se entenderá por:

I. Adaptación: Medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales, como respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño, o aprovechar sus aspectos beneficiosos.

II. Atlas de Riesgos: Expediente dinámico con colección de mapas a escala con características topográficas, de uso del suelo, hidrología, vías de comunicación, equipamiento e información adicional del Estado y de sus

municipios, en que se encuentren sobrepuestas zonas, áreas y regiones que indiquen el riesgo potencial que amenaza la población duranguense ante los efectos del cambio climático, así como sus bienes, y los servicios estratégicos y entorno.

El artículo 4° menciona que en la definición de los objetivos y metas de adaptación y mitigación al cambio climático, las autoridades estatales y municipales deberán tomar en cuenta las evaluaciones de impacto económico del cambio climático, atlas de riesgo, desarrollo de capacidades de adaptación y demás estudios para hacer frente al cambio climático.

En cuanto a la atención el artículo 6° dice que para enfrentar los retos del cambio climático, se atenderán de manera prioritaria las necesidades de adaptación en el corto, mediano y largo plazos, conforme a las directrices siguientes: I. En materia de protección civil, en los atlas de riesgo, se considerarán los escenarios de vulnerabilidad.

El artículo 26° dice que para enfrentar los retos de la adaptación, se observarán los siguientes criterios: I. Corregir o aminorar los desequilibrios generados por el cambio climático, que deterioren la calidad de vida de la población o que tengan un impacto negativo en el desarrollo de los ecosistemas; II. Considerar los escenarios actuales y futuros de cambio climático en la planeación territorial, evitando los impactos negativos en la calidad de vida de la población, la infraestructura, las diferentes actividades productivas y de servicios, los asentamientos humanos y los recursos naturales, y III. Establecer y considerar umbrales de riesgo aceptable, derivados de la variabilidad climática actual y esperada, en los instrumentos de planeación territorial, para garantizar la seguridad alimentaria, la protección civil, la conservación de la biodiversidad y la productividad.

III.5. Ley de Protección Civil del Estado de Durango

Artículo 2°. Se entiende por Protección Civil al conjunto de principios, normas y procedimientos a través de cuya observancia el Gobierno y la sociedad, llevan a cabo acciones para proteger la vida y el patrimonio de la población, la planta productiva, la prestación de servicios públicos y el medio ambiente, frente a la eventualidad de un desastre provocado por agentes naturales o humanos. Son autoridades en materia de protección civil:

- I.- El Consejo Estatal de Protección Civil.
- II.- La Unidad Estatal de protección Civil.
- III.- Los Consejos Municipales de Protección Civil.
- IV.- Las Unidades Municipales de Protección Civil.

III.6. Aguas del Municipio de Durango

Tiene como misión garantizar a la comunidad duranguense un servicio eficiente de agua potable de calidad y saneamiento fomentando en corresponsabilidad con la sociedad una nueva cultura para preservar el abasto del vital líquido a las futuras generaciones comprometiéndonos a restablecer el equilibrio ecológico.

Tiene como objetivo lograr el suministro de agua potable al 100% de la población las 24 horas del día en forma continua, cumpliendo con las normas de calidad, asegurando la cobertura de distribución al 98% de la mancha urbana, con una medición domiciliaria del 50% y una producción constante de 2600 lps manteniendo constante la calidad del agua residual tratada.

III.7. DEPENDENCIAS FEDERALES.

Las dependencias federales relacionadas con la atención a las sequías son: La secretaría de Gobernación, la Comisión Nacional del Agua, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, La Secretaría de Hacienda y Crédito Público, la Secretaría de Desarrollo social, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, así como la Comisión Federal de Electricidad y la Comisión Nacional Forestal. En conjunto atienden la problemática con base en las reglas de operación del FONDEN y de acuerdo a su competencia se integran en equipos de trabajo para abatir los efectos de las sequías. Este ejercicio estratégico permite obtener en el corto plazo un diagnóstico del problema de sequías y con ello plantear las alternativas que mitiguen o reduzcan los impactos del fenómeno.

CAPITULO IV. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MUNICIPIO DE DURANGO

IV.1 Ubicación Geográfica y División Política.

La ciudad de Durango, oficialmente llamada Victoria de Durango, se ubica en la región central – este del Municipio de Durango que colinda al Norte con los municipios de San Dimas, Canatlán y Pánuco de Coronado, al Sur con los municipios de Mezquital y Pueblo Nuevo, al Este con los municipios de Guadalupe Victoria, Poanas, Nombre de Dios y Mezquital, al Oeste con los municipios de Pueblo Nuevo y San Dimas (ver figura 4.1).

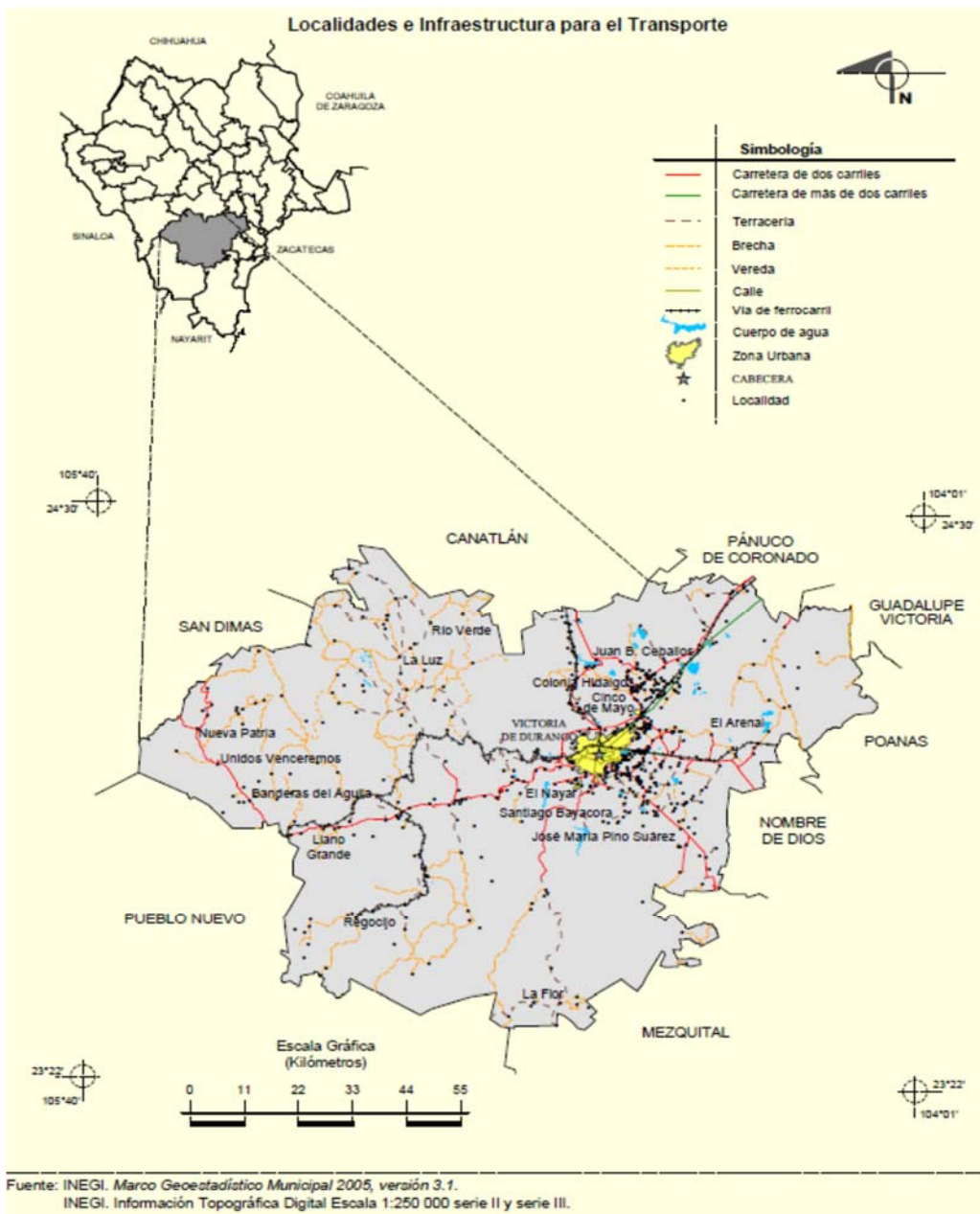


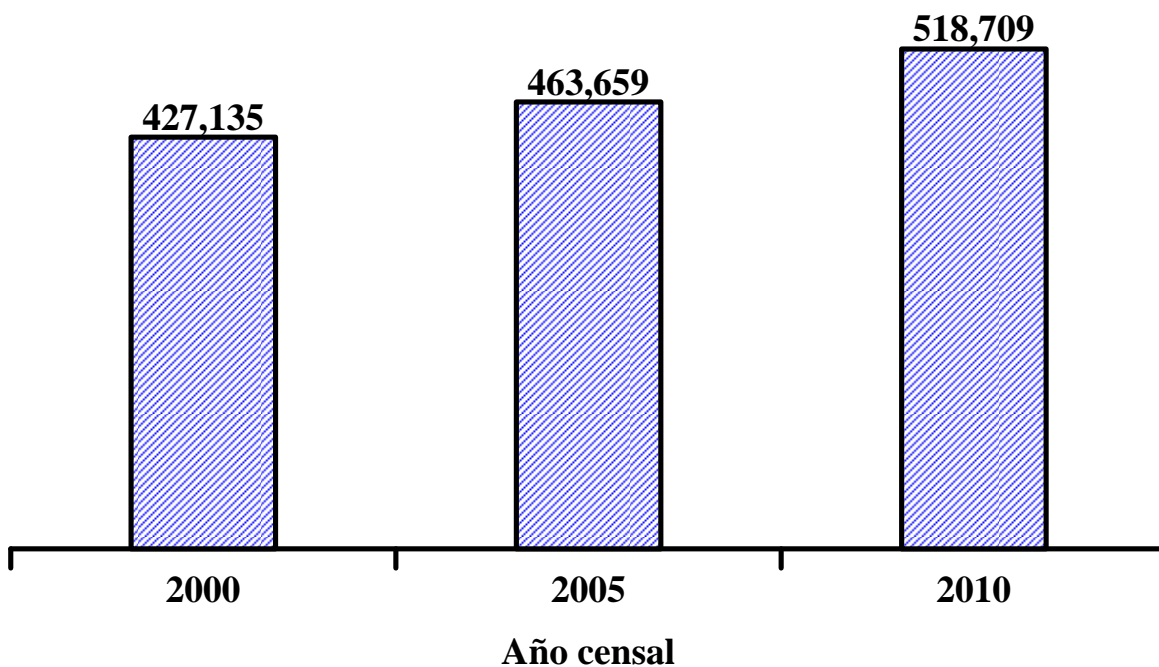
Figura 4.1.- Localización de la ciudad de Durango

El crecimiento urbano en la cabecera municipal se ha dirigido principalmente hacia el Nororiente, que es donde está la zona de los valles, propicia para el desarrollo de asentamientos humanos. En el lado poniente del municipio, donde se encuentra la zona de las sierras, el crecimiento urbano está limitado, por lo que sólo existen poblados y localidades aislados.

En 1950 el área urbana del municipio de Durango comprendía una extensión de 647.6 hectáreas, en los años subsiguientes la superficie urbana creció a un ritmo cada vez mayor, hasta llegar a 10,820 hectáreas en el 2004. En casi 55 años la ciudad creció 17 veces.

IV.2. Población de la ciudad de Durango

Desde 1950 hasta la fecha, la población del municipio de Durango ha venido incrementándose con variación en la tasa crecimiento media anual en un rango que va del 0.7% al 2.2%. De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010, la población de la ciudad de Durango llegó a los 518,709 mil habitantes, esto es el 89.08 % del total de la población municipal y el 31.77 % de la población estatal. En el periodo 2000-2010 en términos absolutos la población aumentó en 91,574 personas, lo que representa un incremento del 21.5% (ver figura 4.2).



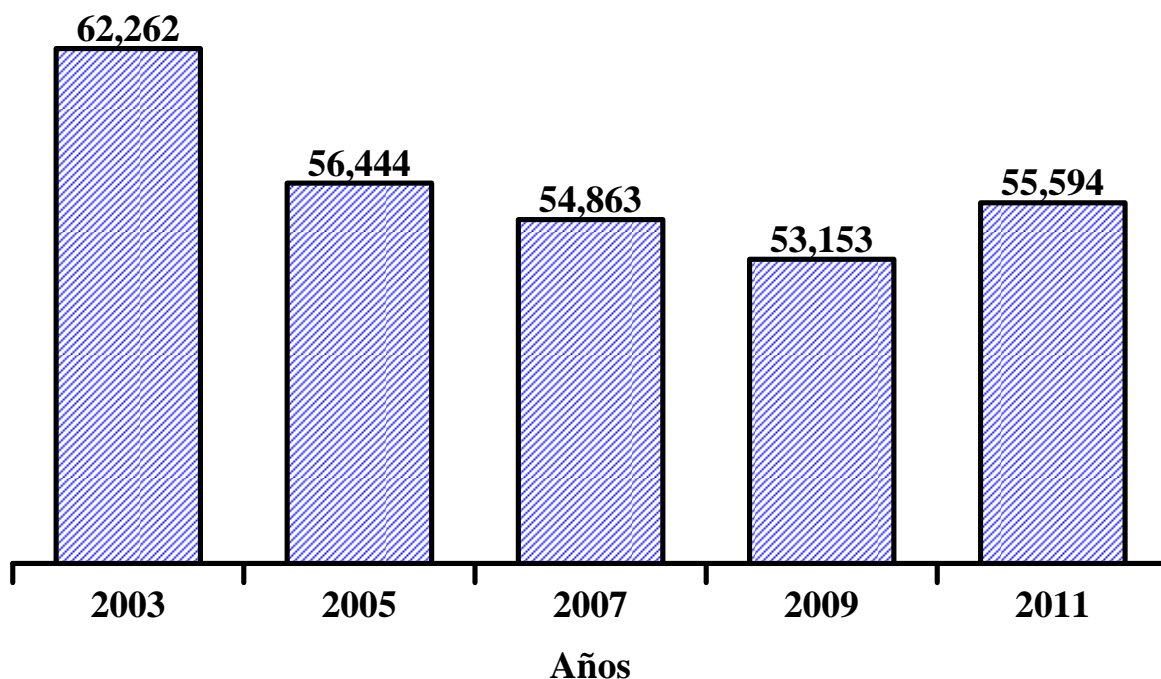
Fuente: INEGI, Censos de Población y Vivienda 2000, 2005 y 2010 .

Figura 4.2.- Crecimiento poblacional de la ciudad de Durango 2000 – 2010 (Número de Habitantes).

IV.3. Actividades económicas

Sector Primario

A nivel municipal las actividades que se desarrollan en materia agrícola se concentran en el cultivo de maíz, frijol, trigo, hortalizas y algunas variedades forrajeras como alfalfa y avena. Respecto a la ganadería, se desarrolla la crianza principalmente de ganado bovino y porcino. En la figura 4.3 se muestran los datos de la superficie sembrada en el municipio para años seleccionados. Como se puede observar hay una tendencia a la baja.

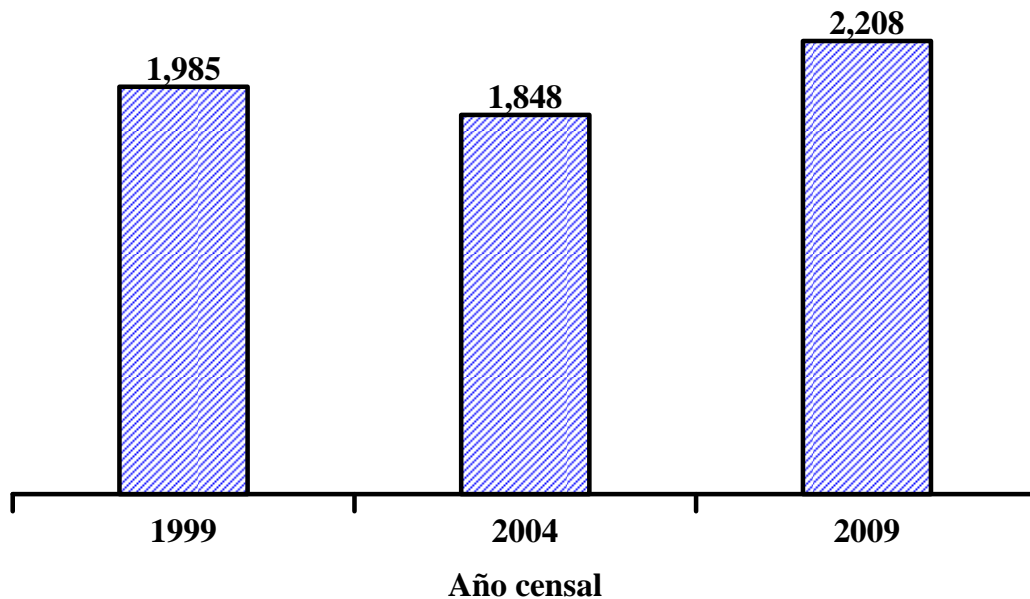


Fuente: SAGARPA, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

Figura 4.3.- Superficie sembrada en el municipio de Durango (Hectáreas).

Sector Industrial

En el municipio de Durango las principales actividades de la industria manufacturera se relacionan con el sector alimenticio, la industria de la madera, la fabricación de productos a base de minerales no metálicos, la fabricación de muebles y de productos metálicos. Del periodo 1999 al 2009, el sector creció 11.2%, asimismo, se puede observar que en el 2004 presentó una ligera disminución debido a la crisis económica de este año, ver figura 4.4.



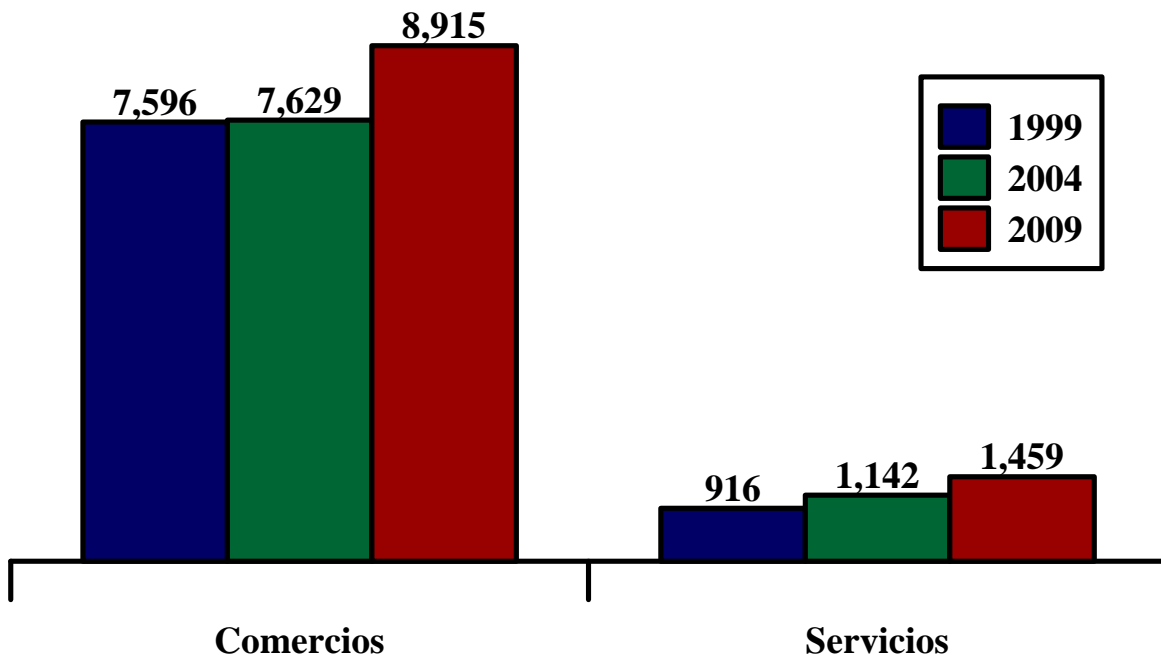
Fuente: INEGI, Censos Económicos 1999, 2004 y 2009 .

Figura 4.4.- Crecimiento de la Industria manufacturera en Durango, 1999 – 2009 (unidades económicas).

El sector minero también es una actividad económica importante en el municipio. La producción minera tiene que ver con fierro. En el 2009 en el municipio registró 25 unidades económicas de las 100 existentes a nivel estatal.

Comercio y Servicios

El municipio cuenta con una variedad y cantidad de actividades comerciales y de servicio. Entre las principales actividades está el comercio de alimentos, bebidas y tabaco, el comercio de materias primas agropecuarias, tiendas de servicio y departamentales, así como la compra venta de productos textiles, accesorios de piel y calzado, entre otros. En la figura 4.5 se muestra el crecimiento en cuanto al número de unidades económicas de estos dos subsectores.



Fuente: INEGI, Censos Económicos 1999, 2004 y 2009 .

Figura 4.5.- Crecimiento en el sector terciario en Durango 1999 – 2009 (unidades económicas).

CAPITULO V. CLIMATOLOGIA DE DURANGO

El clima es Semiseco templado y templado sub húmedo con lluvias escasas en verano y semifrío sub húmedo en invierno, con temperatura media anual promedio de 17.77 °C (Tabla 5.1). Las temperaturas mínimas se presentan en enero alcanzando una temperatura mínima normal de 3 °C, las nevadas son raras en la ciudad y suceden en promedio cada 7 años, sin embargo, si se registran con frecuencia en las montañas que la rodean. Los veranos son cálidos, alcanzando una temperatura máxima normal de 30.4 °C, lluvias regulares en los meses de junio, julio, agosto, septiembre y octubre, alcanzando los 514.2 de precipitación anual promedio (Tabla 5.1). Vientos dominantes del oeste en primavera, del noroeste en verano y otoño y del noreste en invierno (AMD 2014, SMN 2014).

El clima en la ciudad varía de acuerdo a su orografía y los factores físicos, como la altitud, que en promedio es de 1 880 metros sobre el nivel del mar. Se encuentra localizada 24° latitud Norte y 104.4° longitud Oeste. Es en los meses de junio a octubre cuando se registran los valores de precipitación máximos que representan el 87% de la precipitación media anual (PMPS-CCRPSP 2013 a, SMN 2014).

Se encuentran tres estaciones climatológicas dentro de la ciudad de Durango, estación Durango, Colonia Insurgentes y J. Isabel Robles, esta última solo con información climática diaria y de observación. A las afueras de la ciudad al lado Sureste se encuentra la estación El Pueblito, al Norte la estación Durango (Obs), siendo esta de climatología diaria, y al Sur la estación Santiago Bayacora (Figura 5.1).

Tabla 5.1. Normales climáticas 1951-2010 (SMN 2014)

Estación	Altura msnm	Temperatura Máxima normal °C	Temperatura media normal °C	Temperatura mínima normal °C	Precipitación normal anual (mm)	Evaporación total anual (mm)
Durango	1900	24.4	16.7	8.9	529.0	2 643.4
Colonia Insurgentes	1870	28.2	18.9	9.5	404.7	-
J. Isabel Robles		Climatología Diaria	-	-	-	-

Durango (Obs)		Climatología Diaria	-	-	-	-
El pueblito	1900	25.5	16.9	8.2	542.2	2 585.5
Santiago Bayacora	1900	26.3	18.5	10.6	580.9	
	Promedio		17.77		514.2	

V.1. Distribución temporal de variables climáticas en la cuenca

A continuación se presenta la distribución espacial del clima en la cuenca con información obtenida de estas estaciones climatológicas (Figura 5.1):

- Estación 10092 Durango, Durango, Durango, Cuenca Durango, altura 1 900 metros sobre el nivel del mar.
- Estación 10011 Colonia Insurgentes, Durango, Durango, Cuenca Durango, altura 1 870 metros sobre el nivel del mar.
- Estación 10175 J. Isabel Robles, Durango, Durango, Cuenca Durango, altura 1 888 metros sobre el nivel del mar.
- Estación 10017 Durango (Obs), Durango, Durango, Cuenca Durango, altura 1 872 metros sobre el nivel del mar.
- Estación 10023 El Pueblito, Durango, Durango, Cuenca Durango, altura 1 900 metros sobre el nivel del mar.
- Estación 10076 Santiago Bayacora, Durango, Durango, Cuenca Durango, altura 1 900 metros sobre el nivel del mar.

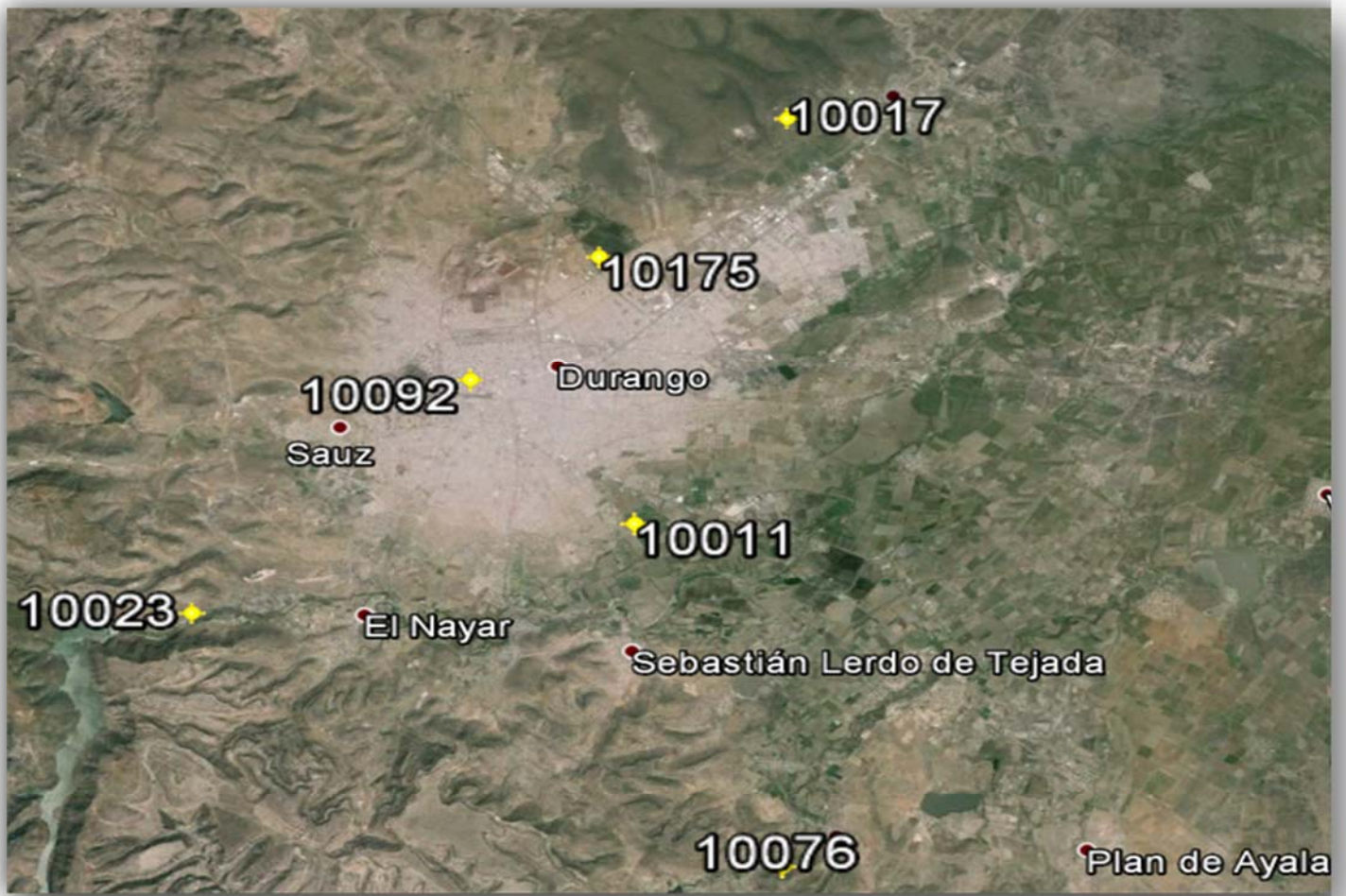


Figura 5.1. Ubicación de las Estaciones Climatológicas.

V.2. Temperaturas máximas y mínimas normales

Tabla 5.2. Temperaturas

Clave	Estación	Municipio	Cuenca	Elevación msnm	Temperatura media Máx. (°C)	Mes	Temperatura media Min.(°C)	Mes	Promedio de Temperaturas
10092	Durango	Durango	Rio San Pedro	1900	22.2	Junio	10.9	Enero	16.55
10011	Colonia Insurgentes	Durango	Durango	1870	23.7	Junio	12.5	Enero	18.1
10023	El Pueblito	Durango	Durango	1900	21.9	Junio	11	Enero	16.45
10076	Santiago Bayacora	Durango	Durango	1900	24.2	Julio	13.1	Febrero	18.65

(Véase graficas Apéndice B)

V.3. Precipitación normal

Tabla 5.3. Precipitaciones

Estación		Municipio	Cuenca	Elev, msnm	PMA, mm	PDL, días	Lluvia Acum			Comentarios
Clave	Nombre						Meses	Cant, mm	%PMA	
10092	Durango	Durango	Rio San Pedro	1900	529	58.9	Jun a Sep	411.8	77.84%	Lluvia todos los meses, 10 mm en dic
10011	Colonia Insurgentes	Durango	Durango	1870	404.7	42.8	Jun a Sep	319.6	78.97%	Lluvia todos los meses, 9.4 mm en dic
10023	El Pueblito	Durango	Durango	1900	542.2	70.5	Jun a Sep	427.4	78.82%	Lluvia todos los meses, 19.4 mm en dic
10076	Santiago Bayacora	Durango	Durango	1900	580.9	59.2	Jun a Sep	457.9	78.82%	Lluvia todos los meses, 17.7 mm en dic

(Véase graficas Apéndice B)

V.4. Evaporación normal

Tabla 5.4. Evaporación

Estación		Municipio	Cuenca	Elev, msnm	Evaporación media anual (mm)
Clave	Nombre				
10092	Durango	Durango	Rio San Pedro	1900	2,643.00
10011	Colonia Insurgentes	Durango	Durango	1870	NO_D
10023	El Pueblito	Durango	Durango	1900	2,585.50
10076	Santiago Bayacora	Durango	Durango	1900	NO_D

V.5. Criterios para determinación de sequía

El criterio para considerar la existencia de una emergencia por sequía será cuando la CONAGUA alerte o determine la existencia de una sequía severa. Por ello, un programa de medidas preventivas contra la sequía requiere conocer cuáles son los antecedentes climáticos de la localidad y cuál es su probabilidad de padecer sequías en el futuro.

Según los lineamientos de 2012, para que la CONAGUA determine la existencia de una emergencia por sequía, ésta debe analizar y dictaminar los registros climatológicos e hidrométricos de los índices denominados Índice Estandarizado de Precipitación o Standardized Precipitation Index (SPI) y el Índice de Sequía por Escurrimiento o Streamflow Drought Index (SDI).

V.6. Índice estandarizado de precipitación (SPI)

El SPI (Standardized Precipitation Index o Índice de Precipitación Estandarizado) es un índice que proporciona una evaluación de sequía, para brindar elementos de juicio útiles en la toma de decisiones sobre el manejo de presas, con respecto a las precipitaciones en la cuenca tributaria.

Su cálculo se basa en una metodología de pronóstico estadístico que requiere información climática sobre la distribución de frecuencias mensuales y trimestrales de precipitación y datos actuales de precipitación mensual.

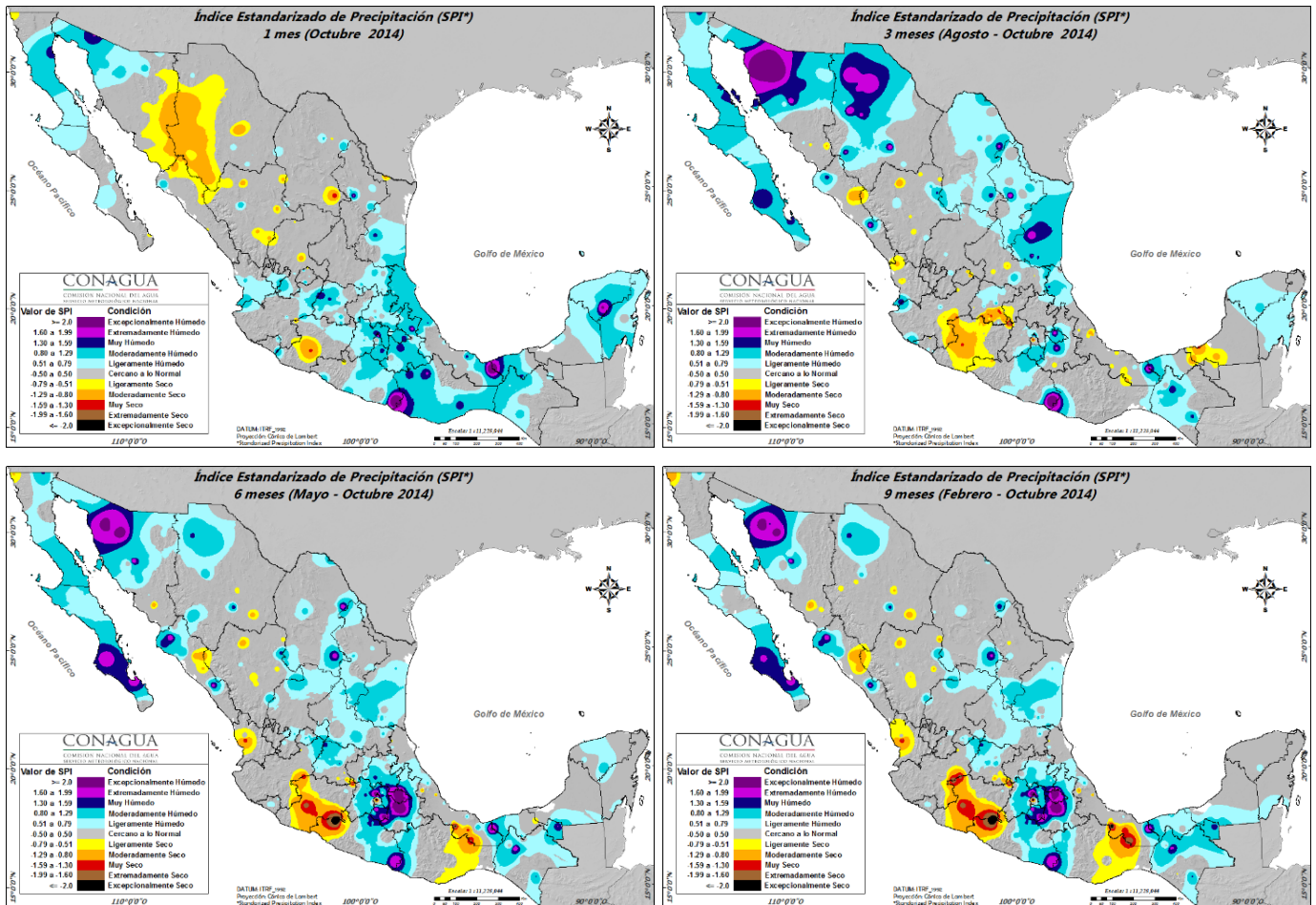
El SPI a diferentes escalas de tiempo³ (1, 3, 6, 9, 12 meses) aporta información comparativa sobre el estado de la lluvia en el corto, mediano o mayores plazos, con respecto a los mismos períodos de tiempo en los registros históricos.

El SPI a 3-meses, en particular, compara la precipitación total por ejemplo en el período diciembre-enero, febrero de cierto año con la precipitación total de esos tres meses registrada en los años previos.

Su resultado refleja las condiciones de humedad al corto-medio plazo, y una estimación estacional de la lluvia.

Es importante comparar el SPI a 3-meses con mayores escalas; ya que podría ocurrir un periodo normal de tres meses en medio de un gran registro de sequía sólo perceptible en escalas mayores; o también ver a escalas mayores evitaría una mala interpretación de que la sequía “dejó” de ocurrir en cierto plazo corto (PRONACOSE, 2014 a).

Servicio Meteorológico Nacional; SPI de México a 24, 12, 9, 6, 3 y 1 meses (SMN 2014 b).



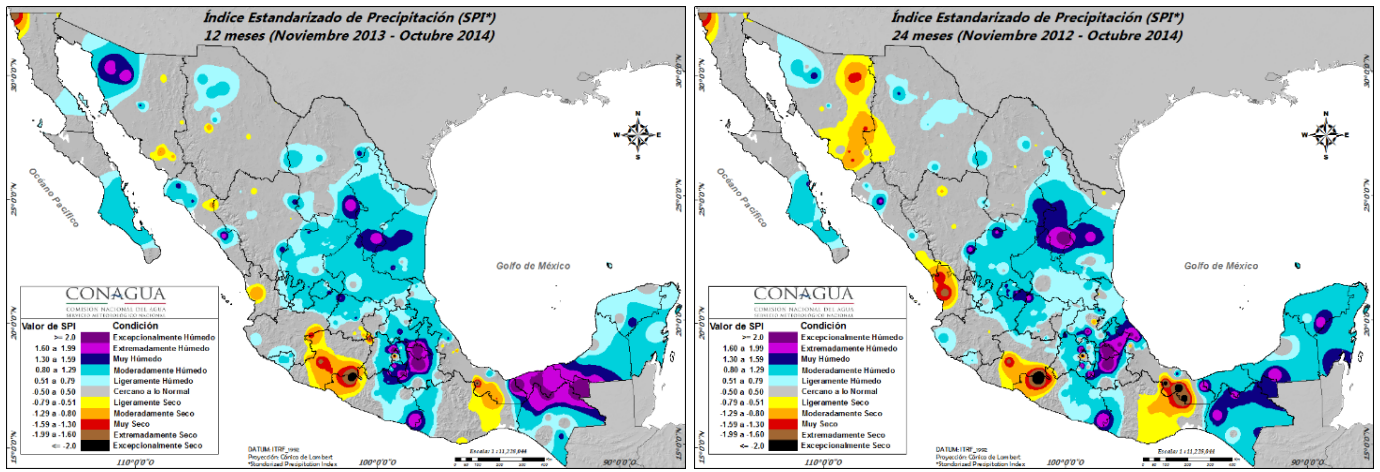


Figura 5.2. Índice Estandarizado de Precipitación.

Gráfica del indicador de sequía en ciudad de victoria de Durango basado en estación Santiago de Bayacora con datos de 1951 a 2014 a 24 hrs, se depuró el registro completo para mostrar solamente años con déficit y superávit en índice estandarizado de precipitación(PRONACOSE, 2014 d).

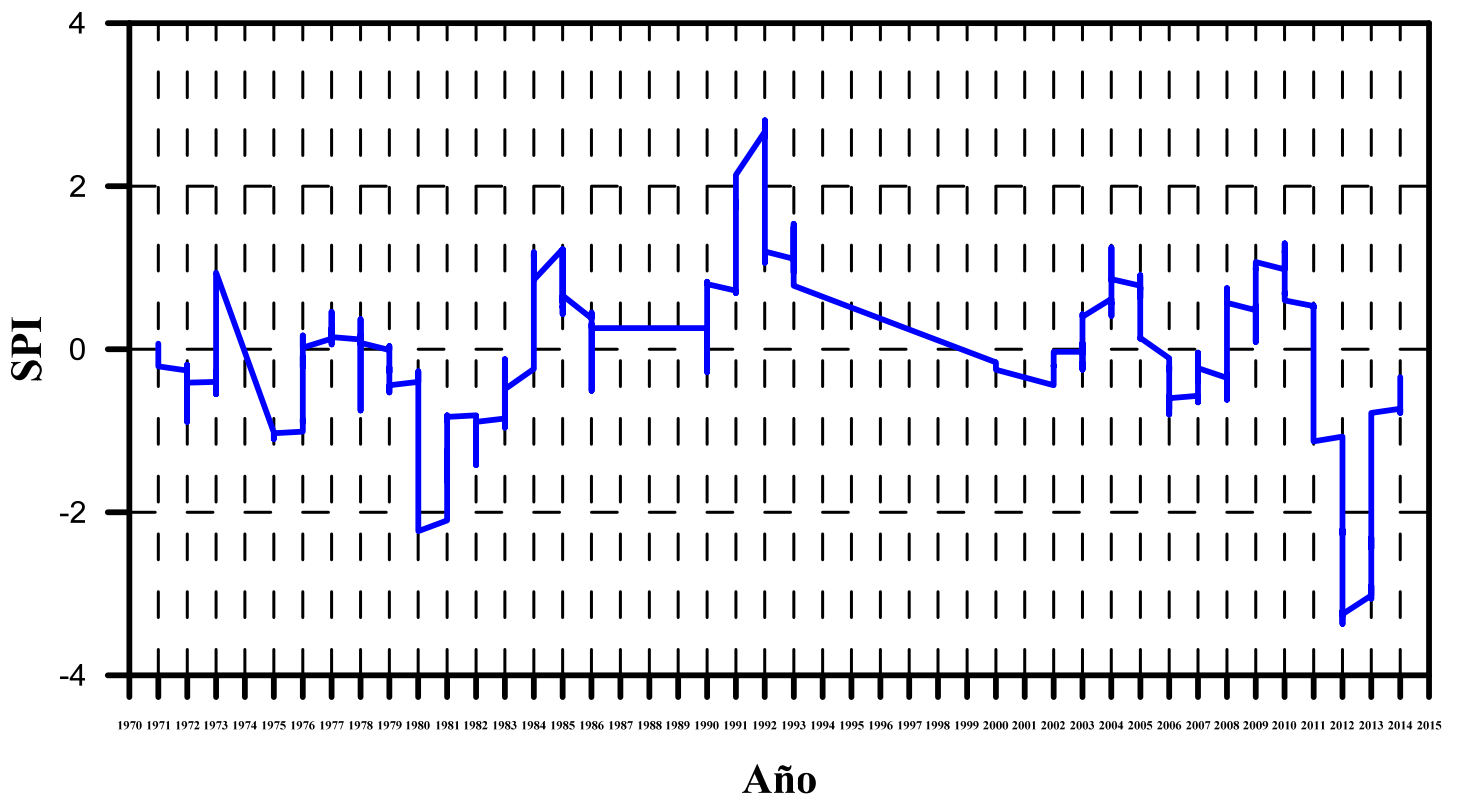
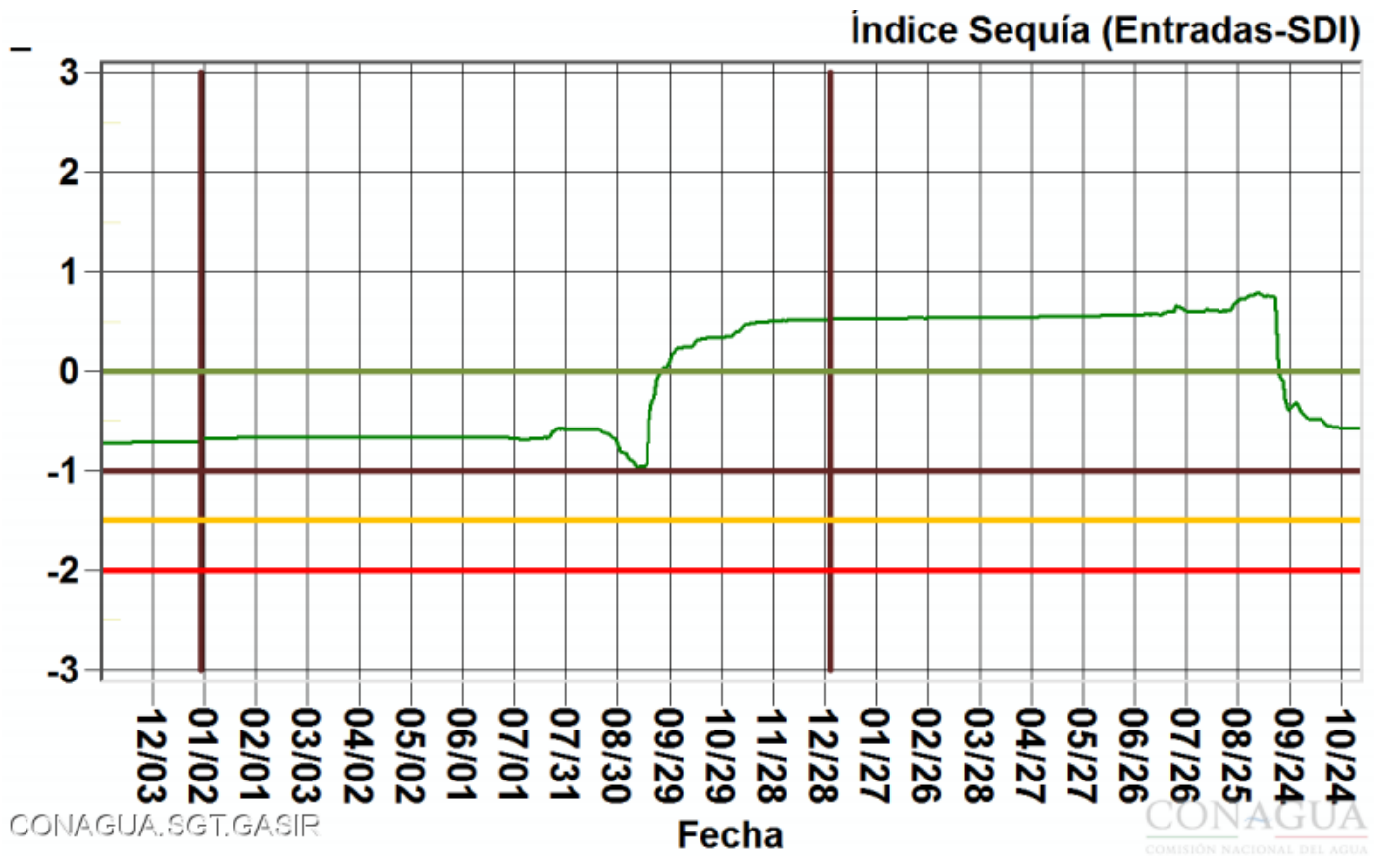


Figura 5.3. Índice Estandarizado de Precipitación.

V.7. Índice de sequía por escurrimiento (SDI)

El índice de Sequía por Escurrimiento o sequía hidrológica es el valor resultante del análisis de los registros de escurrimiento o caudal en ríos que sirve para determinar la severidad y temporalidad de una sequía. La sequía hidrológica se refiere a las deficiencias en las disponibilidades de agua, tanto de la superficie como la subterránea, y es medida con base en los escurrimientos y los niveles en lagos, embalses y los niveles en acuíferos. Como tal, las mediciones hidrológicas no son los primeros indicadores de sequía, ya que cuando la precipitación es reducida o deficiente durante un período prolongado de tiempo, esta escasez se refleja en la disminución de los niveles de agua en embalses y en los niveles de las aguas subterráneas (PMPMS-CCRSP 2013 b, PRONACOSE 2014 b).

PRESA SANTIAGO BAYACORA



Escala del Índice de Sequía por Escurrimiento

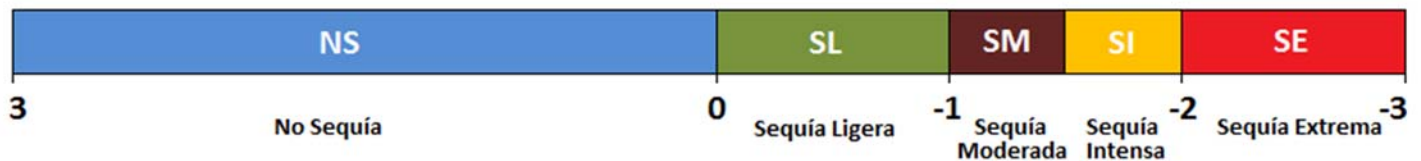


Figura 5.4. Índice de sequía por escurrimiento (PRONACOSE 2014 e).

V.8. Alertas de sequía del PRONACOSE

En la página web <http://www.pronacose.gob.mx/> del PRONACOSE, hay una pestaña llamada alertamiento de sequía dedicada a difundir información climática sobre la sequía en México.

La lista de la información publicada es la siguiente:

- Índice de sequía por escurrimiento (SDI)
- Alertamiento de sequía
- Monitor de sequía
- Indicadores de tipo de sequía por municipio
- Sequia meteorológica (mapas SPI)
- Sequía hidrológica (SDI)
- Lineamientos de la política de gestión de sequía

Es necesario conocer y revisar periódicamente el contenido de esta página a fin de identificar la información que publica sobre nuestro municipio y de actualizar la información climática en cada estación o periodo.

Información del Municipio de Durango

Tabla 5.2. Concentrado histórico del tipo de sequía del municipio de Durango (PRONACOSE, 2014 c)

CVE_CONCATENADA	10005
CVE, CONCA	10005
NOMBRE_MUN	Durango
ENTIDAD	Durango
ORG_CUENCA	Pacífico Norte
CLBV_OC	III
CONSEJO DE CUENCA	Nazas-Aguanaval

RH	36
NOMBRE_RH	Nazas Aguanaval
NOMBRE_CUE	Río Ramos
NO_CUENCA	II
NOM_SUBHID	Río Ramos y el Oro
CLV_SUBHID	36 ^a
DESCRIP	Desde el nacimiento del río Santiago y tepehuanes hasta la eh j. salomé acosta.
CRITERIO	Hidrológico
ESTADOS	Durango
31/03/2008	Severa
30/04/2008	Severa
31/04/2008	Extrema
30/06/2008	Excepcional
31/07/2008	Severa
30/04/2011	Extrema
30/05/2011	Extrema
31/06/2011	extrema
30/07/2011	Extrema
31/08/2011	Extrema
30/09/2011	Severa

01/01/1900	Severa
30/11/2011	Extrema
31/12/2011	Extrema
31/01/2012	extrema
29/02/2012	Extrema
31/03/2011	Severa
30/04/2012	Severa

Nota: se eliminaron los renglones que aparecen en cero, anormalmente seco y moderada.

Monitor de Sequía en México

En la página del SMN, hay una sección encargada de monitorear el fenómeno de la sequía en México y divulgar información sobre esta.

El monitor de sequía en México se realiza cada quince días. Incluye el análisis de los Índices/indicadores de sequía en los últimos 30, 60, 90, 180 y 360 días con corte a la fecha de emisión de los mapas. Estos índices incluyen el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI), Porcentaje de Normal de la lluvia, Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), Índice de Salud de la Vegetación (VHI), Modelo de Humedad del Suelo Leaky Bucket, entre otros.

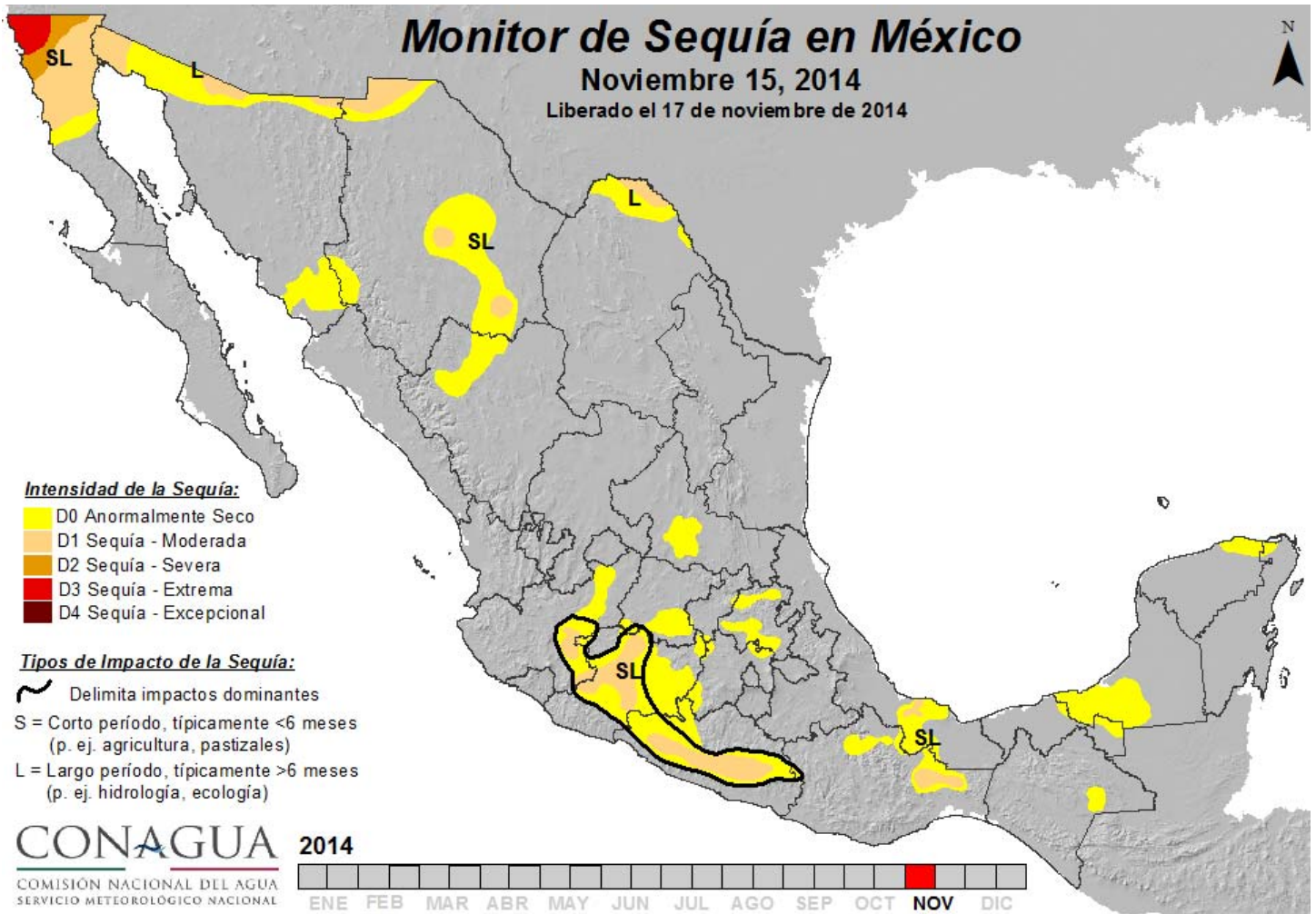


Figura 5.5. Mapa que muestra las zonas afectadas por las distintas clases de sequía

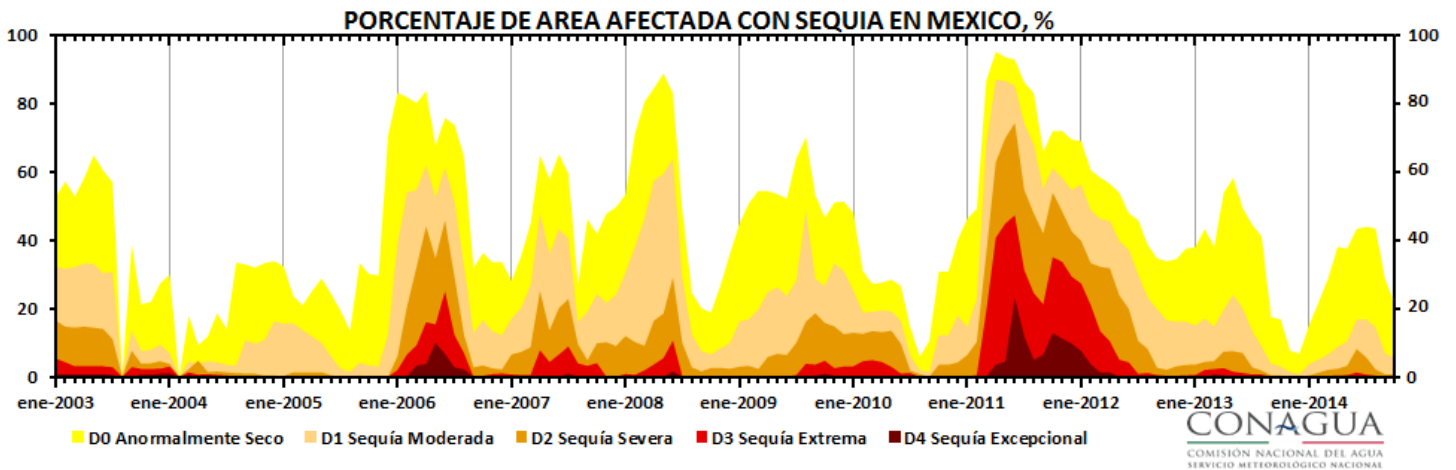


Figura 5.6. Seguimiento mensual de afectación por sequía.

Se puede observar la evolución y el porcentaje de área del país afectada con una o varias categorías de sequía para el mes de enero en el periodo de tiempo comprendido entre los años 2003 y 2014.

Monitor de Sequia de América del Norte

Es el resultado de la cooperación técnica entre expertos de sequía de México, Estados Unidos y Canadá, tiene como objetivo describir las condiciones de sequía en América del Norte. Se basa en el éxito del Monitor de Sequía de los Estados Unidos (USDN) que utiliza una metodología basada en el análisis de diversos índices o indicadores de sequía propuesta en 1999. El Centro Nacional de Datos Climáticos de los Estados Unidos (NCDC) es el encargado de coordinar las actividades entre las contrapartes de los países, que incluye un calendario de autores por país, quienes tienen la misión de reunir las evaluaciones mensuales de la sequía y generar el mapa regional de sequía de América del Norte.

Mapa de América del norte donde se observa las zonas afectadas por las distintas clases de sequías.

Mapa de América del norte donde se observa las zonas afectadas por las distintas clases de sequías.

Monitor de Sequía de América del Norte

Octubre 30, 2014

Liberado: Viernes, 14 de Noviembre, 2014

<http://www.ncdc.noaa.gov/nadm.html>

Analysts:
 Canada - Trevor Hadwen
 Patrick Bell
 Mexico - Reynaldo Pascual
 Adelina Albanil
 U.S.A. - Brian Fuchs
 Brad Rippey
 Mark Brusberg*

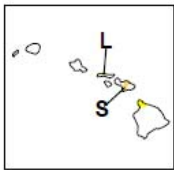
* Responsable de la integración del mapa

Intensidad de la Sequía:

- D0 Anormalmente Seco
- D1 Sequía - Moderada
- D2 Sequía - Severa
- D3 Sequía - Extrema
- D4 Sequía - Excepcional

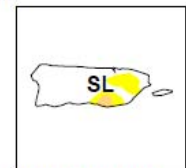
Tipos de Impacto de la Sequía:

- ~ Delimita impactos dominantes
- S = Corto periodo, típicamente <6 meses (p.ej. agricultura, pastizales)
- L = Largo periodo, típicamente >6 meses (p.ej. hidrología, ecología)



La sequía no es analizada en las áreas sombreadas

En el Monitor de Sequía se analizan condiciones de gran escala, por lo que las condiciones locales pueden variar. Para una mejor interpretación se recomienda ver el texto anexo.



Las regiones en el norte de Canadá podrían no ser tan precisas como el resto, debido a limitaciones en la información.



Figura 5.7. Mapa de América del norte donde se observa las zonas afectadas por las distintas clases de sequías.

CAPITULO VI. EVALUACIÓN DE LA OFERTA/ABASTO DE AGUA

VI.1. Antecedentes

A finales del siglo XVIII Las calles de la ciudad de Durango eran recorridas por acequias que conducían el agua de los manantiales para el riego de huertos y para uso doméstico. En el año 1900 se llevaron a cabo algunos trabajos de introducción de agua con tuberías a presión. El año de 1969 se puso en funcionamiento la rehabilitación del sistema de agua potable y alcantarillado de lo que actualmente es el centro histórico de la ciudad, La Colonia Obrera, La Colonia Morga, Benjamín Méndez, Maderera, Santa María, Tierra Blanca, Analco, El refugio, Insurgentes, Juan de la Barrera, IV Centenario, La Esperanza, Guillermina, Olga Margarita, Hipódromo, Nueva Vizcaya, Real del Prado, Del Maestro, Santa Fe y Ciénaga. Lo que se abastece con un gasto de 400 litros por segundo del manantial del Ojo del Obispo y de los pozos profundos localizados al sur de la ciudad. La red actual en esa etapa aprovechó 57 370 metros de tubería existente de agua potable y 95 915 metros de tubería de alcantarillado.

En 1969, después de un financiamiento bancario solicitado por el H. Ayuntamiento y autorizado por el Gobierno Federal, se creó la Junta Federal de Agua Potable y Alcantarillado JEAPA.

En 1982, después de un plan de descentralización, se acordó que el Estado se hiciera cargo del Agua Potable cambiando su nombre a Junta Estatal de Agua Potable y Alcantarillado (JEAPA).

Con trabajos de ampliación y mejoramiento, fueron realizados proyectos por la jefatura de agua potable y alcantarillado de la Secretaria de Recursos Hidráulicos, con un periodo de vida útil de 20 años para una población estimada de 200 000 habitantes en 1987 asignando una dotación de 300 lt/hab/día. Para el día de máximo consumo se consideró un gasto de 835 lps en esta etapa, se construyó además un tanque superficial de concreto armado de 10,000 m³ de capacidad, ubicado en la falda sur del cerro del mercado, para regularizar un gasto procedente de los pozos perforados en el aeropuerto antiguo, el pozo del internado Juan Villalobos y el Manantial del Obispo, con un gasto de 518 lps y que regularizado en el tanque se obtenían hasta 777 lps en las horas de máximo consumo. La longitud total de la red en esta etapa fue de 208 301 m se contaba con 16 100 tomas domiciliarias de las cuales 150 661 m de tubería nueva.

En lo referente a la red de alcantarillado el gasto en 1967 era de 330 lps y se proyectó para un gasto de 700 lps con un gasto máximo instantáneo de 1 400 lps .Se tendieron 771 579 m de tubería en atarjeas y colectores y se aprovecharon 97 915 m de tubería existente para un total de 175 494 m. Se instalaron 3 400 descargas domiciliarias que aunadas a 12 500 existentes, daban un total de 15 900.

Se instaló un colector pluvial en el margen izquierdo del arroyo de la acequia grande, con una capacidad de 6 300 lps.

En lo que se refiere al saneamiento, se construyeron 6 lagunas de oxidación para el tratamiento de aguas negras, en un área total de 86 hectáreas ubicados al Noreste de la ciudad en donde se encuentra actualmente la planta de tratamiento de aguas residuales. Estas lagunas se diseñaron para tratar un gasto de 417 lps.

Inicialmente el sistema fue operado y administrado por la Junta Federal de Agua Potable dependiente de la Secretaria de Recursos Hidráulicos, sustituyendo al Ayuntamiento quien operaba el sistema.

Al construir la presa Guadalupe Victoria se consideró una capacidad de almacenamiento para suministrar 500 lps, para abastecimiento de agua potable a la ciudad, independientemente de la prevista para riego (Secretaria de Recursos Hidráulicos vol. XXIII 1969 revista informativa Vol. 3, del Ing. Alfonso Bueno Carrera), como una fuente alternativa que a largo plazo sustituyera parte del caudal procedente de pozos profundos, para evitar la sobre explotación del acuífero, desde luego sería la construcción de una planta potabilizadora.

En 1989, se forma la Comisión Nacional del Agua y uno de sus propósitos era la de Municipalizar los Organismos de Agua Potable, creando en 1990 el Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (SIMAPA).

El 23 de Junio de 1992, se acordó la descentralización del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado, creando un Organismo Público denominado Sistema Descentralizado de Agua Potable y Alcantarillado (SIDEAPA), acuerdo presentado ante la H. Legislatura del Estado, publicado el 20 de Agosto de 1992, según decreto número 402 en el Periódico Oficial de la Federación, pero entrando en vigor como SIDEAPA el 9 de Diciembre de 1992, para ese entonces el Sistema contaba con 75 pozos profundos y con 100,000 tomas de agua instaladas.

El sistema de agua potable, cuenta en lo que se refiere a captación con 76 pozos profundos en operación, los cuales en un conjunto producen un gasto de 2 881 lps.

"De acuerdo al proyecto ejecutivo integral del sistema de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Durango", realizado en el año de 1996, financiado por la Comisión Nacional del Agua y de acuerdo a un estudio pitométrico para conocer el gasto que producen los equipos de bombeo instalados en los pozos, este encontró que en conjunto producen 2 709.93 lps.

VI.2. Suministro

La ciudad de Durango se abastece de agua potable del acuífero Valle del Guadiana, el cual se encuentra sobre explotado pues presenta un déficit de 34.9 millones de metros cúbicos/año y se encuentra en veda de control por tiempo indefinido, según lo publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 19 de diciembre de 1956.

El abastecimiento se realiza a través de 90 pozos perforados, sin embargo solamente se tienen en operación 76 pozos que en conjunto producen en promedio 2 660 lps, para uso doméstico, comercial, industrial y para las dependencias de gobierno de los tres niveles. La ubicación de los pozos a lo largo de la ciudad se muestra en la Figura 6.1.

La información disponible referente a la producción histórica de agua bombeada de los pozos hacia a la red de agua potable se muestra en la Tabla 6.1. Se puede observar que en cada año la cantidad de agua producida en lps aumenta ligeramente.

Tabla 6.1. Producción histórica de agua.

Año	Cantidad de agua producida en lps.		Totales
	Superficial	Subterránea	
2014	----	2,662	2,662
2013	----	2,589	2,589
2012	----	2,546	2,546
2011	----	2,520	2,520
2010	----	2,487	2,487
2009	----	2,466	2,466
2008	----	2,438	2,438
2007	----	2,427	2,427
2006	----	2,370	2,370

En promedio se extraen 83 948 832 m³ de los 76 pozos en operación. En la Tabla 6.2 se muestra la variación estacional de los consumos de agua, en la cual se puede observar que los volúmenes de agua son muy similares a lo largo del año. Sin embargo, se puede observar una reducción en los volúmenes obtenidos en el periodo 2010 – 2013 con respecto a los volúmenes del periodo 2007 – 2010.

Tabla 6.2. Producción histórica de agua.

Meses	Consumo global promedio (m ³) Período 2010 – 2013	Meses	Consumo global promedio (m ³) Período 2007 – 2010
Enero	2,473,526	Enero	2,541,440
Febrero	2,422,368	Febrero	2,523,791
Marzo	2,378,071	Marzo	2,494,093
Abril	2,479,107	Abril	2,566,648
Mayo	2,476,636	Mayo	2,604,987
Junio	2,605,202	Junio	2,589,419
Julio	2,478,323	Julio	2,545,930
Agosto	2,418,369	Agosto	2,537,524
Septiembre	2,437,048	Septiembre	2,499,306
Octubre	2,393,050	Octubre	2,505,537
Noviembre	2,440,109	Noviembre	2,542,671
Diciembre	2,457,504	Diciembre	2,504,785

En cuanto a la calidad del agua extraída del acuífero, en el estudio de la CNA se presentan las siguientes conclusiones:

- La concentración de sólidos totales disueltos varía de 100 a 600 ppm, encontrándose las menores al Este y Suroeste de la ciudad, donde los valores fluctúan entre los 100 a 200 ppm. En el Norte se registraron valores que varían de 300 a 340 ppm; al Sureste las concentraciones fueron mayores de 400 ppm y en el Sureste de la ciudad se registraron las mayores concentraciones, alcanzando valores de hasta 640 ppm.
- En lo que respecta a las concentraciones de calcio en el Oeste y centro de la ciudad, los valores fluctúan entre los 10 a 15 ppm. En el Norte las concentraciones varían entre 30 a 40 ppm; al Sureste varían entre 20 y 30 ppm.

- Las concentraciones de sulfatos son menores de 40 ppm, variando entre 20 y 30 ppm al Sur y Este del valle y con mínimas de 10 ppm que se presentan al Norte.
- Las concentraciones de arsénico varían entre 0.010 y 0.200 mg/l, mientras que la norma oficial mexicana (NOM – 014 – SSA1 – 1993 – 2000) establece que el límite permitido (LP) para el agua de uso y consumo humano es de 0.025 mg/l. En relación a los fluoruros, se presentan concentraciones entre 1 y 20 mg/l, mientras que el LP es de 1.5 mg/l.

VI.3. Regularización

El sistema de regularización de la ciudad de Durango cuenta con 75 tanques de almacenamiento. En la tabla 6.3. Se muestran las características de los tanques.

Tabla 6.3. Características de los tanques de almacenamiento.

Tanques de almacenamiento	Tipo	Número de tanques	Capacidad (m ³)	Antigüedad
Elevados	Acero	25	1,072	30 y 40 años
	Concreto	3	218	30 y 40 años
Superficiales	Acero (vidrio fusionado al acero)	32	56,690	10 años
	Concreto	3	15,010	30 y 40 años
	Mampostería	12	8,846	30 y 40 años

Sin embargo, actualmente el abastecimiento se realiza solo hacia 38 tanques, que en conjunto cuentan con una capacidad de 33 300 m³. En la Figura 6.1 se muestra la ubicación de los tanques.

VI.4. Distribución

La forma de distribución de la red de agua potable en la ciudad de Durango es “mixta” debido a que el agua suministrada por algunos pozos es entregada a tanques de almacenamiento, por ejemplo la batería de pozos La Ferrería que alimenta a los tanques superficiales de Los Remedios y a partir de estos se abastece a la red de distribución de la zona centro de la ciudad, y los pozos restantes alimentan a la red de distribución directamente

con excedencias a tanques de almacenamiento tipo elevado o superficial. En cuanto a la configuración actual de la red esta se desconoce, es decir, si la configuración de la red primaria es de tipo cerrada, abierta o combinada. Además, cabe mencionar que actualmente la red de distribución no se encuentra sectorizada, situación que se agrava en las zonas con infraestructura obsoleta por su antigüedad e insuficiencia operativa.

De acuerdo con la información disponible, la longitud estimada de la red es de 1 170 km, de los cuales el 65% tiene una vida de servicio mayor a los 20 años, el 25% de la red cuenta con edades que fluctúan entre los 10 y 20 años y solamente el 10% de las redes son de reciente creación, menos de 10 años, en tanto al déficit entre el caudal de agua disponible en la red y el caudal de agua requerido por los usuarios no se tiene registro de este parámetro. El servicio de agua potable se proporciona durante las 24 horas del día en forma continua asegurando la cobertura de distribución al 98 % de la mancha urbana. La cobertura del servicio se presenta en la Tabla 6.4, donde se muestran la distribución por tipo de usuario, agua medida, agua facturada y agua cobrada.

Tabla 6.4 Cobertura del servicio de agua.

	Tipo de usuario			
	Residencial	Comercial	Industrial	Público/ Gubernamental
Total de tomas (A)	142,972	8,515	389	422
Tomas con medidor (B)	92,944	6,954	352	422
Tomas con medidor funcionando (C)	89,263	6,954	352	422
Consumo total (m³) (D)	64 482 591.87	5 052 199.48	826 328.18	2 123 808.39
Cobertura de micromedición instalada (B/A * 100)	65%	81,67%	90.49%	100%

Cobertura de micromedición funcionando (C/A *100)	62,43%	81,67%	90,49%	100%
Consumo por toma(D/A)	451.02	593.33	2124.24	5032.72

Fuente: AMD

En la Tabla 6.5 se muestra información estadística de la dotación y consumo de agua en la ciudad. Para la valoración de los parámetros en los años sin registro, fue necesario estimar primero la población de los años sin datos con el método de porcentaje constante (crecimiento geométrico), posteriormente se calculó la dotación per cápita como el cociente del volumen producido anual y el número de habitantes, mientras que para el cálculo del consumo per cápita, dado que es un parámetro en que se consideran las pérdidas de agua, se consideró solamente el consumo facturado anual.

Tabla 6.5 Consumo y dotación per cápita.

Año	Volumen producido	Volumen facturado	Población	Dotación per cápita diaria	Consumo per cápita
	(m³)	(m³)	(habitantes)	(l/hab/día)	(l/hab/día)
2004	----	----	----	405.03	----
2005	----	----	463,659	423.63	----
2006	74,740,320	----	479,920*	412.31	371.08
2007	76,537,872	----	489,331*	415	373.5
2008	76,884,768	----	498,927*	409.03	368.12
2009	77,767,776	----	508,711*	404.41*	363.97
2010	78,430,032	----	518,709	404.93*	364.49
2011	79,470,720	----	528,858*	403*	362.7
2012	80,290,656	29,285,000	539,229*	400.62*	360.55*
2013	81,646,704	29,638,000	549,803*	401.34*	361.2
2014	83,948,832	----	560,585*	410.28*	----

Fuente: Organismo Operador AMD, INEGI Censo 2005 y 2010, Indicadores de gestión PIGOO. Nota: * proyección propia.

En cuanto a la eficiencia física, comercial y global de la red, en la Tabla 6.6 se muestra tanto información estadística como teórica.

Tabla 6.6 Eficiencia.

Año	Volumen producido	Volumen facturado	Volumen Recaudado	Eficiencia física	Eficiencia comercial	Eficiencia Global
2004	----	----	----	38.16	----	----
2005	----	----	----	35.95	----	----
2006	74,740,320	----	----	38.23	----	----
2007	76,537,872	----	----	38.22	----	----
2008	76,884,768	----	----	40.09	----	----
2009	77,767,776	----	----	----	----	----
2010	78,430,032	----	----	----	----	----
2011	79,470,720	----	----	----	----	----
2012	80,290,656	29,285,000	20,499,500	36.47	70	25.53
2013	81,646,704	29,638,000	20,746,600	36.30	70	25.41
2014	83,948,832	----	----	----	----	----

Fuente: AMD, Indicadores de gestión PIGOO.

Cabe mencionar que AMD ya ha emprendido acciones de rehabilitación de redes y tomas en el centro de la ciudad, pero es necesario que este programa se continúe para rehabilitar la red de distribución más deteriorada y/o antigua, sobre toda aquella que presenta una vida de servicio mayor a los 20 años.

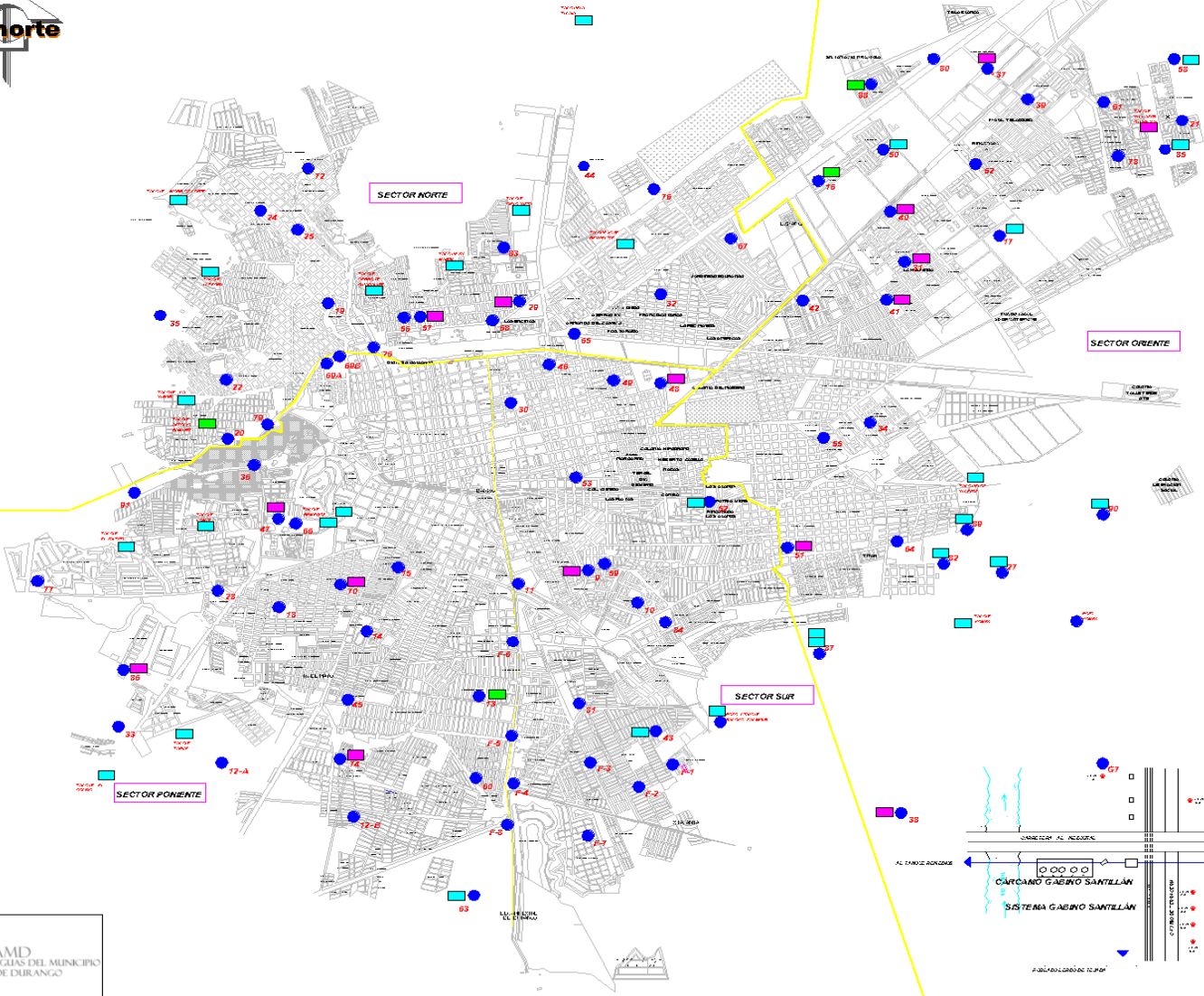
Figura 6.1.- Ubicación de los pozos y tanques de almacenamiento

UBICACIÓN DE POZOS Y TANQUES



SIMBOLOGIA

- POZOS EN OPERACION
- TANQUE DE MATERIAL
- TANQUE DE VIDRIO FUSIONADO AL ACERO
- TANQUE DE VIDRIO O DE ACERO



VI.5 Sistema de tratamiento de aguas residuales

El sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Durango consta de 5 plantas que en conjunto suman una capacidad de tratamiento de 2 790 lps. La ubicación de las plantas a lo largo de la ciudad se muestra en la Figura 6.2. A continuación se describen brevemente las características de cada una de las plantas de tratamiento.

Planta de tratamiento Oriente

Se trata de una planta de tratamiento a base de procesos biológicos, con una capacidad de diseño de 2 000 lps, actualmente está operando con una capacidad de 1 660 lps. El agua tratada es de origen doméstico que se destina para su reúso en actividades agrícolas, industriales y para el riego de jardines. Los últimos resultados del análisis de la calidad del agua tratada por esta planta indican que cumple con lo establecido en la normatividad vigente, dado que los valores obtenidos para DBO₅ y para SST se encuentran por debajo del límite máximo. Por último, el número de habitantes beneficiados con el saneamiento del agua residual de acuerdo con la capacidad tratada es de 570 240.

Planta de tratamiento Sur

Es una planta de tratamiento a base de lodos activados con una capacidad de diseño de 600 lps en la actualidad está operando con una capacidad de 570 lps. El agua tratada es de origen doméstico que se destina para su reúso en actividades agrícolas y para el riego de jardines. Los últimos resultados del análisis de la calidad del agua tratada por esta planta indican que cumple con lo establecido en la normatividad vigente, dado que los valores obtenidos para DBO₅ y para SST se encuentran por debajo del límite máximo. Por último, el número de habitantes beneficiados con el saneamiento del agua residual de acuerdo con la capacidad tratada es de 151 200.

Planta de tratamiento Cristóbal Colón

La planta de tratamiento es a base de lodos activados, con una capacidad de diseño de 100 lps, actualmente está operando al 50 % de su capacidad. El agua tratada es de origen doméstico que se destina para su reúso en actividades agrícolas. Los últimos resultados del análisis de la calidad del agua tratada por esta planta indican que cumple con lo establecido en la normatividad vigente, dado que los valores obtenidos para DBO₅ y para SST se encuentran por debajo del límite máximo. Por último, el número de habitantes beneficiados con el saneamiento del agua residual de acuerdo con la capacidad tratada es de 21 600.

Planta de tratamiento Del Parque

Se trata de una planta de tratamiento a base de lodos activados, con una capacidad de diseño de 30 lps, y actualmente está operando a su máxima capacidad. El agua tratada es de origen doméstico que se destina para su

reúso en actividades agrícolas. Los últimos resultados del análisis de la calidad del agua tratada por esta planta indican que cumple con lo establecido en la normatividad vigente, dado que los valores obtenidos para DBO₅ y para SST se encuentran por debajo del límite máximo. Por último, el número de habitantes beneficiados con el saneamiento del agua residual de acuerdo con la capacidad tratada es de 12 960.

Planta de tratamiento Dalila

Es una planta de tratamiento a base de lodos activados, con una capacidad de diseño de 60 lps Sin embargo, actualmente está sin operar por falta de caudal.

VI.6 Recarga del acuífero

La recarga total media anual estimada en el acuífero Valle de Guadiana es de 117.03 millones de m³/año. La descarga natural comprometida estimada es de 17.57 millones de m³/año y la extracción anual concesionada, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el REPDA, es de 134.32 millones de m³/año. Se concluye que el acuífero presenta una sobreexplotación de 34.86 millones de m³ anuales.

VI.7 Deficiencias de información y propuestas de solución

En este apartado se señalan algunas deficiencias de información y a la vez se plantean algunas propuestas de solución.

No se cuenta con una base de datos actualizada de las características de la red distribución de la ciudad por lo que se recomienda realizar un levantamiento detallado de los siguientes componentes:

- Longitud total de tubería de la red
- Longitud de tubería rehabilitada
- Números de tomas registradas
- Números de tomas rehabilitadas
- Eficiencia física
- Volumen de agua recaudado
- Presión de la tubería

No se cuenta con un levantamiento de la infraestructura de drenaje sanitario por lo que se recomienda realizar un levantamiento detallado de los siguientes componentes:

- Tubería

- Material de construcción
- Diámetros
- Gasto de diseño
- Gasto de operación
- Antigüedad

No se cuenta con un registro histórico de los volúmenes de agua procesados y perdidos en cada etapa del sistema:

- Volumen de conducción
- Volumen de desinfección
- Volumen de distribución
- Volumen facturado y recaudado

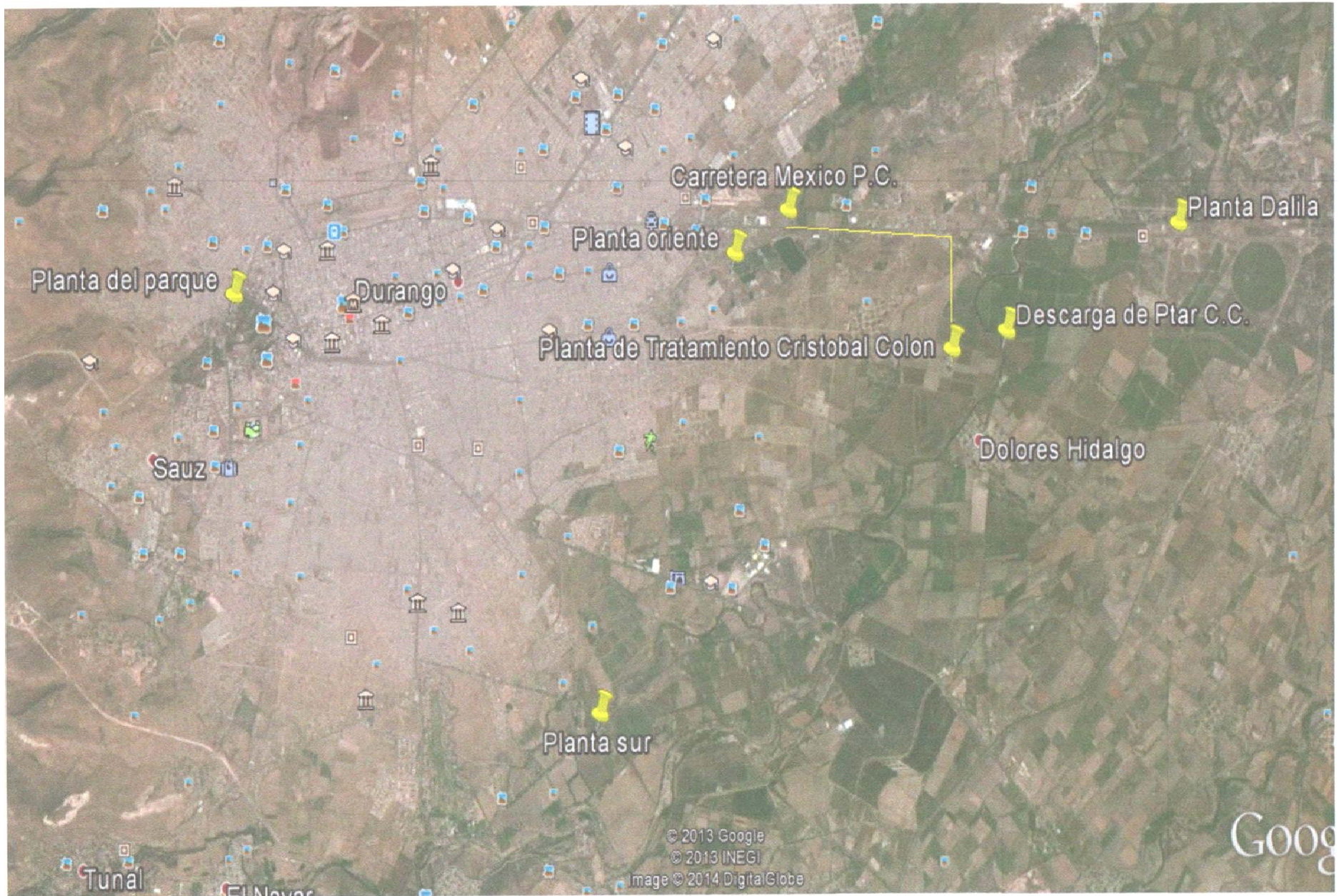


Figura 6.2.- Localización de las plantas de tratamiento

CAPÍTULO VII. EVALUACIÓN DE LA DEMANDA/CONSUMO.

Los servicios relacionados con el agua potable son un indicador importante del nivel de desarrollo de un país o de una comunidad. Se trata de un servicio básico que se vuelve crítico cuando la cobertura de la población atendida es insuficiente o cuando la calidad del servicio o del propio líquido ofrecido es baja. En Durango la demanda de agua potable se ha atendido en función del crecimiento poblacional identificado en los asentamientos de nueva creación o bien en las áreas productivas emergentes. Aunado a lo anterior, la demanda ocasionalmente no se cumple a cabalidad cuando existe déficit de agua en las fuentes de abastecimiento o bien que la calidad de la misma por incrementos en las concentraciones de Arsénico, flúor u otros minerales que ocasionan daños a la salud. Por ello, cumplir con la demanda actual y futura del 100% es un reto para el organismo operador ya que ello se traduce en mayores inversiones para rehabilitar o construir infraestructura para el abastecimiento de agua superficial, así como capacitar al personal y modernizar los sistemas de operación y control con que cuenta actualmente.

En un sistema de agua potable la demanda es la cantidad de agua que los diferentes usuarios utilizan para realizar sus actividades domésticas, industriales, comerciales y otras.

Estos grupos de consumidores presentan características comunes incluyendo el nivel socioeconómico, de ellos el consumidor más importante es el doméstico.

De acuerdo al nivel de ingreso, existen diferentes usos de agua que se reflejan proporcionalmente en los consumos, a mayor nivel de ingresos el agua se usa más intensivamente y por ende mayor capacidad de pago.

Los antecedentes de la facturación del último año permiten determinar la cobertura actual del servicio y la facturación promedio mensual por conexión, es un indicador del porcentaje de cumplimiento en el suministro. Si existe déficit en el sistema de abastecimiento se impactarán negativamente los ingresos del organismo operador, por lo que deberán planearse estrategias que minimicen estos eventos o bien que los prevengan. Por lo anterior, la demanda está relacionada con la cobertura del servicio, padrón y tipo de usuarios, consumo, dotación per cápita y las eficiencias del sistema.

7.1 Cobertura del servicio.

De acuerdo a la Ley de Aguas Nacionales, todos los mexicanos deben tener acceso al agua de manera suficiente, asequible, de buena calidad y oportunidad y con ello hacer valer el derecho humano establecido en el artículo 4 Constitucional, de que sea un elemento que contribuya a disminuir la pobreza en el país y que propicie el bienestar social.

Este proceso a su vez se deriva de un concepto de continuidad atendida desde hace algunos años en la planeación hidráulica de México, especialmente en la de proporcionar agua para el consumo humano, así como enfrentar los desafíos por la presencia de fenómenos extremos y más recientemente con tener estrategias y políticas públicas para mejorar la gestión del recurso hídrico en respuesta a la variabilidad climática.

En la actualidad en la ciudad de Durango se tiene una cobertura de agua entubada del 98%, esta tendencia se ha mantenido a partir de 2008. La Figura 7.1 muestra los porcentajes de cobertura para la ciudad de Durango. En ella se identifican las zonas con población más vulnerable, las áreas oscuras son las que tienen mayor cobertura del servicio y las zonas identificadas con colores más claros tienen porcentajes de servicio de agua menor y las de color blanco no tienen el servicio. Es importante definir una sectorización de abastecimiento para la ciudad a fin de que en época de escasez se tenga un menor impacto en el servicio. Así mismo se debe procurar aumentar la cobertura hasta lograr el 100 %, el Cuadro 7.1 muestra la cobertura del abastecimiento de agua para la ciudad de Durango.

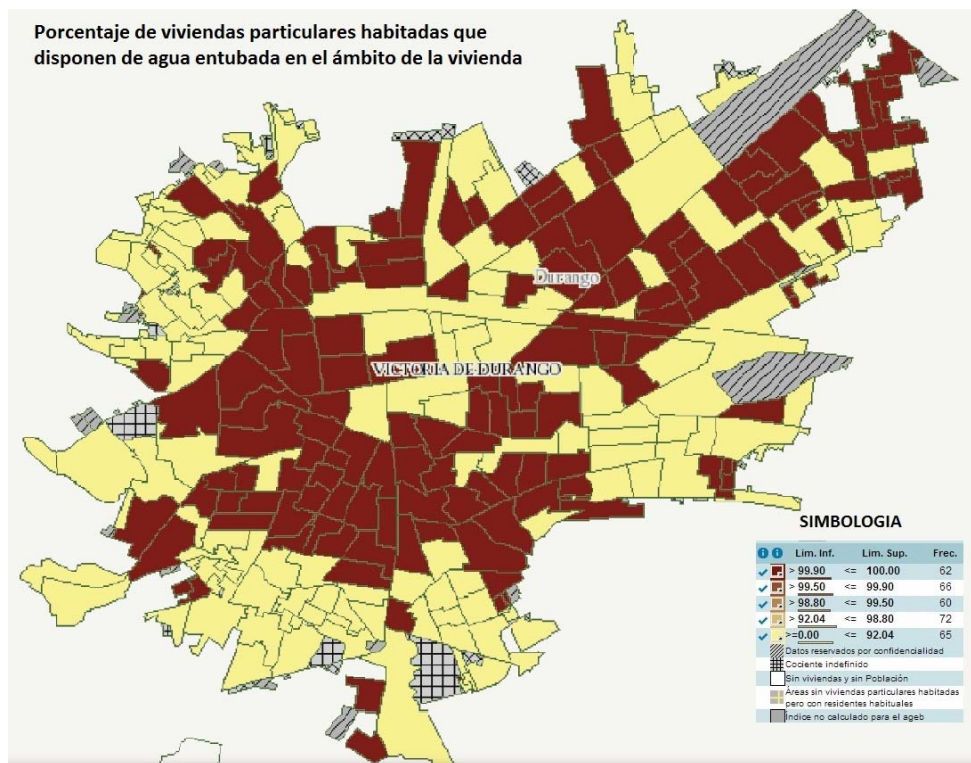


Figura 7.1 porcentaje de viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada.

Cuadro 7.1 Cobertura del servicio de agua para la ciudad de Durango

Año	Viviendas totales	Volumen facturado (m ³)	% de viviendas con toma de agua potable en la vivienda
1995	100 264	10 978 908	97
2000	112 288	11 475 833	98
2005	127 007	12 954 714	98
2010	142 017	14 876 990	98

Fuente: AMD

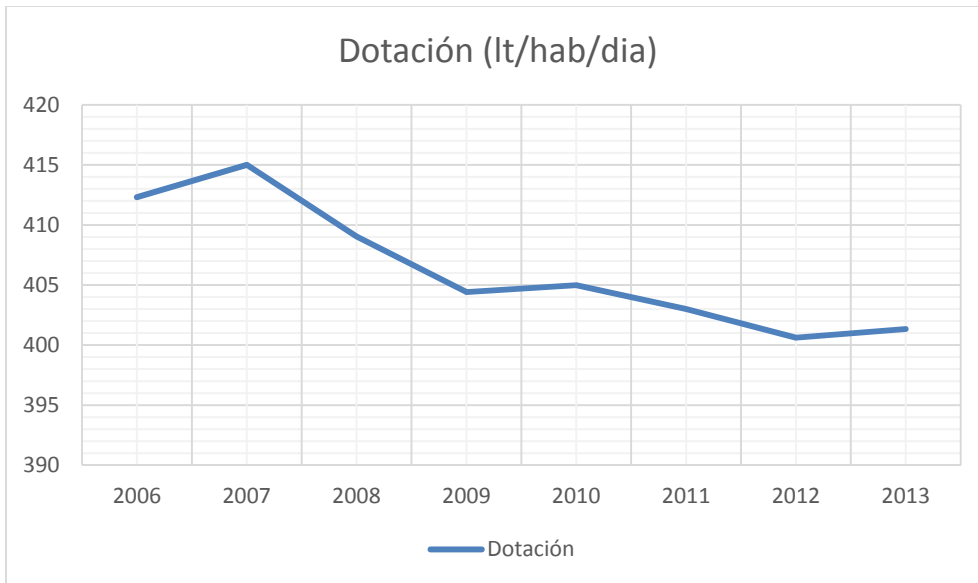
7.2 Padrón de usuarios

El indicador del padrón de usuarios está relacionado con el análisis de la demanda, con los ingresos del subsector, con la administración y con la planeación de infraestructura futura y la apertura de nuevas fuentes de abastecimiento. En 2013 en la ciudad de Durango se tienen aproximadamente 142 972 tomas para el suministro de agua domésticas que corresponden al 93.87 por ciento del total, en el comercial se tiene un padrón de 8 515 usuarios que pertenecen al 5.59 por ciento del total y 389 usuarios industriales que equivalen al 0.26 por ciento.

7.3 Consumo y dotación per cápita.

El consumo de agua entubada para la ciudad de Durango tiene variabilidad en el tiempo y en el espacio, ya que la región climática de la ciudad presenta condiciones de variaciones de temperatura que se relacionan con el aumento del consumo de agua y en lo referente al espacio, la variabilidad se presenta a través de las demandas diferenciadas en los estratos socioeconómicos de acuerdo al sector habitacional en que se ubican. De acuerdo a los registros estadísticos del organismo operador, en la ciudad de Durango la dotación promedio dada por el organismo operador es de 401.34 lps en 2013, y la dotación histórica se muestra en la Figura 7.2

Figura 7.2. Dotación histórica en la ciudad de Durango



En la gráfica se observa que la dotación de agua en los años 2006 al 2007 aumentó de 412 lps a 415 lps pero debido al establecimiento de programas de ahorro de agua se ha logrado que en 2013 la dotación haya disminuido a 401 lps.

7.4 Eficiencias en el sistema.

En los organismos operadores de sistemas de agua potable es común el manejo del término de eficiencia física, que no es otra cosa que el volumen de agua facturado entre el volumen de agua utilizado en el sistema, expresado en porcentaje.

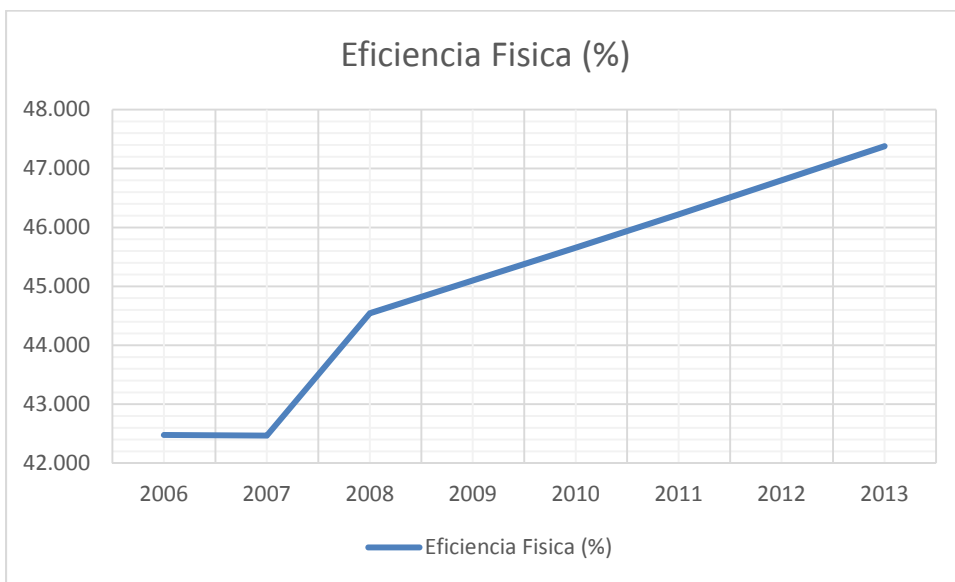
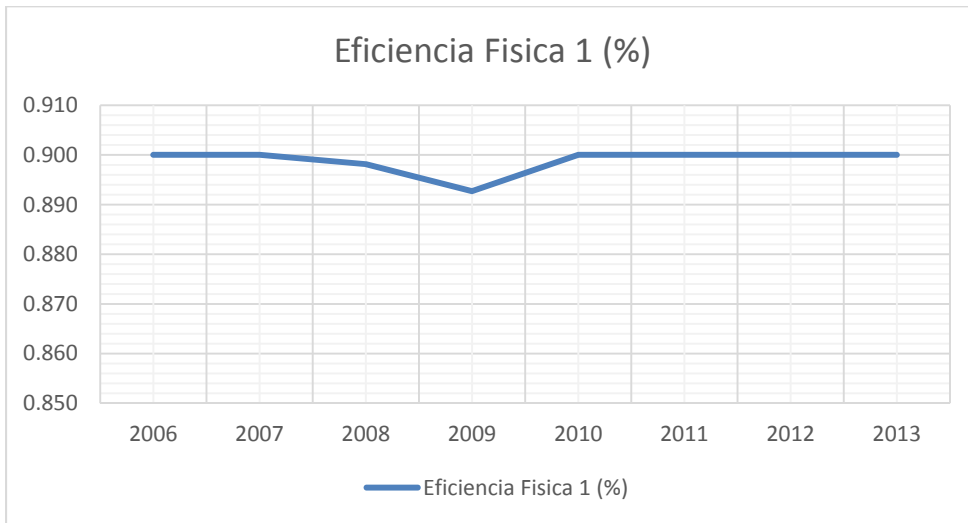
En México, por lo que corresponde a este sector, se tiene poca información de los organismos operadores de sistemas de agua potable, es la Comisión Nacional del Agua quien se ha encargado de recopilar información de una cantidad importante de organismos del país misma que es publicada anualmente.

La eficiencia de un sistema de abastecimiento de agua en ciudades se asocia al proceso de captar, conducir, regularizar, potabilizar y distribuir el agua, desde la fuente natural hasta los consumidores con un servicio de calidad total. En dicho contexto se identifican tres escenarios: a) el de la ingeniería de abastecimiento, b) la comercialización de los servicios de agua y C) el desarrollo institucional del organismo operador.

Desde esta perspectiva un sistema de abastecimiento deja de ser eficiente cuando comienza a utilizar excesivos recursos humanos, materiales y económicos dentro de estos tres escenarios para prestar el servicio de calidad de una población

Para la ciudad de Durango, el sistema registra la información mostrada en la Figura 7.3 en ella se observa que la eficiencia física tuvo los valores más bajos en 2003 y 2010, como consecuencia en el déficit del suministro.

Figura 7.3. Eficiencia física en la ciudad de Durango



CAPITULO VIII. BALANCE DE AGUA Y EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD INSTALADA

Con la información recabada de las diversas fuentes en línea (INEGI, PIGOO, CONAGUA), así como a la información proporcionada por el Organismo Operador “Aguas del Municipio de Durango”, fue posible hacer un balance entre la dotación y consumo contra la capacidad instalada del sistema para cuantificar un margen de maniobra potencial en la producción de agua ante una eventual sequía.

La información recopilada y teórica relacionada con los volúmenes procesados y perdidos a lo largo del proceso de captación – cobranza, se muestran en la Tabla 8.1, con el fin de identificar en que parte del proceso se pudieran estar presentando las mayores pérdidas.

Tabla 8.1. Balance de agua 2013.

Gastos	Captación (lps)	Conducción (lps)	Producción (desinfección) (lps)	Distribución (lps)	Facturación (lps)	Cobranza (lps)
Procesados	2,589	2,589	2,589	2,330.10	2,330.10	
Perdidos	0	0	0	258.90	2,330.10	

Fuente: AMD

En la Tabla 8.2., se hace una comparación entre la dotación y consumo contra la capacidad instalada del sistema. A partir de la producción histórica de agua (tabla 1, Consumo global promedio) fue posible deducir el volumen anual producido para cada año, mientras que el volumen anual consumido se obtuvo con el supuesto que existe un 10 % de fugas en el sistema de abastecimiento. Para la valoración de la capacidad instalada, se partió de la condición que el sistema de pozos que abastece a la ciudad actualmente son 76 de los 90 disponibles, si se pusieran en operación todos los pozos representaría el 15 % más del volumen producido actual.

Tabla 8.2. Dotación y consumo anual vs capacidad instalada.

Año	Volumen producido	Volumen consumido	Capacidad instalada	Razón de producción sobre capacidad	Razón de consumo sobre capacidad
	(m ³)	(m ³)	(m ³)	(A/C)	(B/C)
	(A)	(B)	(C)		
2006	74,740,320	65 002 380	85,951,368	0.87	0.78
2007	76,537,872	67 936 219	88,018,552	0.87	0.78
2008	76,727,088	67 037 728	88,236,151	0.87	0.78
2009	77,137,056	67 581 773	88,707,614	0.87	0.78
2010	78,430,032	69 008 449	90,194,536	0.87	0.78

2011	79,470,720	70 013 131	91,391,328	0.87	0.78
2012	80,290,656	70 962 941	92,334,254	0.87	0.78
2013	81,646,704	72 484 928	93,893,709	0.87	0.78

Fuente: AMD

En la Tabla 8.3 y 8.4 se tiene representada la dotación y consumo mensual, respectivamente. Se contempla que en los meses de junio, julio, agosto y septiembre el consumo es 15 % más que en los otros meses del año por efecto del calor.

Tabla 8.3. Dotación de agua (Volumen producido mensual (m³)/Habitantes).

Mes Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2006	11.89	11.89	11.89	11.89	11.89	13.85	13.85	13.85	13.85	11.89	11.89	11.89
2007	11.97	11.97	11.97	11.97	11.97	13.94	13.94	13.94	13.94	11.97	11.97	11.97
2008	11.79	11.79	11.79	11.79	11.79	13.74	13.74	13.74	13.74	11.79	11.79	11.79
2009	11.66	11.66	11.66	11.66	11.66	13.58	13.58	13.58	13.58	11.66	11.66	11.66
2010	11.68	11.68	11.68	11.68	11.68	13.60	13.60	13.60	13.60	11.68	11.68	11.68
2011	11.62	11.62	11.62	11.62	11.62	13.53	13.53	13.53	13.53	11.62	11.62	11.62
2012	11.55	11.55	11.55	11.55	11.55	13.45	13.45	13.45	13.45	11.55	11.55	11.55
2013	11.57	11.57	11.57	11.57	11.57	13.48	13.48	13.48	13.48	11.57	11.57	11.57

Adecuar el tamaño de letra y número de la Tabla Tabla 8.3

Tabla 8.4. Consumo de agua (Volumen consumido mensual/Habitantes).

Mes Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

2006	10.70	10.70	10.70	10.70	10.70	12.46	12.46	12.46	12.46	10.70	10.70	10.70
2007	10.77	10.77	10.77	10.77	10.77	12.54	12.54	12.54	12.54	10.77	10.77	10.77
2008	10.61	10.61	10.61	10.61	10.61	12.36	12.36	12.36	12.36	10.61	10.61	10.61
2009	10.50	10.50	10.50	10.50	10.50	12.22	12.22	12.22	12.22	10.50	10.50	10.50
2010	10.51	10.51	10.51	10.51	10.51	12.24	12.24	12.24	12.24	10.51	10.51	10.51
2011	10.46	10.46	10.46	10.46	10.46	12.18	12.18	12.18	12.18	10.46	10.46	10.46
2012	10.40	10.40	10.40	10.40	10.40	12.11	12.11	12.11	12.11	10.40	10.40	10.40
2013	10.42	10.42	10.42	10.42	10.42	12.13	12.13	12.13	12.13	10.42	10.42	10.42

Nota: corregir igual que en el anterior cuadro

Con el fin de evaluar la relación dotación y consumo mensual con la capacidad instalada, en la Tablas 8.5 y 8.6 se muestran los cocientes calculados. La Tabla 8.5., se obtuvo al dividir la dotación mensual entre la capacidad instalada, mientras que la tabla 8.6., se obtuvo al dividir el consumo mensual con la capacidad instalada.

Tabla 8.5. Dotación mensual y capacidad instalada.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2006	0.824	0.824	0.824	0.824	0.824	0.960	0.960	0.960	0.960	0.824	0.824	0.824
2007	0.824	0.824	0.824	0.824	0.824	0.960	0.960	0.960	0.960	0.824	0.824	0.824
2008	0.824	0.824	0.824	0.824	0.824	0.960	0.960	0.960	0.960	0.824	0.824	0.824
2009	0.824	0.824	0.824	0.824	0.824	0.960	0.960	0.960	0.960	0.824	0.824	0.824

2010	0.824	0.824	0.824	0.824	0.824	0.960	0.960	0.960	0.960	0.824	0.824	0.824
2011	0.824	0.824	0.824	0.824	0.824	0.960	0.960	0.960	0.960	0.824	0.824	0.824
2012	0.824	0.824	0.824	0.824	0.824	0.960	0.960	0.960	0.960	0.824	0.824	0.824
2013	0.824	0.824	0.824	0.824	0.824	0.960	0.960	0.960	0.960	0.824	0.824	0.824

Tabla 8.6. Consumo mensual y capacidad instalada.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
2006	0.742	0.742	0.742	0.742	0.742	0.864	0.864	0.864	0.864	0.742	0.742	0.742
2007	0.742	0.742	0.742	0.742	0.742	0.864	0.864	0.864	0.864	0.742	0.742	0.742
2008	0.742	0.742	0.742	0.742	0.742	0.864	0.864	0.864	0.864	0.742	0.742	0.742
2009	0.742	0.742	0.742	0.742	0.742	0.864	0.864	0.864	0.864	0.742	0.742	0.742
2010	0.742	0.742	0.742	0.742	0.742	0.864	0.864	0.864	0.864	0.742	0.742	0.742
2011	0.742	0.742	0.742	0.742	0.742	0.864	0.864	0.864	0.864	0.742	0.742	0.742
2012	0.742	0.742	0.742	0.742	0.742	0.864	0.864	0.864	0.864	0.742	0.742	0.742
2013	0.742	0.742	0.742	0.742	0.742	0.864	0.864	0.864	0.864	0.742	0.742	0.742

Obsérvese que los valores calculados en la Tabla 8.5., son cercanos a 1, esto significa que existe una capacidad de maniobra reducida para manejar una situación de sequía.

CAPITULO IX. ESCENARIOS FUTUROS DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO

El gobierno del estado de Durango se ha planteado la sustitución de las fuentes y redistribución de agua potable a la población a través del proyecto “Agua Futura”, con objeto de lograr la recuperación del acuífero, mejorar la calidad del agua y elevar la eficiencia integral de gestión del organismo. Sobre este particular se han trazado las líneas de acción en relación a la sustitución de las fuentes actuales, a través de abasto que puedan dar las presas de la zona y el intercambio de agua residual tratada por agua de primer uso que actualmente se utiliza con fines agrícolas.

En relación a las presas de la zona, se tiene que en primer término se tendría el proyecto para utilizar los recursos de la presa Guadalupe Victoria, con un volumen de 2 200 lps, mediante un acueducto por bombeo de 10.5 km hasta el sitio donde se construirá la planta potabilizadora y posteriormente conducir por gravedad hasta los tanques de regulación localizados en el cerro de los remedios y su distribución en los circuitos de distribución de la Ciudad de Durango.

Dichos proyectos se complementan con otras importantes obras necesarias para la potabilización del líquido y su distribución, inclusive la pertinencia de contar con una batería de pozos como reserva para asegurar el volumen requerido.

Los beneficios generales del proyecto se refieren a garantizar el abasto de la ciudad y por ende su sustentabilidad, así como contribuir al mejoramiento ecológico de consideración derivado de la sustitución de fuentes que propiciarán la recuperación del acuífero del Valle del Guadiana.

Dada la envergadura del proyecto “Agua Futura”, comprende 85 km de líneas de conducción de diferentes diámetros y material, una planta potabilizadora para 2200 lps, dos plantas de bombeo y 3 tanques de regulación, se planea su ejecución en dos etapas a saber:

Primera etapa. Se construirá la línea de conducción por bombeo de 10.5 km desde la presa Guadalupe Victoria hasta el sitio de la planta potabilizadora de aguas crudas y de esta una primera etapa de la línea de conducción de 6.20 km por gravedad, desde el cual se abastecerá a los macro – tanques existentes en el Cerro de los Remedios y en su trayecto de los mismos, a los sectores Tapias y Cerro; así como la primera etapa de la planta de bombeo de agua potable en dicho cerro, a los sectores Lomas, Norponiente y Morelos.

Para la transición del abastecimiento mediante pozos profundos a agua superficial potabilizada, una vez que se tenga terminada la primera etapa, AMD dejará de usar aquellos pozos que tienen los mayores problemas de

concentración de arsénico y flúor, por lo que mantendrá en operación los sistemas Gabino Santillán y Ferrería que es el agua subterránea de mejor calidad con que cuenta para posteriormente, con la terminación de la segunda etapa también dejarlos de operar, aunque los mantendrá en estado operativo a todos los pozos, para posibles situaciones de emergencia, tanto por sequía que en dicho ciclo no aporten el agua suficiente las presas, como por roturas de las líneas principales de aguas crudas desde las mismas.

El presupuesto total del proyecto contemplado a realizarse de 2013 a 2016 se estima en 1 161 millones de pesos sin IVA. El integrado del presupuesto estimado se presenta a continuación:

Tabla 9.1. Inversiones en MDP

Concepto	Total	2009	2010	2011	2012	2013
Primera etapa	406.70	----	376.90	29.80	----	----
Agua en bloque	282.60	----	279.20	3.50	----	----
Macrodistribución	124.00	----	97.70	26.30	----	----
Segunda etapa	754.30	----	----	34.60	444.90	274.80
Agua en bloque	431.70	----	----	34.60	369.10	28.00
Macrodistribución	322.60	----	----	----	75.80	246.80
Total Agua Futura	1,161.00	----	376.90	64.40	444.90	274.80
IVA	174.20	----	56.50	9.70	66.70	41.20
Gran total	1,335.20	----	433.40	74.10	511.60	316.10

Tabla 9.2. Inversiones en MDP

Primera etapa Agua Futura	Total	2009	2010	2011
Agua en bloque	282.60	----	279.20	3.50
Obras de toma	23.00		23.00	----
Acueductos	102.60		102.60	----

Planta potabilizadora	143.20		143.20	----
Cruces especiales	13.80		10.40	3.50
Macrodistribución	124.00	----	97.70	26.30
Acuaférico y derivaciones	115.50			22.70
Plantas de bombeo	8.50			3.70
Tanques de regularización	----		----	----
Total 1era. etapa	406.70	----		29.80
IVA	61.00	----		4.50
Gran total	467.70	----		34.30

Tabla 9.3. Inversiones en MDP

Segunda etapa Agua Futura	Total	2011	2012	203
Agua en bloque	282.60	34.60	369.10	28.00
Obras de toma	23.00	----	5.80	----
Acueductos	102.60	----	300.70	----
Planta potabilizadora	143.20	34.60	34.60	----
Cruces especiales	13.80	----	28.00	28.00
Macrodistribución	124.00	----	75.80	246.80
Acuaférico y derivaciones	115.50		71.20	228.60
Plantas de bombeo	8.50		4.60	2.50
Tanques de regularización	----		----	15.80

Total 2da. etapa	406.70	34.60	444.90	274.80
IVA	61.00	5.20	66.70	41.20
Gran total	467.70	39.80	511.60	316.10

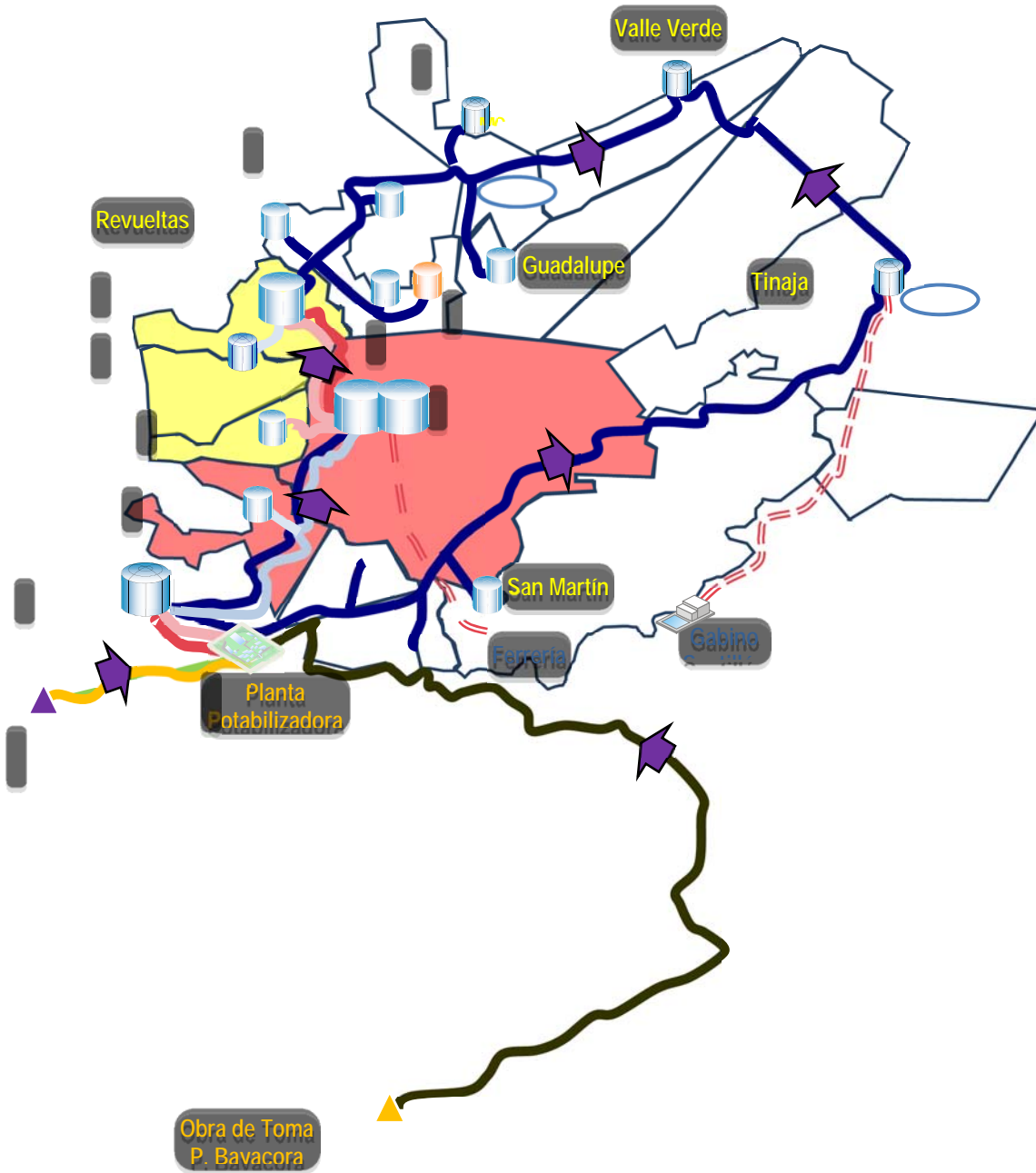


Figura 9.1. Esquema general del proyecto terminado.

CAPITULO X. ANÁLISIS DE MEDIDAS PARA LA GESTIÓN DE LA SEQUÍA

Aquí se plantean y proponen una lista de posibles medidas de prevención y mitigación de la sequía

X.1. Medidas de Prevención

No obstante con base al análisis de la información disponible se puede llegar a la conclusión de que hasta ahora las medidas para reducir la demanda en tiempos de sequía son puramente reactivas y por lo tanto no se puede establecer la relación entre la sequía y la demanda de una manera sistemática. Por eso en este apartado se ofrece algunas recomendaciones para elevar la resiliencia del sistema:

- Montar un sistema de monitoreo de los niveles (Dinámicos) y calidad del agua en los pozos de agua potable. Este sistema de monitoreo permitirá contar con un sistema de alerta sobre variaciones importantes de los parámetros de calidad del agua, eficiencia de equipos de bombeo, así como conocer las tendencias y variaciones estacionales y de largo plazo en la extracción de agua. Con ello se podrán establecer rangos de operación normal de los pozos y poder establecer un programa de mantenimiento preventivo y, en su caso, de los mantenimientos correctivos.
- Incrementar la eficiencia hidráulica mediante la sectorización de la red de distribución, que permita la delimitación hidráulica de la red de agua para ejercer un mayor control operativo de parámetros como la presión, la cantidad de agua, detección de fugas, así como la calidad del agua e iniciar con “buen pie” un programa de control de pérdidas.
- Implementar un programa de detección de fugas apoyado en equipo especializado para detección de fugas.
- Establecer un programa de rehabilitación de tuberías que sean necesarios reemplazar, comenzando por la zona de mayor presión, es decir, en las zonas con mayor probabilidad de recurrencia de fugas.
- Contar con las herramientas numéricas que permitan evaluar el funcionamiento hidráulico actual de la red, así como predecir las afectaciones o impactos en la red que pueden provocar una futura actuación.

Los servicios relacionados con el agua potable son un indicador importante del nivel de desarrollo de un país o de una comunidad. Se trata de un servicio básico que se vuelve crítico cuando la cobertura de la población atendida es insuficiente o cuando la calidad del servicio o del propio líquido ofrecido es baja.

Cuadro 10.1 Análisis de problemáticas para guiar las acciones de prevención

Área del problema	Indicador	Evaluación del indicador	Posibles causas	Posibles soluciones
-------------------	-----------	--------------------------	-----------------	---------------------

Cobertura	Cobertura de agua potable	Alta (mayor o igual que el 90%)	Asentamientos con considerable elevaciones topográficas. Eficiencia comercial baja	Mejorar la eficiencia comercial. Analizar los costos para abastecimiento de sitios sin agua potable, Actualizar las tarifas
Continuidad del servicio	Horas de servicio diario	Alta (más de 20 horas diarias durante siete días por semana)	Fugas escasas Los niveles de aguas freáticas no tienen grandes variaciones	Establecer un programa de detección y reparación de fugas. En caso de niveles de aguas freáticas bajas, aumentar la profundidad de los pozos o construir otros de mejor calidad Prospección de nuevas fuentes de abastecimiento. Mejorar la cobranza
Eficiencia física	Indicador de eficiencia física	Alta (70 por ciento o más)	No hay sectorización. No se controlan presiones. Existen fugas escasas.	Realizar la sectorización de la red de abastecimiento. Controlar las presiones instalando liberadores de presión. Reparación de fugas.

			Problemas de macromedición	Establecer un programa de instalación de macromedidores en los inicios de los sectores de abastecimiento.
Eficiencia comercial	Indicador de Eficiencia Comercial	Mediana (del 70 al 89%)	Existe la Cultura de no pago. El área de cobranza no ejerce mayor presión sobre el usuario. Robo de micromedidores	Programa de concientización de pago por abastecimiento de agua. Restringir el servicio al usuario moroso. Sustituir medidores de bronce por el de materiales no metálicos.
Consumo	Indicador de Consumo	Alto (más de 70 m ³ anuales per cápita)	Tarifa Regular. Micromedición no completa. Problemas de cobranza	Revisión y ajuste de tarifas. Revisión de procedimientos de medición y cobranza más efectivos.

X.2. Medidas de Adaptación y Mitigación

Las medidas de adaptación y mitigación varían según la etapa de la sequía, igualmente que los actores responsables para la toma de decisiones. Las medidas de adaptación y mitigación por etapa se exponen a continuación y en otros apartados se sugieren las medidas para la gestión de la demanda y aumentar la oferta (o la disponibilidad).

La CONAGUA, el Consejo de Cuenca del Río Presidio al San Pedro, la Comisión del Agua del Estado de Durango, el Organismo Operador “Aguas del Municipio de Durango”, los Módulos de Riego, los Distritos de Riego y todos los usuarios siempre van a tener un rol fundamental, pero según evoluciona la sequía será necesario incluir otras dependencias de los tres niveles de gobierno. Se recomienda que en cada etapa la CONAGUA y el Consejo de Cuenca formalmente acuerden y declaren que la Cuenca se encuentra en esa etapa de sequía. También es importante que todos los mandatarios políticos estén bien informados en todas las etapas para evitar que se politice la situación de la sequía distraendo los esfuerzos de gestión. En todas las etapas se contempla la participación de las personas responsables de la Cultura del Agua.

En la Etapa 1 la CONAGUA es responsable de monitorear e informar oportunamente del estado de sequía.

En la Etapa 2 la CONAGUA debe de convocar una reunión con los Consejos de Cuenca para informar del estado de sequía y acordar la necesidad de tomar acciones preventivas. Desde este punto se debe de activar un espacio, preferiblemente en las oficinas de la CONAGUA en Durango, que servirá como las instalaciones para realizar todas las actividades necesarias para la gestión de la sequía. Es importante que desde este punto se acuerde quién va a ser responsable por la gestión, inicialmente podría ser la CONAGUA pero a largo plazo se recomienda que el Consejo de Cuenca asuma esta responsabilidad por la razón del principio que la gestión óptima de los recursos hídricos se logra a nivel local. Para realizar esta propuesta se necesita fortalecer el Consejo de Cuenca y dotarlo con los recursos necesarios, esta es una táctica que se contempla en las estrategias necesarias para lograr la Gestión Integral de Recursos Hídricos en la Cuenca. En esta etapa se coordinan todas las actividades entre los tres niveles de gobierno para atender a las necesidades de la población y el Consejo de Cuenca debe de tener una reunión mensual.

La Etapa 3 es una evolución de la Etapa 2, excepto que el Consejo de Cuenca debe de mantener una reunión quincenal. Se informa a las otras dependencias de Gobierno de la etapa de sequía actual y la posibilidad de movilizar recursos para atender a la sequía.

La Etapa 4 es una expansión de la Etapa 3 y se mantienen reuniones semanales del Consejo de Cuenca con la participación de todas las dependencias responsables de los tres niveles de gobierno.

La Etapa 5 es una continuación de la Etapa 4, pero además la CONAGUA emite un Decreto de Estado de Emergencia.

Con base en lo anterior, para la ciudad de Victoria de Durango se presenta una lista de las principales acciones de planeación como respuesta en caso de presencia de sequía mismas que están contenidas en las tablas 10.2, 10.3, 10.4 y 10.5

Cuadro 10.2 Acciones de mitigación según nivel de sequía: Sector gubernamental

Medidas	Nivel de sequías de acuerdo a los lineamientos establecidos en el D.O.F.				
	D0 anormal- Mente seco	D1 moderada	D2 severa	D3 Extraordinaria	D4 excepcional
Desarrollar campañas públicas de educación con estrategias manejo de la demanda a corto y largo plazo.	X				
Identificar usuarios de alto consumo de agua y desarrollar metas de ahorro.			X		
Implementar medidas de conservación que también provean beneficios de ahorro de agua durante periodos de sequía.			X		

Restringir la autorización de nuevas tomas.				X	
Implementar recargos en la época de sequías.					X
Implementar una tasa modificada para periodos de sequía.				X	
Conducir auditorías de irrigación en los administradores municipales de parques y espacios abiertos.		X			
Educar al personal de los administradores o municipio sobre cómo ahorrar agua.	X				
Proveer instrucciones a negocios u oficinas en el desarrollo de medidas específicas para sequías y planes de acciones directas	X				
Eliminar o reducir la irrigación en jardines y parques					X
Limitar el riego de exteriores a tiempos específicos del día.					X
Limitar el número de días de riego a la semana.				X	
Establecer tiempos límite para el riego.					X
Prohibir el riego durante el otoño, el invierno y los primeros meses de primavera.					X
Convertir aspersores a irrigación de bajo volumen donde sea apropiado.			X		
Restringir dispositivos de rocío en exteriores		X			
Limitar o prevenir lavado de las flotas de vehículos de la ciudad o el municipio			X		
Limitar el lavado con hidrantes					X

Limitar el uso de del agua para entrenamiento en incendios	X				
Eliminar todos los hidrantes de incendio, excepto aquellos requeridos para seguridad pública		X			
Apagar fuentes ornamentales en los edificios y los parques			X		
Instalar dispositivos ahorradores de agua en los baños de los edificios municipales		X			
Conducir auditorías de agua en instalaciones interiores				X	

Cuadro 10.2 Acciones de mitigación según nivel de sequía: Sector Residencial

Medidas	Nivel de sequías de acuerdo a los lineamientos establecidos en el D.O.F.				
	D0 anormal- Mente seco	D1 moderada	D2 severa	D3 Extraordinaria	D4 excepcional
Aplicar restricciones de riego en jardines		X			
Limitar riego exterior a tiempos específicos del día			X		
Limitar el número de días de riego por semana				X	
Establecer tiempo límite para el riego		X			
Prohibir riego de los jardines durante el otoño, el invierno y la primavera temprana		X			
Limitar el riego con manguera o dispositivos sin aspersores				X	
Promover auditorías de agua en zonas exteriores			X		

Convertir aspersores a irrigación de bajo consumo, donde sea apropiado		X			
Limitar o restringir los dispositivos de rocío en exteriores		X			
Limitar o prohibir el plantar nuevos árboles o vegetación paisajística	X				
Aplicar guías de política para la instalación de nueva vegetación paisajística	X				
Aplicar restricciones a la aplicación de agua a superficies impermeables				X	
Prohibir o limitar el lavado de autos					X
Prohibir o limitar las fuentes sin recirculación de agua				X	
Prohibir o limitar el llenado y uso de albercas				X	
Aplicar restricciones de agua en los interiores		X			
Promover auditorías de agua en interiores	X				
Promover instalación de dispositivos eficientes de agua	X				
Promover el uso de las aguas grises					X
Proveer medidores acústicos para ayudar a los consumidores en identificar fugas	X				
Requerir el uso de dispositivos eficientes de agua en la reventa de casas o en remodelaciones		X			

Cuadro 10.3 Acciones de mitigación según nivel de sequía: Sector Comercial

Medidas	Nivel de sequías de acuerdo a los lineamientos establecidos en el D.O.F.
---------	--

	D0 anormal- Mente seco	D1 moderada	D2 severa	D3 Extraordinaria	D4 excepcional
Prohibir o limitar el uso de agua para la construcción		X			
Aplicar guías de política o limitaciones para la instalación de nuevas plantas u otras aplicaciones paisajísticas	X				
Aplicar restricciones de riego en paisajes exteriores			X		
Promover auditorías de agua en interiores y exteriores donde sea aplicable	X				
Apagar la operación de fuentes ornamentales				X	
Prohibir o limitar el llenado y uso de albercas					X
Promover y aplicar la instalación de dispositivos eficientes de agua	X				
Apagar los surtidores de agua para los bebederos públicos		X			
Promover la reducción del uso de aire acondicionado					
Promover que los edificios con aire acondicionado que usen agua eleven sus termostatos modestamente	X				
Prohibir el lavado de autos					X
Aplicar restricciones del uso de agua en el lavado de autos comerciales				X	
Promover que los autolavados comerciales usen agua reciclada	X				

Promover el servicio de agua en restaurantes únicamente bajo pedido	X				
Promover la reducción en la frecuencia del servicio de lavado y secado de toallas en hoteles	X				
Proveer recursos para el desarrollo de planes de conservación específicos en oficinas y negocios	X				

Cuadro 10.4 Acciones de mitigación según nivel de sequía: Sector Industrial.

Medidas	Nivel de sequías de acuerdo a los lineamientos establecidos en el D.O.F.				
	D0 anormal- Mente seco	D1 moderada	D2 severa	D3 Extraordinaria	D4 excepcional
Prohibir o limitar el uso del agua en la construcción				X	
Aplicar guías de política para la instalación de nuevas plantas y otras aplicaciones paisajísticas	X				
Aplicar restricciones de regadío en paisajes exteriores		X			
Promover auditorías de agua en interiores y exteriores donde sea aplicable				X	
Promover la reducción del uso de aire acondicionado con agua				X	
Promover que los edificios con aire acondicionado que usen agua eleven sus termostatos modestamente	X				
Promover la conversión al uso de torres de enfriamiento.	X				

Aunada a las acciones anteriores y de acuerdo a la experiencia obtenida en el organismo operador, se proponen estrategias para aumentar la disponibilidad de agua en la Ciudad Victoria de Durango y así tener condiciones para satisfacer el suministro de agua con mayor eficacia ante la presencia de una sequía, la Tabla 10.6 describe estas acciones:

Tabla 10.6 Estrategias para aumentar disponibilidad de agua en la ciudad Victoria de Durango.

Indicador a Atender	Estrategias	Observaciones
Eficiencia Física	Elaborar y ejecutar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para la red de distribución	<p>Establecer un sistema de priorizaciones de acciones de reparación y mantenimiento en las zonas más antiguas o que hayan sido reparadas frecuentemente.</p> <p>Usar dispositivos modernos para diagnosticar el interior de los conductos de distribución de agua y con ello suministrar información al programa de mantenimiento preventivo y correctivo</p>

Cultura del agua	Elaborar y operar programas de comunicación social precisos, transparentes y de gran cobertura para promover el cuidado del agua y la consciencia de que es un recurso finito, así como el de dar a conocer experiencias exitosas durante la presencia de sequías y promover vigilantes del recurso	Deberá tenerse material didáctico para la educación básica, media y superior. Para la población proponer talleres y visitas directas. Aprovechar la estructura del DIF y de las asociaciones religiosas. Procurar que algunos talleres tengan actividades de campo que involucren la participación social que estén orientadas en un mayor aumento de la disponibilidad de agua en la región. Motivar para que los asistentes suministren información adicional para el aumento de la disponibilidad de agua.
Recarga de acuíferos	Mediante análisis de estudios geofísicos y mapas geológicos, identificar zonas de recarga cercas de cauces y zonas de inundación conectadas con los acuíferos que abastecen a la ciudad Victoria de Durango.	Localizar, fallas fracturas y zonas permeables conectadas con el acuífero que abastece la ciudad Victoria de Durango y proponer y ejecutar acciones de reforestación y arborización en la cuenca. Diseñar, construir y operar presas filtrantes.

<p>Nueva fuente de abastecimiento</p>	<p>Continuar y dar seguimiento con el proyecto de “Agua Futura” para la ciudad Victoria de Durango.</p>	<p>Garantizar el abasto de agua potable de calidad a la ciudad de Durango, por los próximos 30 años, mediante la sustitución de agua subterránea por agua superficial para el cumplimiento de normas de calidad exigidas para el consumo doméstico y protección contra eventuales inundaciones por avenidas del río El Tunal.</p>
<p>Uso de agua residual tratada</p>	<p>Continuar con el uso de agua tratada en riego de parques y jardines y en diversas actividades productivas (agrícolas, industriales, campos de golf, etc)</p>	<p>Transportar los 2.31m³ de agua residual tratada que producen diariamente las plantas de la ciudad de Durango hacia las áreas verdes de la ciudad. Para el uso de los volúmenes en el riego agrícola hacer la asignación mediante concesiones o intercambios por agua de primer uso. Para las aguas tratadas que provienen de la industria, solicitarle su reúso dentro de la misma unidad productiva y el sobrante incorporarlo a la red de distribución de agua residual tratada.</p>

--	--	--

CAPÍTULO XI. CONCLUSIONES.

Como resultado del análisis para elaborar el Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de las sequías en la ciudad de Victoria de Durango se concluye lo siguiente:

La ciudad de Durango por su ubicación geográfica y su sistema de abastecimiento de agua subterránea para uso urbano depende de las variaciones del nivel y de la calidad de las aguas freáticas del acuífero que se alimenta. En los últimos años, la región ha tenido la presencia de lluvias atípicas que han ocasionado disminuciones de los almacenamientos subterráneos que abastecen la ciudad por lo que la calidad del agua ha sido afectada por la presencia de concentraciones de Arsénico y Flúor fuera de la Norma Oficial Mexicana, el organismo operador junto con autoridades de los tres niveles de gobierno han atendido la problemática con diferentes estrategias que han reducido o mitigado los impactos negativos del fenómeno.

La elaboración de un Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de las Sequías para la ciudad de Victoria de Durango constituye un instrumento que permitirá planear las actividades y estrategias para el uso racional del agua en la ciudad y al mismo tiempo identificar diversos parámetros que justifiquen la ampliación del sistema de abastecimiento o buscar nuevas fuentes para satisfacer la demanda de agua en la ciudad.

La capacidad instalada para producir agua es suficiente para atender la demanda actual y la de los próximos cinco años, sin embargo, las inversiones en rehabilitación de las fuentes subterráneas de abastecimiento pueden reducirse si el organismo operador de agua junto con la sociedad establecen medidas para reducir el consumo de agua por día.

La presencia del fenómeno de las sequías se identifica al monitorear los registros climáticos e hidrométricos de estaciones dentro de la cuenca y el uso de indicadores preestablecidos como el SPI y el SDI respectivamente, que de acuerdo a una normalización de sus valores se puede inferir una intensidad de la sequía. Para el caso de la República Mexicana en forma legal se clasifican en cinco rangos de intensidad denominados D0, D1, D2, D3 y D4.

El fenómeno de las sequías en México está regulado por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley de Aguas Nacionales y los lineamientos del Programa Nacional Contra las Sequías que en conjunto regulan el uso y aprovechamiento, distribución, control y preservación de la cantidad y calidad del agua, en caso de un desabasto de agua deberá diseñarse un sistema de alertamiento y de actuación temprana para reducir y mitigar los efectos de la escasez de agua en la población.

Los ordenamientos jurídicos en materia de agua para el estado de Durango justifican el establecimiento de organismos operadores de agua como AMD facultado para la prestación de servicios públicos de agua potable, alcantarillado, saneamiento y disposición final de aguas residuales municipales. Estas atribuciones son fiscalizadas por el ejecutivo del estado y los ayuntamientos y en época de escasez de agua integran comités de emergencias contra las sequías desarrollando diferentes acciones de acuerdo a las prioridades diagnosticadas. Con base en los niveles de intensidad de la sequía participan dependencias como CONAGUA, SAGARPA, SHCP, SEDESOL, SEMARNAT, CFE, CONAFOR, para ello deben cumplirse las reglas de operación del Fondo Nacional de Desastres (FONDEN).

El suministro de agua para consumo humano en la ciudad proviene de pozos, en época de estiaje el nivel freático se abate elevando los costos de extracción y disminuyen la calidad del agua por la presencia de Arsénico y Flúor de tal manera que en ocasiones se opta por parar el bombeo.

El tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Victoria de Durango cubre el 97% de las descargas del sanitario urbano; los efluentes cumplen con la calidad y con las condiciones particulares de descarga de SEMARNAT y

son dispuestos en redes de distribución urbana y rural, son recuperados para uso agrícola de manera permanente y para el riego de parques y jardines dentro de la ciudad.

Los patrones de consumo de agua en la ciudad de Victoria de Durango se han mantenido constantes en los últimos años ocasionando con ello un detrimento de la disponibilidad y calidad del agua subterránea, haciendo que el organismo operador proponga alternativas que consideren incrementar la disponibilidad de agua.

El suministro de agua debe incluir evaluar los costos directos e indirectos que permitan operar el sistema con suficiencia hidráulica y financiera sobre la base de condiciones actuales y futuras, de tal manera que en el corto plazo se pueda prescindir de subsidios económicos para poder seguir ofreciendo a la ciudad agua de buena calidad. En este último aspecto se recomienda que en el análisis del costo al público se considere la economía de la sociedad ya que no se puede aumentar demasiado el costo sin que exista protesta social.

La micromedición es un indicador indispensable para evaluar el agua consumida por los usuarios y la suministrada por el organismo operador de tal manera que con los análisis de este parámetro, se pueden identificar zonas de alta vulnerabilidad ante las sequías, fugas en la red de distribución o lugares donde el usuario no realiza labores de conservación del agua.

En cuanto a los indicadores de eficiencia física I aplicado al organismo operador de Victoria de Durango, se tiene que solo se consume alrededor del 90% del agua que se potabiliza y en cuanto al pago del servicio de agua, solo el 70% de los usuarios lo hacen. La situación anterior genera pasivos históricos que impactan directamente en el gasto operativo de la paramunicipal y en las inversiones que el organismo operador debe realizar.

Con base en el crecimiento del Producto Interno Bruto y en el aumento de la población en la ciudad de Victoria de Durango para 2030, el consumo de agua se incrementará notablemente, por lo que el organismo operador deberá prever ampliar la infraestructura de abastecimiento de agua para atender una población pronosticada de 726 315 habitantes que demandarán 270 mil metros cúbicos por día. Si ante ese panorama prevalecen las mismas fuentes de abastecimiento con las grandes concentraciones de Arsénico y Flúor en aguas subterráneas, sin programas de mantenimientos preventivos y correctivos a la red y sin incluir la participación social, habrá un aumento de la brecha hídrica entre oferta y demanda.

La presencia de grandes variaciones del clima en la cuenca que abastece a la ciudad de Victoria de Durango ha ocasionado el aumento en la intensidad de las sequías y disminuciones de los niveles freáticos; los déficit de precipitaciones ocurridas a finales de los setentas e inicios de los ochentas y las últimas de los años 2012 y 2013 han sido muy críticas ya que han generado problemas en el abastecimiento de agua debido a que se tiene que extraer agua a mayor profundidad y de menor calidad. Por lo que se requiere intensificar acciones de monitoreo de clima y escurrimiento subterráneo, procesar la información con algoritmos que consideren todos los factores (ambiental, social y económico) que intervienen en una sequía y con ello, determinar vulnerabilidades que permitan diseñar políticas públicas diferentes con enfoques proactivos y preventivos para enfrentarla.

El Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de las Sequías que se propone considera el análisis de las variables relacionadas con el fenómeno como: cobertura del servicio, continuidad, eficiencia física, eficiencia comercial y el consumo. Cada una de ellas se evalúa, se determinan las causas que las originaron y se proponen posibles soluciones para resolverlas. Lo anterior deberá integrarse junto con las intensidades de las sequías determinadas por CONAGUA con base a los lineamientos establecidos el 12 de noviembre de 2012 en el Diario Oficial de la Federación. El proceso anterior permitirá establecer las acciones de mitigación de la sequía para los sectores gubernamental, residencial, comercial e industrial. El programa deberá tener evaluación y seguimiento de manera que a través del tiempo se establezca un sistema que pueda ser mejorado, evaluado, corregido y aumentado en su eficacia.

Para revertir los efectos de las sequías y de mala calidad del agua, es necesario diseñar estrategias que permitan aumentar la disponibilidad de agua en la ciudad de Victoria de Durango. Para ello, deben establecerse proyectos como el de aumentar la eficiencia física de la dotación de agua previniendo y corrigiendo fugas, intensificar un programa de comunicación social sobre cultura del agua en el sector educativo, religioso, de asociaciones civiles, profesionales y gubernamentales que atienden al sector social. Utilizar mapas geofísicos y geológicos para proyectar zonas donde puede construirse infraestructura para la recarga de acuíferos e intercambiar con los módulos de riego volúmenes de agua tratada por aguas crudas.

Construir el proyecto “Agua Futura” que aprovecha aguas superficiales de las presas Guadalupe Victoria y Santiago Bayacora, garantiza suministrar agua a la ciudad para los próximos 30 años y mejorar sustancialmente la calidad sin la presencia de Arsénico y Flúor. Además, los pozos que hoy están en producción quedarán de reserva para operarlos en caso de que una sequía extrema se presente.

Las medidas que el organismo operador de agua en la ciudad de Victoria de Durango debe implementar en caso de la ocurrencia de una sequía son las siguientes: monitorear los niveles freáticos en los pozos que abastecen a la ciudad, evaluar su calidad, rehabilitar los pozos de abastecimiento aumentando la profundidad, activar programas de reducción del consumo y de detección y reparación de fugas, sectorizar la red y optimizar las rutas de entrega de agua en carros tanque.

Estas actividades deben desarrollarse con la participación de los tres niveles de gobierno y la sociedad en general de acuerdo al marco legal de sus competencias.

Por último, se concluye que uno de los principales factores para que este programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía tenga éxito, es que la sociedad participe en comunión con el gobierno teniendo en mente la conservación y uso racional del agua.

APÉNDICE A

AMD, 2014. Antecedentes Históricos de la ciudad de Victoria de Durango. Página web
http://www.amd.gob.mx/amd/webs/Menu_izq/Antecedentes/Antecentes_AMD.pdf

SMN, 2014 a. Normales Climatológicas por Estación. Página web
http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=42&Itemid=75

SMN, 2014 b. Índice de precipitación estandarizado a 24 meses. Página web
http://smn.cna.gob.mx/climatologia/sequia/SPI/201410_24.png

PMPMS-CCRSP, 2013 a. Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS) en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro. N ° de página 23.

PMPMS-CCRSP, 2013 b. Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía (PMPMS) en la cuenca de los Ríos Presidio al San Pedro. N ° de página 30.

PRONACOSE, 2014 a. Alertamiento de sequía, sequía meteorológica. Página web
<http://www.pronacose.gob.mx/Contenido.aspx?n1=4&n2=20>

PRONACOSE, 2014 b. Alertamiento de sequía, índice de sequía por escurrimiento. Página web
<http://www.pronacose.gob.mx/Contenido.aspx?n1=4&n2=83&n3=83>

PRONACOSE, 2014 c. Alertamiento de sequía, concentrado histórico del tipo de sequía por municipio. Página web <http://www.pronacose.gob.mx/Contenido.aspx?n1=4&n2=16&n3=16>

PRONACOSE, 2014 d. Alertamiento de sequía, tabla de indicadores de sequía 31 de octubre de 2014. Página web <http://www.pronacose.gob.mx/Contenido.aspx?n1=4&n2=16&n3=16>

PRONACOSE, 2014 e. Alertamiento de sequía, SDI 11 de noviembre de 2014. Página web <http://www.pronacose.gob.mx/Contenido.aspx?n1=4&n2=16&n3=16>

PRONACOSE 2014 f. Acerca del PRONACOSE. Página web <http://www.pronacose.gob.mx/Contenido.aspx?n1=1&n2=0>

PRONACOSE 2014 g. En que consiste el PRONACOSE. Página web <http://www.pronacose.gob.mx/Contenido.aspx?n1=1&n2=0>

PRONACOSE 2014 h. Protocolo de alerta y de acciones para sequías. Página web <http://www.pronacose.gob.mx/Contenido.aspx?n1=1&n2=0>

La CONAGUA 2014 a. Conócenos, historia. Página web <http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=1&n2=1>

La CONAGUA 2014 b. Programa Nacional Hídrico, capítulo 3 objetivos, estrategias y líneas de acción. Página web <http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=1&n2=28>

[Pacto por México, acuerdos. Página web http://pactopormexico.org/acuerdos/](http://pactopormexico.org/acuerdos/)

[Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Leyes federales, página web http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/htm/1.htm](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/htm/1.htm)

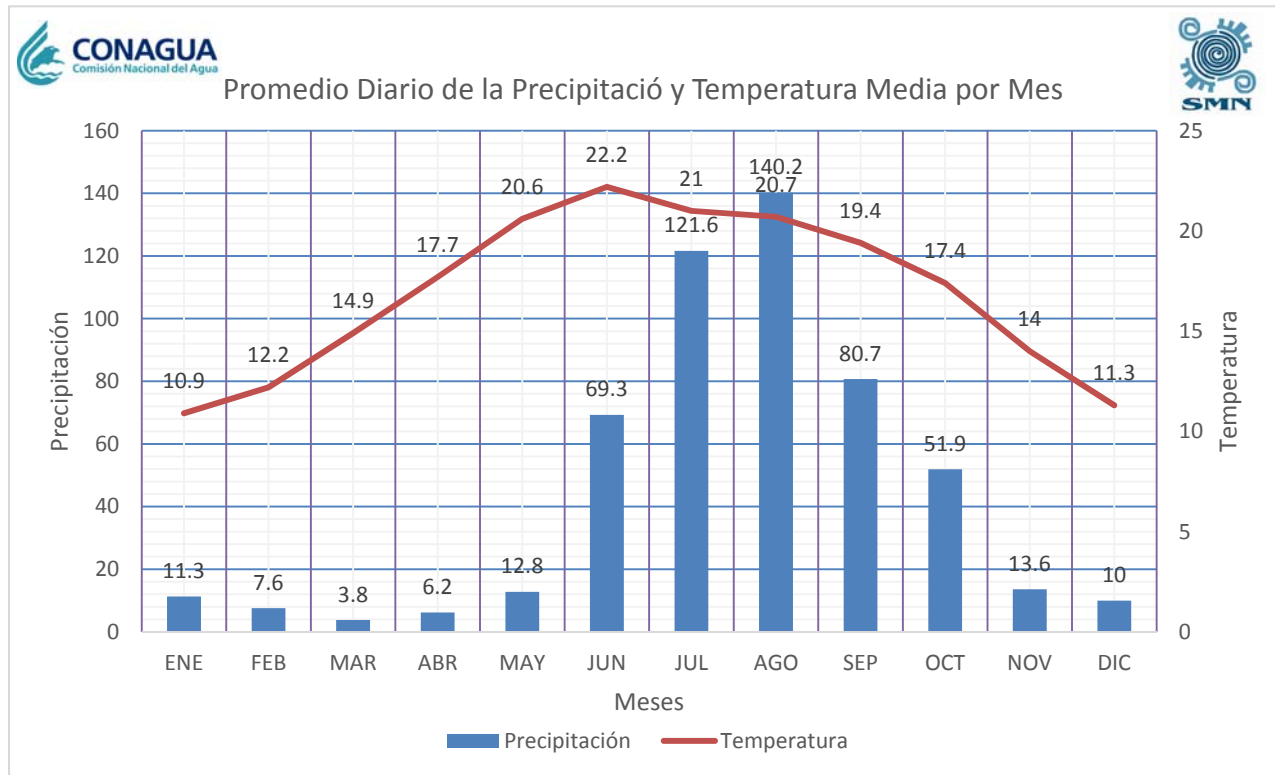
[Ley de Agua del Estado de Durango. Legislación Vigente, página web http://congresodurango.gob.mx/es/legislacion_vigente](http://congresodurango.gob.mx/es/legislacion_vigente)

[Ley de protección civil del estado de Durango. Legislación Vigente, página web http://congresodurango.gob.mx/es/legislacion_vigente](http://congresodurango.gob.mx/es/legislacion_vigente)

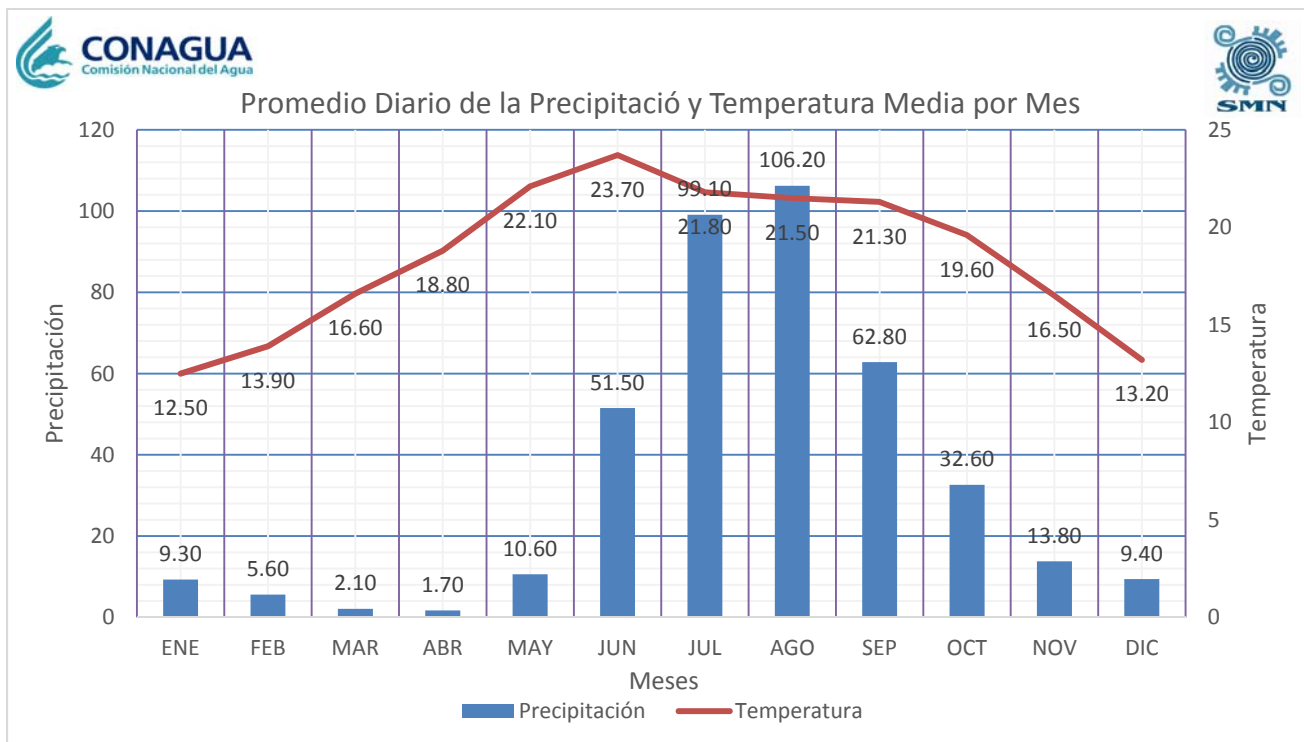
[Ley del Cambio Climático del Estado de Durango. Legislación Vigente, página web http://congresodurango.gob.mx/es/legislacion_vigente](http://congresodurango.gob.mx/es/legislacion_vigente)

APÉNDICE B

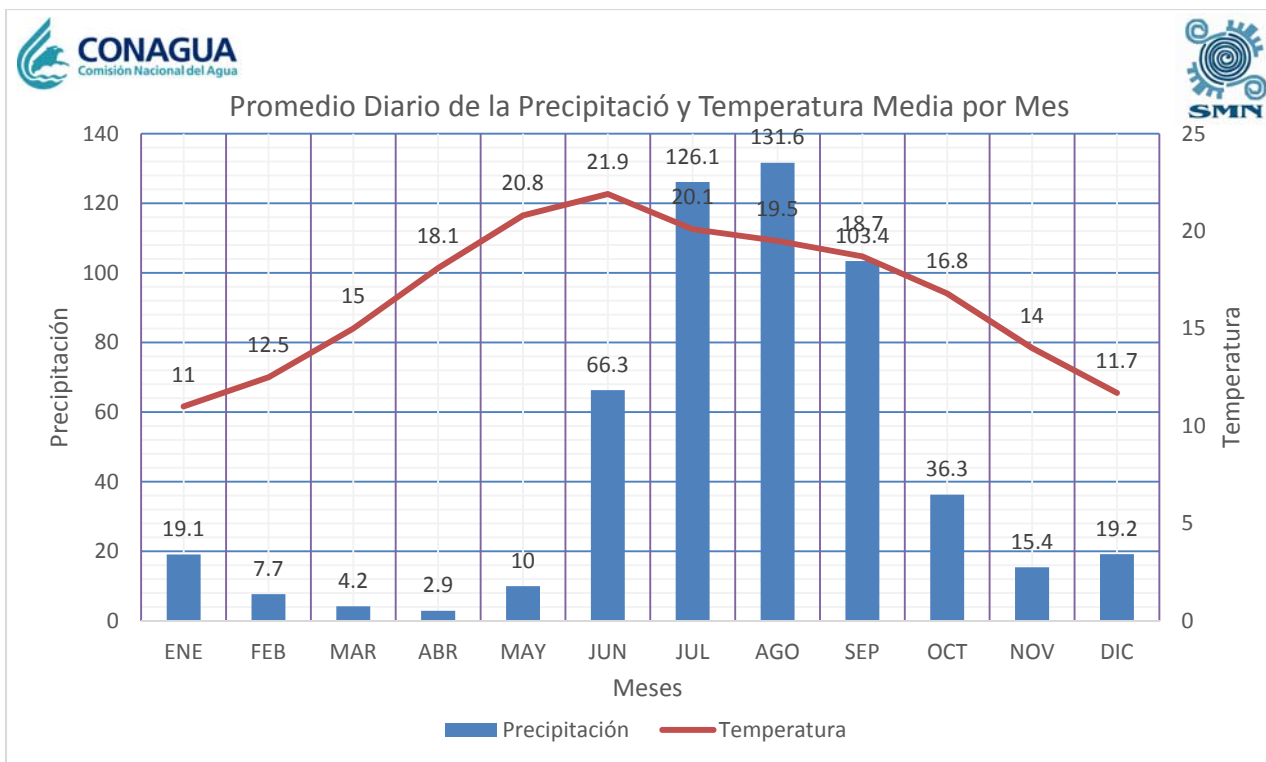
Temperatura Media Anual, precipitación y evaporación de las estaciones climatológicas de la cuenca.
 Graficas de la temperatura Media Anual por estación en los diferentes periodos.



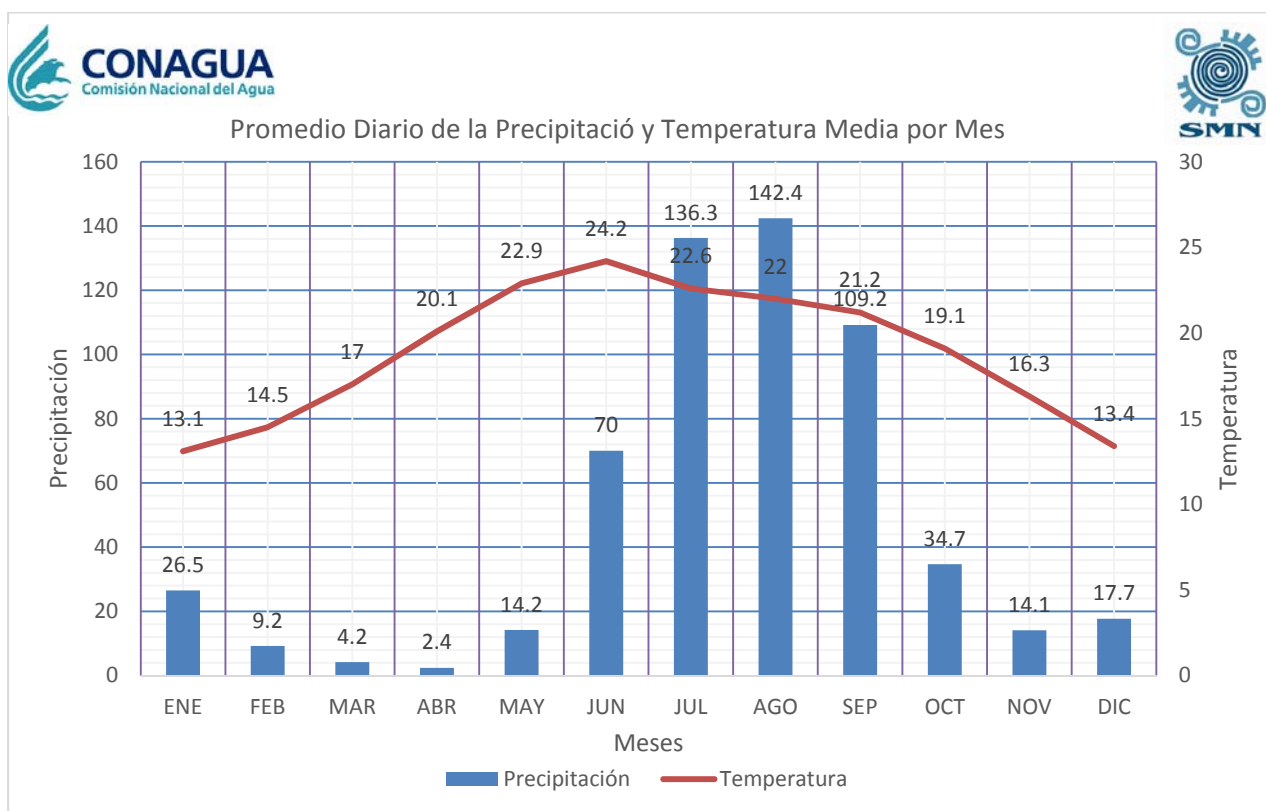
Gráfica B-1. Precipitación y Temperatura Estación Durango, periodo 1951-2010.



Gráfica B-2. Precipitación y Temperatura Estación Colonia Insurgentes, periodo 1951-2010.



Gráfica B-3. Precipitación y Temperatura Estación El pueblito, periodo 1951-2010.



Gráfica B-4. Precipitación y Temperatura Estación Santiago Bayacora, periodo 1951-2010.

