

ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO DE LA CUENCA
DEL RIO MATAQUITO

TOMO B
USO ACTUAL DEL AGUA

4202

INDICE

1.	INTRODUCCION	1
2.	DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	3
2.1	Generalidades	3
2.2	Cuenca del Mataquito	7
2.2.1	Subcuenca del río Teno	7
2.2.2	Subcuenca del río Lontué	8
2.2.3	Subcuenca del río Mataquito	9
2.2.4	Subcuenca del estero Curepto	10
2.3	Cuenca de Huenchullami	11
2.4	Cuenca de Vichuquén	11
2.5	Cuenca de San Pedro de Alcántara	12
2.6	Cuenca de Paredones	12
3.	INFRAESTRUCTURA DE RIEGO Y ORGANIZACION LEGAL	15
3.1.	Generalidades	15
3.1.1	Génesis de la red y obras de riego	15
3.1.2	Evolución Legal del aprovechamiento de las aguas	16
3.1.3	Obras de reparto de derechos	21
3.2	Río Teno	21
3.2.1	Situación Legal	21
3.2.2	Infraestructura de Riego	23
3.3	Río Lontué	30
3.3.1	Situación Legal	30
3.3.2	Infraestructura de Riego	39
3.4	Río Mataquito	44
3.4.1	Situación Legal	44
3.4.2	Infraestructura de Riego	49

3.5	Esteros Menores	49
3.5.1	El Manzano	51
3.5.2	Huemul	51
3.5.3	Tilicura-Comalle	51
3.5.4	Teno-Chavelo	52
3.5.5	Quete-Quete	52
3.5.6	Guaiquillo	52
3.5.7	Upeo y Potrero Grande	53
3.5.8	Pichuco	53
3.5.9	Culenar	53
4.	EFICIENCIAS DE APLICACION DEL AGUA EN RIEGO Y PERDIDAS DE AGUA	55
4.1	Generalidades	55
4.2	Eficiencias de riego	55
4.2.1	Descripción del problema	55
4.2.2	Análisis cualitativo	59
4.2.2.1	Percolación	59
4.2.2.2	Derrames	61
4.2.2.3	Eficiencia de riego	61
4.2.3	Antecedentes disponibles y adoptados	61
4.2.3.1	Características hídricas del suelo	62
4.2.3.2	Uso Consumo	67
4.2.3.3	Agua disponible	75
4.2.3.4	Métodos de riego	75
4.2.4	Cálculos y resultados	79
4.2.4.1	Influencias	79
4.2.4.2	Cálculo de percolación	83
4.2.4.3	Cálculo de derrames	84
4.2.4.4	Eficiencia de riego	85
4.2.5	Investigaciones de terreno	85

4.3	Pérdidas de Agua	87
4.3.1	Pérdidas por evaporación y consumo de freatófitas en el lecho del río.	91
4.3.2	Evapotranspiración en zonas consideradas de no riego	93
4.3.3	Pérdidas en zonas de vegas	93
4.3.4	Disminución de recursos	96
5.	DETERMINACION DE LAS SUPERFICIES DE RIEGO	99
5.1	Generalidades	99
5.2	Zonificación	100
5.3	Determinación del Area de Riego	112
5.3.1	Antecedentes	112
5.3.2	Descripción del modelo	113
5.3.2.1	Teoría	113
5.3.2.2	Aplicación del Modelo a la Cuenca del río Mataquito	115
5.3.3	Información necesaria e hipótesis utilizadas	116
5.3.3.1	Características del Riego	116
5.3.3.2	Caudales Disponibles	117
5.3.3.3	Tasa de Riego	120
5.3.3.4	Eficiencia de Riego Predial. Derrames superficiales e infiltración durante el riego.	120
5.3.3.5	Esquema de Derrames superficiales	120
5.3.4	Limitaciones del modelo de análisis por canales	133
5.3.5	Interrelación entre modelo de análisis por canales y Modelo de Simulación de la Cuenca.	134
5.3.5.1	Antecedentes	134
5.3.5.2	Esquema de derrames por zonas	134
5.4	Resultados	141
5.4.1	Generalidades	141
5.4.2	Descripción y Consideraciones generales	141
5.4.2.1	Teno Norte	141
5.4.2.2	Teno Sur	148
5.4.2.3	Lontué Norte	149
5.4.2.4	Lontué Sur	150

6.	DEMANDA DE AGUA POTABLE, INDUSTRIAL Y MINERA	151
6.1	Demanda de agua potable	151
6.1.1	Antecedentes generales	151
6.1.2	Población del área estudiada	151
6.1.3	Dotación de agua	153
6.1.4	Caudales	153
6.2	Demanda de agua industrial	155
6.2.1	Antecedentes	155
6.2.2	Estimación del consumo	157
6.2.2.1	Consumo Planta IANSA	158
6.2.2.2	Consumo de "Industria Alcoholes y Aceite Patria"	159
6.2.2.3	Caudal máximo del área	159
6.2.3	Conclusiones	159
6.3	Demanda de agua para la minería	160
6.4	Conclusiones sobre la demanda global	161
7.	CALIDAD DE LAS AGUAS	167
7.1	Calidad de las aguas superficiales	167
7.1.1	Controles sistemáticos y eventuales	167
7.1.2	Análisis practicados	169
7.2	Calidad de las aguas subterráneas	170
7.3	Contaminación	170
7.3.1	Caudales contaminados por actividad doméstica y municipal	170
7.3.2	Caudales contaminados por actividad industrial	172
7.3.2.1	Industrias situadas dentro de Curicó	172
7.3.2.2	Agroindustrias	173
7.3.2.3	IANSA	174
7.3.2.4	"Industria Alcoholes y Aceites Patria"	175
7.3.3	Caudales contaminados por la actividad agrícola	175
7.3.4	Caudales contaminados por la actividad minera	176
7.3.5	Análisis de aguas contaminadas	177

7.3.5.1	Análisis efectuado por la Univerdidad de Chile	177
7.3.5.1.1	Composición de las aguas servidas de Curicó y Molina	177
7.3.5.2	Análisis químicos de la Dirección General de Aguas	179
7.4	Conclusiones	180
7.4.1	Controles y Análisis	180
7.4.2	Calidad de Aguas para uso Agrícola	180
7.4.3	Calidad de Aguas para abastecimiento de agua potable	183
7.4.4	Calidad del agua para otros usos	184
8.	CONCLUSIONES	185
8.1	Destino del agua empleada	185
8.1.1	Regadío	185
8.1.2	Demanda poblacional	185
8.1.3	Demanda industrial	186
8.1.4	Demanda minera	186
8.2	Eficiencia de riego y pérdidas de agua	186
8.2.1	Eficiencia de riego	186
8.2.2	Pérdidas de agua	187
8.3	Obras de aprovechamiento de aguas en regadío	187
8.4	Organización legal	188
8.5	Calidad de Aguas y contaminación	188
	APENDICE	189

1.- INTRODUCCION

El objetivo primordial de este informe es determinar la magnitud de los requerimientos de agua indispensables para desarrollar las diferentes actividades del hombre. Se propone simultáneamente dar a conocer el grado de eficiencia con que se utiliza este recurso.

Para abordar el estudio surgió la conveniencia de tratar, por separado, el uso agrícola y el uso no agrícola del agua, aunque pudiera parecer desproporcionado incluir en un sólo punto el conjunto de usos agrícolas y no agrícolas, los volúmenes involucrados en ambos tipos de uso reflejan la exigua proporción de agua ocupada en actividades mineras, industriales o en servicios de agua potable.

Al analizar el Uso Agrícola se investigó el estado en que se encontraban las obras de conducción y regulación de los sistemas de reparto de agua. También se estudió, someramente, las organizaciones e instituciones encargadas de velar por la distribución legal del agua de riego.

Respecto a los requerimientos de agua para uso industrial, minero y potable, se evaluó la demanda actual y se incluyó, dentro del estudio, un comentario sobre la proyección futura.

2. - DESCRIPCION GENERAL DEL AREA DE ESTUDIO

2.1 GENERALIDADES.

Con el propósito de comprender mejor la forma en que se han utilizado los recursos hídricos, resulta interesante definir las características físicas de las cuencas y subcuencas del área de estudio.

Estas características físicas que fijan la conveniencia o inconveniencia de utilizar determinadas fuentes en sectores definidos, son invariables en el tiempo, pero las opciones de uso son dinámicas. Es así, como para sortear los obstáculos impuestos por la naturaleza el hombre ha debido ejecutar obras cada vez más complejas, pagando cada vez más caro por la unidad de agua utilizada.

Es por ello que el análisis aquí efectuado tiene validez en el presente, ya que la demanda que el hombre plantea, puede variar por múltiples causas difíciles de predecir.

Esta descripción aborda en forma independiente las distintas cuencas, o subcuencas, que conforman el área de estudio. Básicamente se refiere a las subcuencas de Teno, Lon-tué y Mataquito, incluyendo, separadamente, la cuenca de Curepto y la de Vichuquén. Las cuencas costeras de Huenchullami, San Pedro de Alcántara y Paredones han sido tratadas en conjunto, pues presentan características comunes. (Figura 2.1)

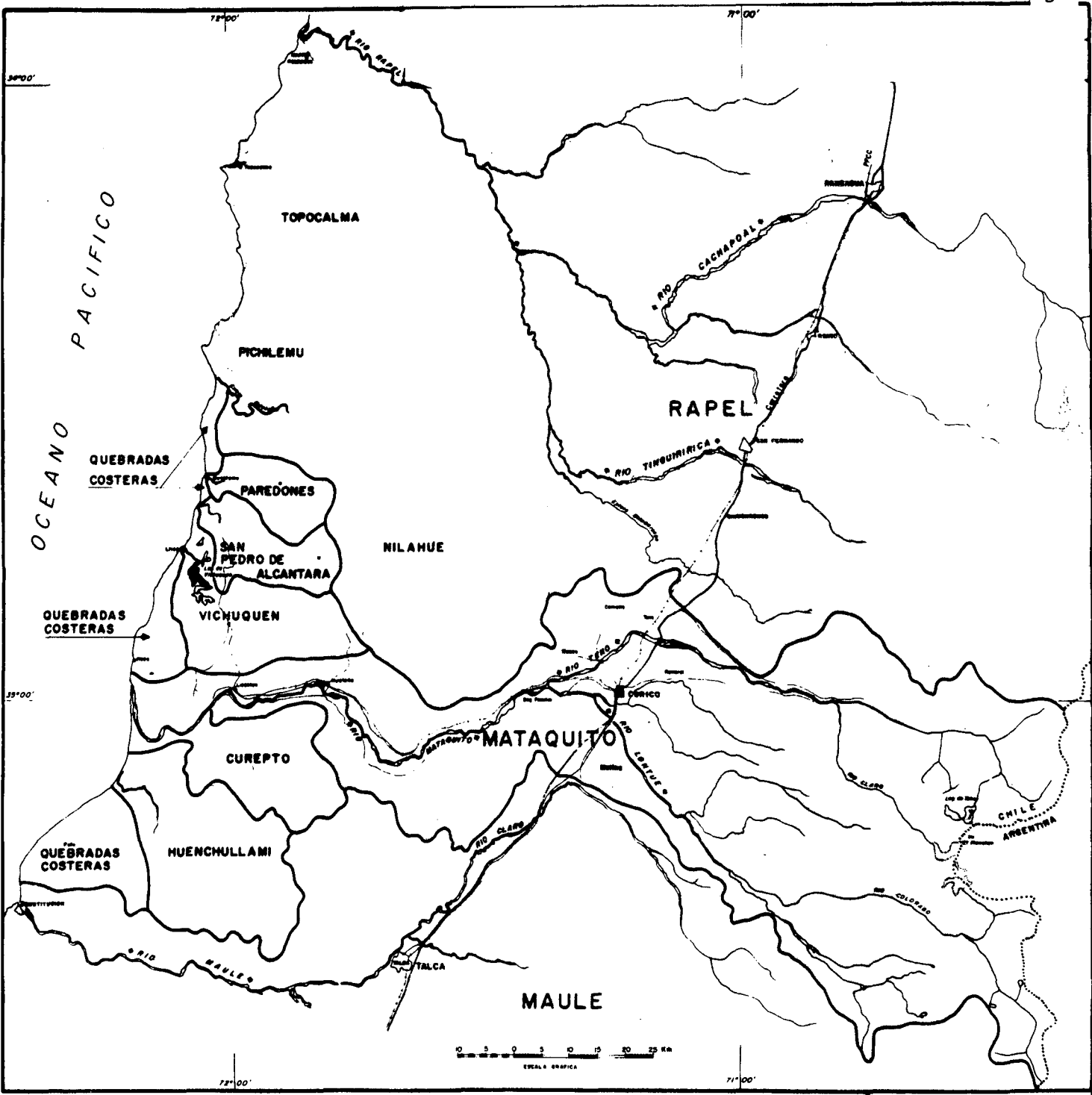


FIGURA 2.1

H.T.S. CICA B.P.		CUERPOS NATURALES COMPRENDIDOS ENTRE LOS RIOS RAPEL Y MAULE	REPUBLICA DE CHILE COMISION NACIONAL DE RIEGO
Director: OSCAR CIVILES	PLANO N°		ESTUDIO UTILIDAD DE BARRIO DE LA CUERPO DEL RIO MATAGUITO
Cel. Encargado: J. Rojas	ESCALA: 1:100.000		19- VI BOBOS DEL PRODUCTORES
Cel. Encargado: J. Rojas	FECHA: MARZO 1978		
Cel. Encargado: J. Rojas	PLANO BASE I.G.M. (1:100.000)		
Proyecto: CIR	V.P.	1987	

Otras cuencas de menor importancia situadas dentro del área de estudio no han sido incluidas ya que sólo consisten en pequeñas quebradas costeras que desembocan directamente al mar.

La descripción de las áreas de riego obedece al siguiente esquema general:

- Área de la cuenca (límites naturales, superficies, ancho, pendiente).
- Área de riego actual (superficie y características generales)
- Área total, posible de regarse
- Origen y calificación general de los recursos disponibles (pluvial, nival, recuperaciones, derrames, río, estuario, magnitud, hidrografía y control)
- Otras características (centros poblados, industriales o mineros)

2.2.- CUENCA DEL MATAQUITO.

La cuenca del Río Mataquito está ubicada entre los paralelos 34° 45' y 35° 35' de latitud sur aproximadamente y entre la Cordillera de los Andes y el Océano Pacífico.

Las principales fuentes de recursos de la cuenca son los ríos Teno y Lontué, cada uno con su propia hoya hidrográfica natural. Por desarrollarse en gran parte en altura, tales hoyas tienen una regulación estacional acorde con las mayores demandas de agua.

2.2.1 Subcuenca del río Teno.

La subcuenca del río Teno tiene un área aportante de 1.870 Km². Sólo unos 230 Km² son aptos para riego y están dominados, en su mayoría, por el río Teno.

El área de riego de la cuenca se localiza entre los Queñes y el origen del río Mataquito; en este tramo de 57 Kms., el río Teno se encuentra emplazado sobre un abanico aluvial formado por sus propios arrastres y con una pendiente media de 1,6 %.

Debido al esquema de la red de riego, en que los canales sobrepasan los límites naturales de la cuenca aportante, el área de riego que domina el río Teno, se incrementa en 140 Km² ubicados en el sur del estero Chimbarongo, perteneciente a la hoya del río Rapel y, en 130 Km² que son drenados por el estero Guaquillo perteneciente a la hoya del río Lontué. El área total dominada por los canales que toman sus aguas en el río Teno alcanza aproximadamente a 500 km².

Los cauces principales de la cuenca, son el estero El Manzano afluente del río Teno en la sección alta del río y, el estero Tilicura-Comalle que desemboca en el río pocos kilómetros antes de la formación del río Mataquito.

Dentro del área dominada por el Teno, se encuentran los principales centros urbanos de la zona. Sus aguas abastecen a la ciudad de Curicó y a los pueblos de Teno, Romeral, Rauco y Comalle. Los principales centros industriales se encuentran en el sector periférico de la ciudad de Curicó y son abastecidos mayoritariamente por aguas subterráneas y por el río Teno.

2.2.2 Subcuenca del Río Lontué.

La subcuenca del río Lontué tiene un área aportante de 2.580 Km² de los cuales sólo 390 son aptos para riego y están dominados principalmente por el río Lontué. Este se origina en la confluencia de los ríos Palos y Colorado que poseen recursos proveniente de aguas lluvias y deshielo.

El área de riego de la cuenca se localiza entre la formación misma del río Lontué y el origen del río Mataquito. En este tramo de 50 kms. el río Lontué se encuentra emplazado, en forma similar al río Teno, sobre un abanico aluvial formado por sus

propios arrastres y con una pendiente media de 1% .

Debido al trazado de la red de riego y a que los canales y esteros de drenaje rebasan los límites naturales de la cuenca, el área dominada con recursos del río no corresponde al área apta para riego. Así, el sector natural apto para riego que pertenece a la cuenca del Lontué se incrementa en 80 km² y en 88 km² respectivamente pertenecientes a las cuencas naturales del río Claro y del Mataquito. Por otro lado se ve disminuído en 130 km² que son regados con aguas del río Teno.

El área total dominada por recursos de este río alcanza a 428 km².

Los cauces principales de su cuenca son el estero Upeo y Potrero Grande que entregan sus aguas en la parte alta del río y los esteros Quete-Quete y Guaquillo afluentes en la zona baja y que drenan el área de riego perteneciente a la zona sur del río Teno y parte de la zona norte del río Lontué.

En el sector sur poniente del Lontué, cerca de su confluencia con el río Teno, nacen los esteros Río Seco y Pirhuin que toman sus aguas en el río Lontué y se las devuelven previo abastecimiento de una determinada zona. Parte de los recursos de la zona baja del río Lontué se originan por afloramiento de la napa subterránea y por derrames superficiales provenientes del riego de las zonas superiores. Estos recursos dan origen a los esteros Carretón y Pichuco.

Los centros urbanos de mayor importancia en la zona dominada, corresponden a los pueblos de Molina, Lontué y Sagrada Familia. No existen otros centros de consumo relevantes.

2.2.3 Subcuenca del río Mataquito.

La subcuenca del río Mataquito está representada principalmente, por el río Mataquito, que se origina al poniente de la ciudad de Curicó por la confluencia de los ríos Teno y Lontué.

El área de influencia del Mataquito a lo largo de 80 km. de recorrido desde su origen hasta su desembocadura en el mar, es de unos 120 km².

Sus límites naturales por el norte y el sur son los cerros de la Cordillera de la Costa. Su cauce es muy encajonado y sólo en algunos sectores gracias a la existencia de terrazas aluviales y valles laterales, conforma zonas de riego.

El río Mataquito recibe un sinnúmero de esteros entre lo que se destacan el Carretón, el San José de Quillayes, el Culenar y el estero Curepto.

Todos, salvo el estero Carretón poseen recursos propios y dan origen a valles laterales aptos para riego.

Los centros urbanos de mayor importancia en la zona dominada por esta subcuenca son los pueblos de Palquibudi, la Huerta, Lincantén, Hualañé y Villa Prat.

2.2.4 Subcuenca del Estero Curepto.

La subcuenca del Curepto está ubicada en la zona baja del río Mataquito, del que es afluente 12 kms. aguas arriba de su desembocadura en el mar.

Esta subcuenca posee un área de 395 km². De esta superficie sólo 2.800 há. son aptas para cultivo y actualmente se explotan como secano.

Los recursos de agua de la hoya provienen de los esteros Rapilermo y Domulgo que nacen de los cerros de la cordillera de la costa y corren encajonados hasta unirse y formar el estero Curepto. Este, abastece el área de secano ya definida y al pueblo del mismo nombre.

El valle de Curepto posee un mal drenaje que se torna crítico en épocas de lluvia en que se producen constantes inundaciones de unas 700 hás. de cultivo. Esto sucede a causa de la escasa pendiente del cauce del estero en su parte baja y a su mínima diferencia de nivel con el río Mataquito al que alimenta.

2.3 CUENCA DE HUENCHULLAMI

La cuenca de Huenchullami corresponde a una hoya costera ubicada entre las cuencas del Maule y del Mataquito. Posee un área total de 750 km² drenada por los esteros Batuco, Vaquería y Huenchullami.

Los dos primeros se originan por recursos propios en la parte alta de la cuenca, se unen y forman el río Huenchullami que desemboca en el mar 12 kms. al sur del río Mataquito.

Los tres cauces corren encajonados entre los cerros de la Cordillera de la Costa dando origen, en su recorrido a pequeños y angostos valles de secano y de riego de temporada, cuyas superficies no exceden las 800 hás.

En su tramo final, el Huenchullami posee muy poca pendiente por lo que las crecidas de invierno, derivadas de la extensa hoya, provocan frecuentes inundaciones perjudiciales.

2.4 CUENCA DE VICHUQUEN.

Es una cuenca costera de 470 km² ubicada inmediatamente al norte de la desembocadura del río Mataquito.

Sus drenes naturales son los esteros Baquil y Vichuquén. El primero es el cauce principal de la cuenca y recoge casi la totalidad de las aguas aportadas. Debido a que su cauce, en la zona alta, es encajonado sólo existen allí pequeñas áreas ribe-

reñas con riego de temporada. En su sector bajo, por la poca pendiente del terreno, se produce una zona de inundación permanente que da origen a extensos pajonales.

El único sector de la cuenca con suelos aptos para riego está al este de dichos pajonales y su extensión aproximada es de 600 hás. La zona inundada presenta también buenos suelos, pero sin salida natural hacia la laguna de Vichuquén, lo que sólo puede obtenerse mediante un corte importante en una loma que cierra el paso al oriente.

Todo el sector de la cuenca inmediato a la costa presenta características topográficas similares: poca pendiente y escasa altura sobre el nivel del mar. Esto da origen a las lagunas costeras de Vichuquén y Torca, que se abastecen desde los esteros descritos y con aportes de su propia hoya.

2.5. CUENCA DE SAN PEDRO DE ALCANTARA.

Se trata de una cuenca costera de 265 km² ubicada inmediatamente al norte de Vichuquén y sin suelos aptos para riego. Sus aguas son drenadas por el estero San Pedro de Alcántara que, en su desembocadura, por la escasa pendiente del terreno, da origen a la Laguna de Bayerma y a algunos sectores planos, salinos, sin posibilidad de explotación intensiva.

2.6 CUENCA DE PAREDONES.

Es una cuenca costera de 215 Km². Se encuentra inmediatamente al norte de San Pedro de Alcántara y a pesar de presentar algunos sectores con suelos aptos para cultivos, estos por ser mesetas, se encuentran más altos que las fuentes de agua.

Las aguas de esta cuenca son drenadas por los esteros La Población y Membrillo que, al unirse a la altura del pueblo

de Paredones, dan origen al estero Paredones, cauce principal de la cuenca.

Este desemboca en el mar en las inmediaciones del pueblo de Bucalemu dando origen, por la poca pendiente del terreno, a la laguna de Bucalemu.

3. - INFRAESTRUCTURA DE RIEGO Y SITUACION LEGAL.

3.1 GENERALIDADES

La cuenca del Río Mataquito y de sus tributarios abarca casi la totalidad de la superficie actualmente regada considerada en el área cubierta por este estudio. Esto debido a que el régimen hidrológico de sus fuentes de abastecimiento, coincide aproximadamente con las demandas de agua de regadío. Los cauces costeros, de régimen netamente pluvial, no disponen de recursos en los períodos de mayor demanda agrícola. Por otra parte, no se ha intentado la búsqueda de recursos en otras cuencas por la magnitud de las obras que habría que emprender.

El sistema de regadío en la cuenca del Mataquito, requiere ser claramente comprendido, para apreciar sus ventajas e inconvenientes y valorar así las mejoras que puedan obtenerse de su modificación.

La operación de este sistema, y de los mecanismos de control y entrega de las aguas de riego, ha sido similar al de la mayoría de las cuencas del Valle Central, y de algunos valles transversales.

3.1.1 Génesis de la red y obras de riego.

En Chile, los canales de regadío, especialmente, a fines de siglo pasado y comienzos del actual, se construyeron gracias a la iniciativa particular. Los propietarios de las grandes haciendas de la época construyeron las primeras obras iniciando el regadío de los terrenos ribereños y avanzando, posteriormente, hacia terrenos más alejados.

En el área Teno-Lontué, el riego de terrenos cercanos a los ríos resultaba fácil mediante cortos canales, dada la pen-

diente de las fuentes (entre 0,6 y 1,6 %). La necesidad de ganar mayor superficie de riego obligó posteriormente a construir obras con pendientes inferiores a las de los primeros canales generándose una red de canales primitivos entrecruzados con otros más modernos.

Las primeras divisiones de tierra de las grandes haciendas, que tuvieron su origen, normalmente, a través del mecanismo de la herencia, establecieron unidades prediales todavía bastante extensas. El agua de riego, para estas nuevas unidades era conducida por cauces de alta capacidad que, por lo general, corrían en cursos paralelos.

Las divisiones y subdivisiones de tierra posteriores requirieron canales derivándose muchas obras nuevas de los canales ya existentes, hasta conformar sucesivamente la actual red de canales mayores.

El desarrollo del sistema someramente descrito, condujo a una serie de hechos que con el tiempo han influido negativamente en la operación de la red de regadío:

- (i) Bocatomas ubicadas muy próximas entre sí, para captar caudales destinados a regar áreas distantes.
- (ii) Diseño de canales paralelos, derivados desde un corto canal matriz.
- (iii) Cauces que se cruzan y que, en muchos casos (como Teno Sur y Lontué) pese al tiempo transcurrido desde su ejecución, cuentan con obras de arte provisionarias e ineficientes.

3.1.2 Evaluación legal del aprovechamiento de las aguas.

Hasta la promulgación en 1968 del Código de Aguas vigente (ley 16.640), el acceso a las aguas de regadío se lograba por

la adquisición de derechos de agua, teniendo éstos el mismo tratamiento jurídico de un bien. Vale decir, podrían ser comprados, recibidos por donación o herencia, o cualquier otro sistema pactado entre particulares, sin mayor intervención del Estado.

En un comienzo, como se ha dicho, prácticamente cada canal servía a un propietario. La división de los predios significó también la división de los derechos de agua que resultaban bastante equitativos para las nuevas unidades formadas a raíz de los procesos de herencia. Con el tiempo la división de propiedades se empezó a hacer con el propósito de vender tierras. Esto significó en la mayoría de los casos que el vendedor se guardaba para sí una mayor dotación de derechos de agua para la superficie que conservaba, con el fin de asegurarse cuotas de riego en períodos de escasez.

De hecho, se creó una fuerte desproporción entre los derechos de agua y la superficie servida. Como un elemento adicional de dificultad, se agregó la venta de los derrames de un predio.

A rasgos muy globales, puede afirmarse que esta era la situación en que se encontró el sector de regadío en el país al promulgarse la ley 16.640 a partir de la cual cambió el concepto de entrega de derechos de aprovechamiento de agua, reservándose al Estado, a través de su Dirección General de Aguas, el otorgamiento de derechos, mercedes o concesiones de aprovechamiento de aguas. El aspecto fundamental de esta drástica modificación atañe a la propiedad del agua que, específicamente, se define como bien nacional de uso público. Razón por la que, desde 1968, sólo el Estado puede autorizar su uso.

La administración del uso del agua fué en un comienzo muy sencilla pues, simplemente se controlaba el correcto ejercicio de los derechos que les correspondía a los canalistas sobre un curso de agua. Con el transcurso del tiempo se incrementó el número de usuarios de un mismo canal y surgió la necesidad de una organización. Fue así como nacieron Asociaciones de Canalistas destinadas a velar por los derechos de cada usuario y a responsabilizarse de la mantención y mejoramiento de cauces, bocatomas y otras obras.

En algunos casos se han dado formas de organización más amplias como cooperativas de servicio que cubren zonas extensas.

La figura 3.1 resume las vinculaciones actuales entre usuarios y la autoridad.

Antes de la promulgación del actual código de aguas, el derecho de aprovechamiento se le otorgaba al usuario en función de la superficie regada. Este derecho se materializaba de acuerdo a un porcentaje de los caudales del río, captados por el canal.

La ley actual fija el volumen mensual de agua que el Estado le permite utilizar al usuario. Sin embargo, por las condiciones en que se encuentran las obras y, especialmente por la falta de regulación en la casi totalidad de las áreas de riego del país, esta modalidad resulta impracticable. De hecho, se continúa con la práctica del reparto proporcional.

LA ORGANIZACION DE LA DISTRIBUCION DEL AGUA, EN EL AREA TENO-LONTUE

LAS ORGANIZACIONES Y ADMINISTRACION VINCULADAS A LAS OBRAS DE REGADIO

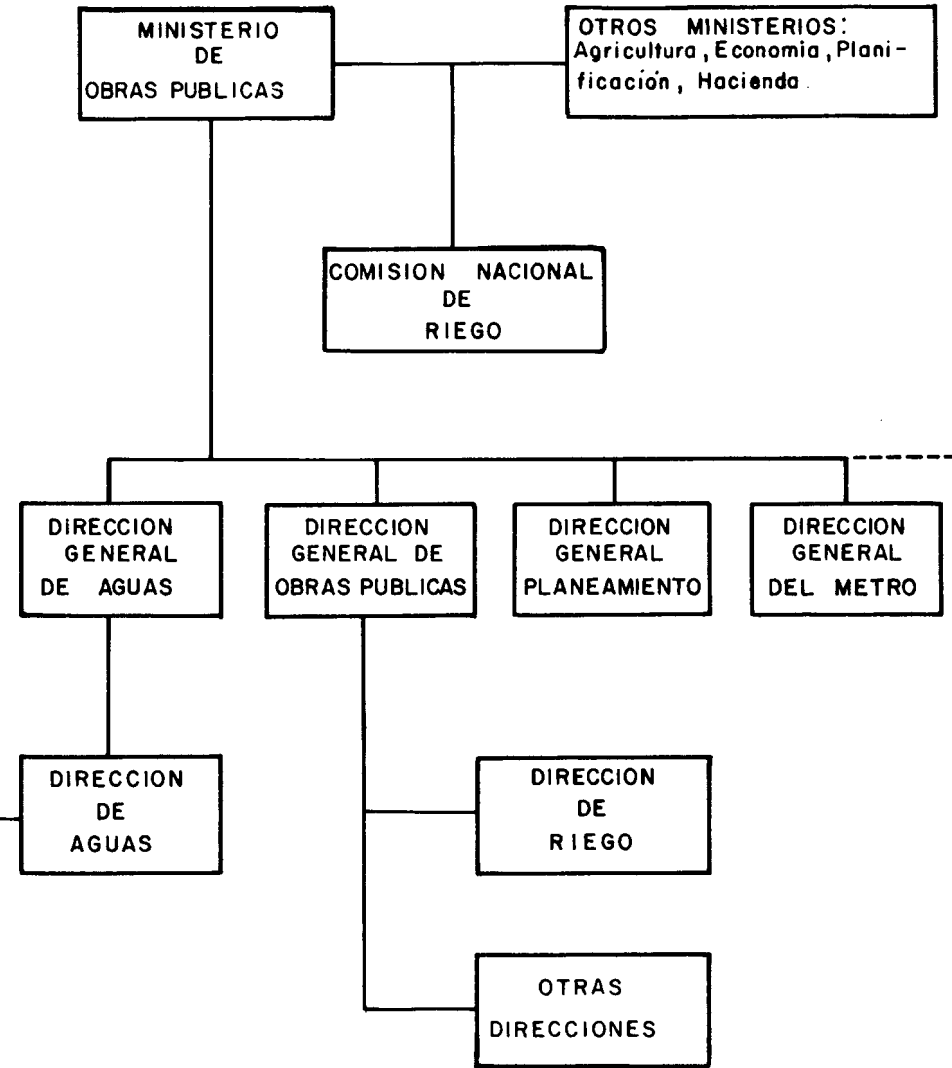
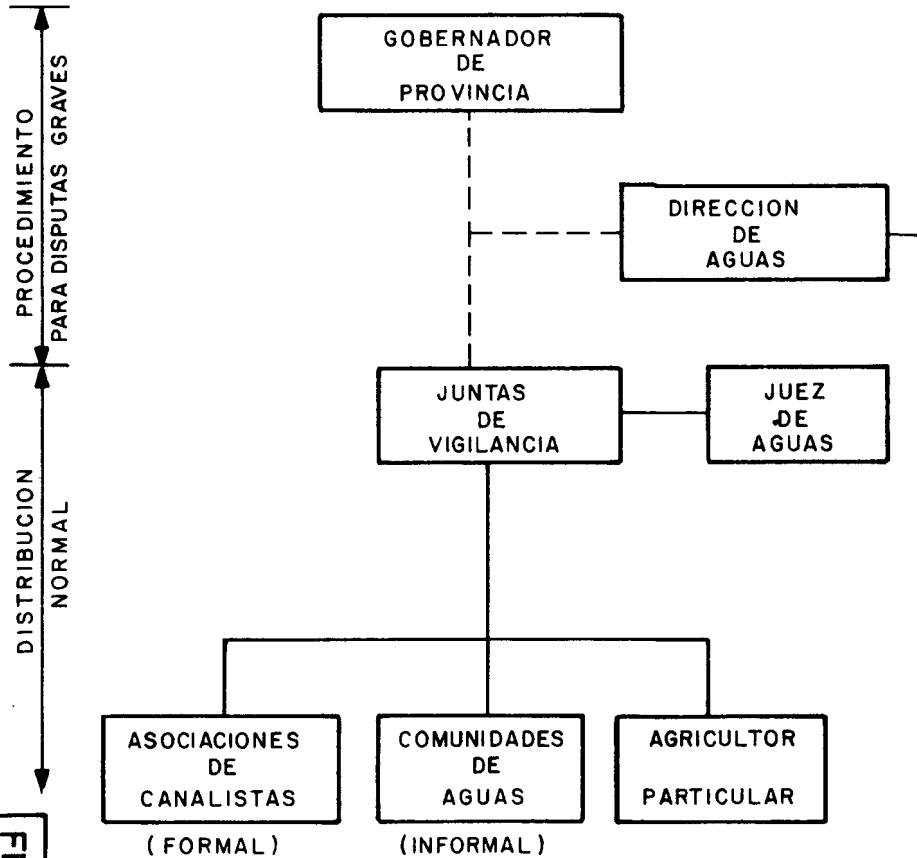


FIGURA 3.1

3.1.3 Obras de reparto de derechos

En la actualidad, tal como se ha hecho desde el siglo pasado, la extracción desde un cauce de los derechos correspondientes al usuario se realiza mediante un dispositivo que permite retirar una fracción del caudal. Con este propósito se utilizan en Chile los marcos partidores de hoja y escurrimiento crítico.

En la figura 3.2 se presenta la ubicación de la bocatoma de todos los canales que tienen derechos inscritos en los ríos Teno y Lontué.

3.2 RIO TENO.

3.2.1 Situación Legal.

El caudal del río Teno está dividido en 3.549 acciones o partes alicuotas repartidas entre 49 canales que se encuentran bajo la tuición de la "Asociación de Canalistas del Río Teno". Esta asociación obtuvo su personería jurídica por decreto N° 173 del 5 de Mayo de 1918 del Ministerio de Industrias y Obras Públicas. Su constitución estuvo originalmente vinculada a la ejecución de las obras y operación posterior del embalse de las lagunas del Planchón.

Por la ribera norte, 26 canales extraen los caudales correspondientes a 1.860,1 acciones. Estos canales dan riego directo a 29.190 hás y, desde los esteros que drenan esta área, se riegan 1.487 hás. adicionales por canales que no tienen derechos permanentes.

Por la ribera sur del río Teno 23 canales extraen los caudales correspondientes a 1.688,9 acciones. Estos canales dan riego directo a 14.469 hás. y, desde los esteros que drenan esta área se riegan 4.027 hás adicionales.

El fuerte estiaje del río, que se produce aproximadamente en la primera quincena de enero, variando según el año cli-

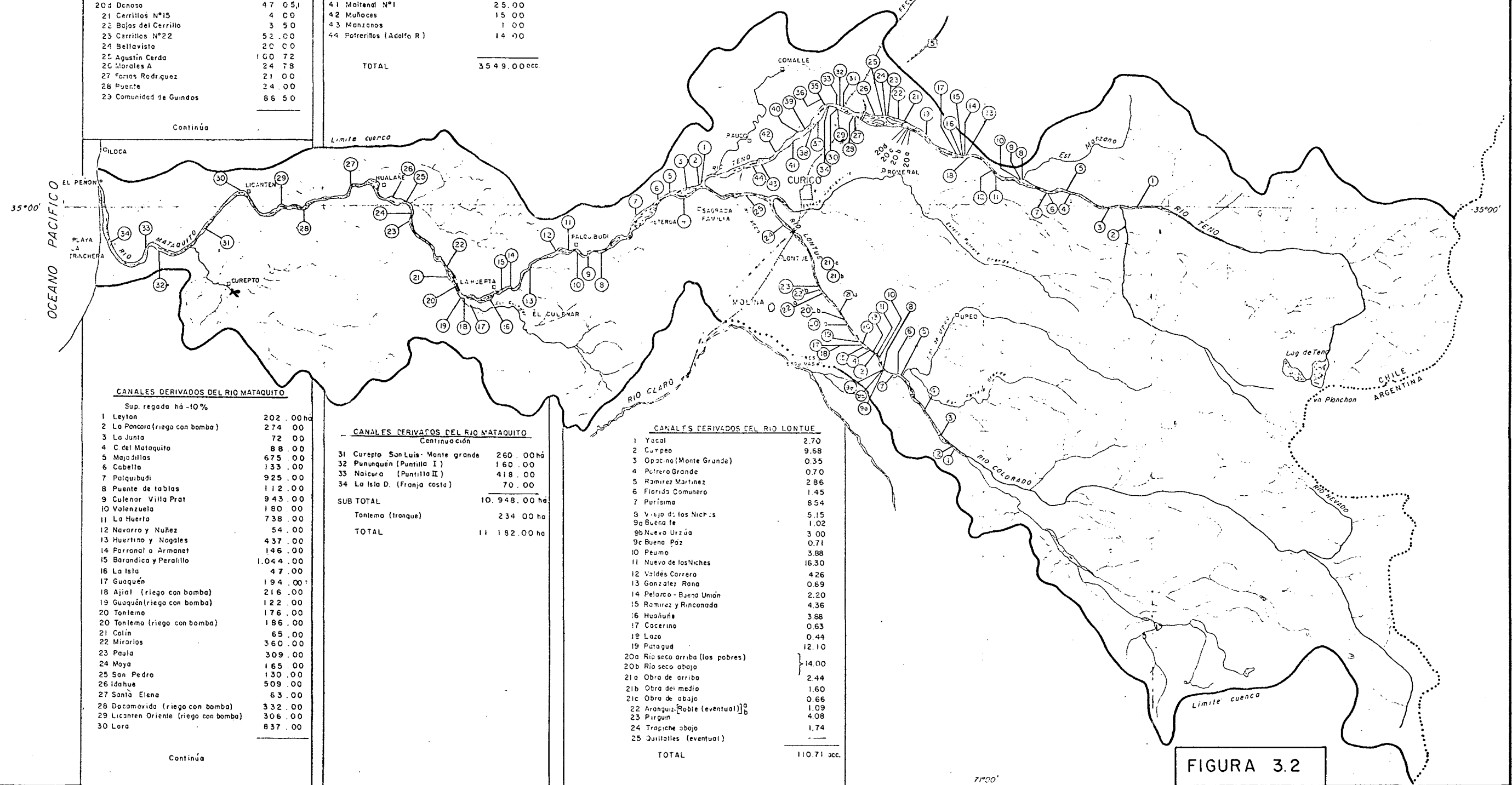
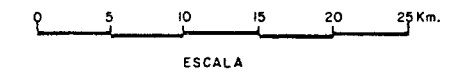
CANALES DERIVADOS DEL RIO TENO	
1 San Miguel	40 00 acc
2 Soñe	20 00
3 Tardimar	9 00
4 Maguacristas	14 20
5 Maqui Macha	154 00
6 Cabaço	20 20
7 Sacavón	222 30
8 Laguna	3 00
9 Huemul	270 00
10 Souce	30 00
11 Chufufo Vestiza	120 00
12 Moreno	92 00
13 Quinto	312 00
14 Graneros	100 00
15 Monterría o Santa Rosa	48 00
16 Aurora de Teno	60 00
17 Ventana	159 50
18 Cañada	713 20
19 Avalos	3 50
20a Quilvo	58 65,9
20b Parales	25 00
20c Merino	68 29
20d Donoso	47 05,1
21 Cerrillos N°15	4 00
22 Bajos del Cerrillo	3 50
23 Cerrillos N°22	52 00
24 Bellavista	20 00
25 Agustín Cerda	100 72
26 Morales A	24 78
27 Fariás Rodríguez	21 00
28 Puente	24 00
29 Comunidad de Guindos	86 50

CANALES DERIVADOS DEL RIO TENO	
Continuación	
30 Guindos N°2	10 00
31 Comalle	203 00
32 Isla de Quilvo (La Palma)	3 60
33a Rauco	36 00
33b Morales B	4 00
34a Quete Quete	24 00
34b Baldos	20 50
35 Compuerta de Teno	81 00
36 Punta del Monte	54 00
37 Leyton	30 00
38 Maiten N°2	20 00
39 Los Alisos	26 00
40 Los Malosas	54 50
41 Maiten N°1	25 00
42 Muñoces	15 00
43 Manzanos	1 00
44 Potrerillos (Adolfo R)	14 00
TOTAL	3549,00 acc.

H.T.S.	CICA	BaP
Proyecto	M. Ruiz Tagle	PLANO N°
Jefe Unidad	J. Zegers	ESCALA
Jefe Estudio	J. Zegers R. Goodyear	FECHA
Dibujo	J. Creus	ESTADO
Inspector CNR		ESERV

UBICACION DE BOCATOMAS DE CANALES
EN LOS RIOS
TENÓ, LONTUE Y MATAQUITO

REPUBLICA DE CHILE
COMISION NACIONAL DE RIEGO
ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO DE LA CUENCA DEL RIO MATAQUITO
VI-VII REGION NIVEL PREFACTIBILIDAD



CANALES DERIVADOS DEL RIO MATAQUITO	
Sup. regada há -10%	
1 Leyton	202 00 há
2 La Panora (riego con bomba)	274 00
3 La Junta	72 00
4 C. del Mataquito	88 00
5 Majo Jillos	675 00
6 Cabello	133 00
7 Palquibudi	925 00
8 Puente de tablas	112 00
9 Culenar Villa Prat	943 00
10 Valenzuela	180 00
11 La Huerta	738 00
12 Navarro y Nuñez	54 00
13 Huertino y Nogales	437 00
14 Parronal o Armanet	146 00
15 Barandica y Peralillo	1.044 00
16 La Isla	47 00
17 Guaquén	194 00
18 Ajiál (riego con bomba)	216 00
19 Guaquén (riego con bomba)	122 00
20 Tonlema	176 00
20 Tonlema (riego con bomba)	186 00
21 Colín	65 00
22 Miraríos	360 00
23 Paula	309 00
24 Maya	165 00
25 San Pedro	130 00
26 Idahue	509 00
27 Sania Elena	63 00
28 Docamavida (riego con bomba)	332 00
29 Licantén Oriente (riego con bomba)	306 00
30 Lora	837 00

CANALES DERIVADOS DEL RIO MATAQUITO	
Continuación	
31 Curepto San Luis- Monte grande	260 00 há
32 Pununquén (Puntilla I)	160 00
33 Naicuro (Puntilla II)	418 00
34 La Isla D. (Franja costa)	70 00
SUB TOTAL	10.948 00 há
Tonlema (trunque)	234 00 há
TOTAL	11 182 00 há

CANALS DERIVADOS DEL RIO LONTUE	
1 Yacal	2,70
2 Curpeo	9,68
3 Opacno (Monte Grande)	0,35
4 Putrero Grande	0,70
5 Ramirez Martinez	2,86
6 Florida Comunero	1,45
7 Purísima	8,54
8 Viejo de los Niches	5,15
9a Buena fe	1,02
9b Nueva Urzúa	3,00
9c Buena Paz	0,71
10 Peumo	3,88
11 Nuevo de los Niches	16,30
12 Valdés Carrera	4,26
13 Gonzalez Rana	0,69
14 Pelarco - Buena Unión	2,20
15 Ramirez y Rinconada	4,36
16 Huañuñe	3,88
17 Cacerino	0,63
18 Lazo	0,44
19 Patagud	12,10
20a Rio seco arriba (los pobres)	14,00
20b Rio seco abajo	
21a Obra de arriba	2,44
21b Obra del medio	1,60
21c Obra de abajo	0,66
22 Aranguiz (obras eventuales)	1,09
23 Pirgum	4,08
24 Trapiche abajo	1,74
25 Quitalles (eventual)	
TOTAL	110,71 acc.

FIGURA 3.2

7100'

mático, obliga a la "Asociación de Canalistas del Río Teno" a controlar la distribución de las aguas en proporción a los derechos. Los caudales de cada canal se fijan estableciendo la altura de agua en los marcos de aforo, en general de barrera triangular. En la práctica este control se inicia cuando el río baja su caudal de 40 a 38 m³/seg en Los Queñes.

Dos canales toman sus aguas antes de la confluencia de los ríos Teno y Claro. Por el norte, lo hace el canal San Miguel desde el río Teno y, por el sur, el canal El Peñón desde el río Claro.

En las Tablas 3.1 y 3.2 se entrega un listado de todos los canales con las acciones que le corresponde a cada uno, vigentes al 1° de Mayo de 1977. También se incluyen las áreas, bajo canales, para las zonas de Teno Norte y Teno Sur respectivamente y, las áreas regadas por los esteros que son drenajes naturales.

Se acompaña, además, la figura 3.3 donde se presenta el esquema de distribución de los canales del Río Teno.

3.2.2 Infraestructura de Riego.

En el río Teno hay dos obras de envergadura que afectan directamente al área bajo riego.

En la cabecera del río Malo se encuentra el embalse de Lagunas Planchón a 2.430 m.s.n.m. con una capacidad de 77 millones de m³ y con una posibilidad de recarga anual de 64 Mm³, en un año 50 %.

Las actuales obras de toma, muy deterioradas, limitan el gasto que el embalse puede entregar a cifras entre 10 y 5 m³/s, según el volumen de agua existente.

Dentro del área de riego de Teno Norte, ENDESA ha construido el canal Teno-Chimbarongo de 13,6 Kms. que vacía sus aguas a un estero que desemboca poco antes del pueblo de Quinta, en

TABLA N° 3.1 RIO TENO RIBERA DERECHA ZONA TENO NORTE

RESUMEN GENERAL DE ACCIONES Y AREAS BAJO CANAL

N°	Nombre	Acciones	Superficie regada has.	Relación Has/acc.	Capacidad actual l/s	Compuerta en bocatoma	Marco de aforo	N° marcos partidores.	N° Embalses de regulac.	Bocatoma	Observaciones
1	San Miguel	40,0	821	20,53	1.600	- -	B	- -	1	R	R = Rústico E = Estable B = Bocatoma M. P = Marco Partidor
5	Maquis-Macal	154,0	2.736	17,77	3.500	- -	1er. M. P.	15	2	E	
8	Laguna	3,0	4.076	13,45	10.000	Si	1er. M. P.	12	7	E	
9	Huemul	270,0									
10	Sauce	30,0						1	- -		
13	Quinta	312,0	4.207	13,48	6.000	Si	1er. M. P.	8	3	E	
14	Granero	100,0	1.561	15,61	3.500						
15	Monterilla o Sta. Rosa	48,0	689	14,35	1.700	- -	B	3	- -	R	
16	Aurora de Teno	60,0	1.900	31,67	2.200	- -	B	11	1	E	
17	Ventana	158,5	2.934	18,51	4.000	- -	B	10	9	R	
19	Avalos	2,5	203	81,20	800	- -	- -	- -	- -	R	
21	Cerrillos N° 15	4,0	122	30,50	1.600	- -	- -	- -	- -	R	
22	Bajos del Cerrillo	3,5	41	11,71	1.100	- -	- -	- -	- -	R	
23	Cerrillos N° 22	52,0	535	10,29	1.600	Si	B	2	- -	E	
24	Bellavista	20,0	133	6,65	2.000	Si	B	1	- -	R	
25	Agustin Cerda	100,72	2.317	23,00	2.500	Si	B	18	2	E	
26	Morales "A"	24,78	445	17,96	1.200	- -	- -	1	- -	E	
31	Comalle	203,00	3.144	15,22	4.500	- -	Si	28	2	E	
32	Isla de Quilvo	3,60									
33 A	Rauco	36,0			1.000	- -	B	3	- -	R	
33 B	Morales "B"	4,0	648	16,20	200	- -	B	- -	- -	R	
35	Compuertas Teno	81,0	867	10,70	2.100	Si	1er. M. P.	4	- -	E	
36	Punta del Monte	54,0	635	11,76	1.100						
39	Los Alisos	26,0	278	10,69	950	Si	B	- -	- -	R	
40	Las Melosas	54,5	737	13,52	1.400	Si	B	4	- -	R	
42	Muñoces	15,0	161	10,73	650	- -	- -	- -	- -	R	
		1.860,10	29.190	15,69					34		

SUPERFICIES REGADAS POR ESTEROS

1	Tilicura-Comalle	422,00	Hás
2	Teno-Chavelo	1.065,00	Hás
TOTAL		1.487,00	Hás.

RESUMEN

Superficie riego directo	29.190 Has.
Superficie riego desde esteros	1.487 Has.
TOTAL	30.677 Has.

TABLA N° 3.2 RIO TENO RIBERA IZQUIERDA ZONA TENO SUR

RESUMEN GENERAL DE ACCIONES Y AREAS BAJO CANAL

N°	Nombre	Acciones	Superficie regada has.	Relación Has/acc.	Capacidad actual l/s	Compuerta en bocatoma	Marco de aforo	N° Marcos partidores	N° Embalses de regulac.	Bocatoma	Observaciones		
2	El Peñón	20,0	} 345	11,9	550	- -	- -	- -	- -	R	R = Rústico E = Estable B = Bocatoma M. P. = Marco part. l embalse temporada		
3	Cardonal	9,0			520	- -	B	- -	- -	R			
4	Maquis Chico	14,2			212	14,93	1.450	- -	B	2		- -	R
6	Calabozo	20,2			193	9,55	550	- -	B	1		- -	R
7	Socavón	222,3	2.570	11,55	3.500	Si	B	19	5	E			
11	Chuñufe o Mestiza	120,0	1.570	13,08	3.200	Si	B	13	5	E			
12	Moreno	93,0	860	9,25	2.600	Si	B	6	4	E			
18	Cañada	713,2	3.960	5,55	12.000	Si	ler. M. P.	47	13	E			
20 a	Quilvo	58,66	} 2.253	11,32	2.100	Si	B	8	- -	E			
20 b	Perales	25,0			900		- -	3	2	E			
20 c	Merino	68,29			1.500		B	9	3	E			
20 d	Donoso	47,05			1.050		B	6	- -	E			
27	Farías Rodriguez	21,0	146	6,95	1.100	- -	B	2	- -	E			
28	Puente	24,0	266	11,08	900	- -	B	2	- -	E			
29	Comunidad Guindos N°1	88,5	} 1.101	11,18	2.500	Si	ler. M. P.	8	2	E			
30	Guindos N° 2	10,0			650	- -	1	- -	E				
34 a	Quete-Quete	24,0			1.000	Si	ler. M. P.	5	- -	E			
34 b	Boldos	20,5	383	8,61	900	} Si	B	3	-	-	E		
37	Leyton	30,0	274	9,13	1.200								
38	Maitenal N° 2	20,0	135	6,75	750	Si	B	1	- -	E			
41	Maitenal N° 1	25,0	88	3,52	500	- -	- -	- -	- -	R			
43	Manzanos	1,0	} 113	8,07	500	- -	- -	- -	- -	R			
44	Potrerillos (A. Ramírez)	14,0			400	- -	- -	- -	- -	R			
		1.688,90	14.469	8,57					34				

SUPERFICIES REGADAS DESDE ESTEROS

1	Estero Guaiquillo	499	Hás.
2	Estero Quete-Quete	3.528	Hás.
TOTAL		4.027	Hás.

RESUMEN

Superficies riego directo	14.469 Hás.
Superficies de riego desde esteros	4.027 Hás.
TOTAL	18.496 Hás.

ESQUEMA DE DISTRIBUCION RIO TENO

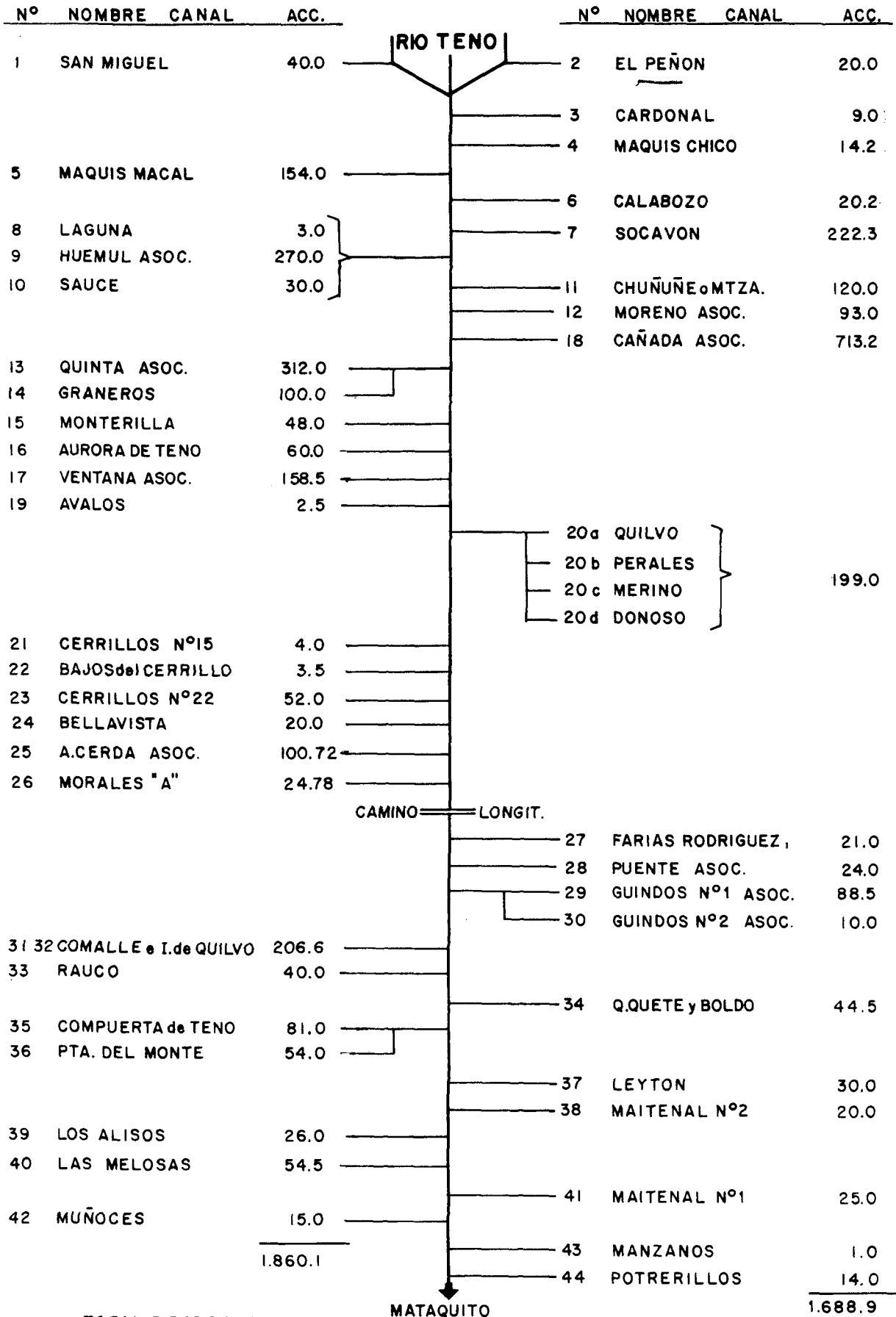


FIGURA 3.3

el Estero Chimbarongo. Este canal de $65 \text{ m}^3/\text{s}$. de capacidad está destinado a desviar los excedentes de invierno y primavera desde el río Teno al futuro embalse de Convento Viejo. La estructura de la bocatoma consiste en un muro de hormigón protegido por taludes de enrocados y dispone de 4 compuertas desripiadoras y de descarga y de 4 compuertas de entrega al canal. Este canal actúa parcialmente como drenaje del área de riego de Teno Norte durante la temporada de riego, cuando los caudales de derrames son superiores a las capacidades de los ductos proyectados para transferirlos sobre el canal de oriente a poniente. Los canales Morales "A", Agustín Cerda, Aurora de Teno, Cerrillos N° 22 y Quinta cruzan con acueductos o sifones los diversos ramales de su red que son interceptados por el canal Teno-Chimbarongo. Algunos problemas iniciales que se detectaron por la capacidad de los ductos que atraviesan el canal han sido paulatinamente resueltos por ENDESA en las temporadas 1976-77 y 1977-78.

Las estructuras medianas que existen en la red de canales corresponden principalmente a las compuertas posteriores a las bocatomas hechas con muros de contención de piedra de río, reforzados con tripoides de troncos (pata de cabras). Estos muros en las bocatomas deben ser reconstruídos parcial o totalmente al comienzo de cada nueva temporada de riego, después de las crecidas generadas por las lluvias de invierno. De cierta importancia son las obras de compuertas de los canales Laguna, Huemul y Sauce que se han unido y, las de los canales Quinta, Graneros, Santa Rosa o Monterilla y Aurora, ubicados en la ribera norte al pie de Cerrillo Verde. En la ribera sur, las obras de toma y las compuertas del canal Cañada son las mayores existentes para canales de riego en el río. Más al poniente, se encuentra, siempre por el mismo lado, la bocatoma unificada (en 1977) de los canales Quilvo, Perales, Merino y Donoso. En la ribera norte existen dos zonas de bocatomas de cierta magnitud; la primera corresponde a los canales Comalle, Isla de Quilvo, Rauco y Morales "B" levemente al poniente del puente del F.F.C.C. La segunda, corresponde a la bocatoma recientemente unificada de los canales Hacienda de Teno y Punta del Monte.

Por disposición de las autoridades de la provincia de Curicó, durante 1977 todas las Asociaciones de Canalistas debieron construir o reconstruir las compuertas de bocatoma de sus canales.

La totalidad de los canales hasta el Maitenal N° 1 tienen marcos de aforo, generalmente de barrera triangular, o bien su caudal es medido en el primer marco partididor como sucede en los canales Huemul, Cañada, Guindos N° 1 y 2, Hacienda de Tenó y Punta del Monte. Salvo algunos canales pequeños, los marcos de aforo se encuentran en buen estado. Sin embargo, en varios de ellos sus diseño hidráulico se calculó para caudales iguales o inferiores a 20 lt/seg/acc por lo que, cuando hay agua en abundancia funcionan inadecuadamente ahogándose sobre la grada.

Los marcos partididores de los distintos canales, se encuentran, en general, en un estado de mantención muy precario, con serios embanques, muros deteriorados, gradas carcomidas y puntas partididoras corroídas o simplemente inexistentes. Estos defectos son de menor gravedad en los primeros marcos, pero se van acumulando cuando aguas abajo de la red de un mismo canal. (Anexo B - 3)

En toda el área existen algo más de 58 embalses nocturnos ubicados casi en su totalidad al oriente del camino longitudinal y, principalmente, en el sector de los Cerrillos de Tenó. Hay un embalse de importancia en el Fundo Guaico Tres que además de recolectar aguas de invierno, se alimenta desde el canal Socavón y desde canales cuyas bocatomas se encuentran en el curso superior del Estero El Guaiquillo.

3.3 RIO LONTUE

3.3.1 Situación Legal.

El caudal del río Lontué está dividido en 110,71 acciones o partes alicuotas repartidas entre 31 canales que se encuentran bajo la tuición de una Junta de Vigilancia reconocida por decreto supremo N° 1.368 del 9 de Junio de 1952 del Ministerio de Obras Públicas y Vías de Comunicación.

Por la ribera norte, 12 canales extraen las aguas hacia el nor-orientes correspondientes a los caudales de 40,16 acciones.

Por la ribera sur, 19 canales extraen las aguas hacia el sur poniente correspondientes a los caudales de 70,55 acciones y que riegan directamente 18.264 hás. al norte del Río Claro del Maule. Tres de estos canales, Cumpeo, Purísima y Pelarco-Buena Unión con un total de 20,42 acciones riegan una superficie de aproximadamente 13.800 hás al sur del río Claro. Desde los esteros de drenaje natural se riegan 8.429 hás. adicionales incluyendo aquellas que riega el canal Quillayes que toma sus aguas de la última parte de los cauces de los esteros Pirhuin, Hualemo, Pichuco, Patagual y Carretón y que, además, tiene derechos eventuales de toma sobre el río Lontué.

Se ha considerado como superficie bajo canales del río Lontué y de los esteros que forman el drenaje natural de su área de influencia, una extensión de 38.541 hás. de la cuenca del Río Mataquito y, 13.800 hás. aproximadamente, fuera de ella.

Los recursos del río Lontué abastecen, casi sin problemas el área regada bajo su influencia.

Los esteros de Upeo y Potrero Grande dominan con recursos propios 572 hás y 168 hás respectivamente, ubicadas en los terrenos ribereños de sus valles.

En las tablas 3.3 y 3.4 se incluye un listado de todos los canales con derechos sobre el río Lontué y con las acciones que les corresponden.

TABLA N° 3.3 RIO LONTUE RIBERA DERECHA ZONA NOR-ORIENTE

RESUMEN GENERAL DE ACCIONES Y AREAS BAJO CANAL

N°	Nombre	Acciones	Superficie regada has.	Relación Has/acc.	Capacidad actual l/s	Compuerta en bocatoma	Marco de aforo	N° Marcos partidores	N° Embalses de regulac.	Bocatoma	Observaciones
3	Opacino	0,35	162	463	400	- -	B	3	- -	E	R = Rústico
4	Potrero Grande	0,70	486	694	700	- -	B	7	- -	R	E = Estable
5	Ramírez Martínez	2,86	981	343	1.700	Si	No	4	1	E	l elevación mecánica
6	Comunero Florida	1,45	(x)	- -	1.000	- -	B	3	- -	R	B = Bocatoma
8	Viejo Los Niches	5,15	1.184	230	3.500	Si	B	7	- -	R	M. P = Marco Partidor
10	Peumo	3,88	2.264	584	2.800	- -	B	7	1	E	tidor
11	Nuevo Los Niches	16,30	(x) 1.265	71	7.300	Si	B	6	1	E	l elevación mecánica
13	González Rana	0,89	131	147	500	- -	No	- -	- -	R	
16	Huañuñe	3,88	1.053	271	3.500	Si	B	14	1	E	
21 a	La Obra Arriba	2,44	1.328	544	1.600	Si	B	8	- -	E	
21 b	La Obra del Medio	1,60	1.545	695	6.000	Si	1er. M. P.	9	- -	E	
21 c	La Obra Abajo	0,66						- -	- -		
		40,16	10.399	259							

(x) Superficies consideradas en conjunto.

SUPERFICIES REGADAS POR ESTEROS

Chequenlemo, 1.449 Hás.

RESUMEN

Superficie riego directo	10.399	Hás.
Superficie riego desde esteros	<u>1.449</u>	Hás.
TOTAL	11.848	Hás.

TABLA N° 3.4 RIO LONTUE RIBERA IZQUIERDA ZONA LONTUE SUR PONIENTE

RESUMEN GENERAL DE ACCIONES Y AREAS BAJO CANAL

N°	Nombre	Acciones	Superficie regada has.	Relación Has/acc.	Capacidad actual l/s	Compuerta en bocatoma	Marco de aforo	N° Marcos partidores	N° Embalses de regulac.	Bocatoma	Observaciones		
1	Yacal	2,70	751	278	4.000	---	B	13	- -	R	R = Rústico E = Estable B = Bocatoma M.P = Marco Partidor		
2	Cumpeo (x)	9,68	- -	- -	7.000	Si	B	- -	- -	E			
7	Purísima (x)	8,54	- -	- -	5.500	Si	1er. M. P.	- -	- -	E			
9 a	Buena Fe	1,02	} 2.777	} 309	} 6.000	- -	B	3	- -	R			
9 b	Nuevo de Urzúa	3,00				- -	B	9	- -	E			
9 c	Buena Paz	0,71				- -	B	1	- -	R			
12	Valdés Carrera	4,26				- -	B	8	2	R			
14	Buena Unión-Pelarco (x)	2,20	284 (xx)	- -	4.500	Si	B	8	- -	E			
15	Ramírez Rinconada	4,36	1.602	367	3.500	Si	B	12	- -	R			
17	Cáceres	0,63	} 932	} 871	} 600	- -	B	7	- -	R			
18	Lazo	0,44				- -	- -	- -	- -	R			
19	Patagua	12,10				3.542	293	6.000	Si	B		23	1
20 a	Río Seco Arriba o Los Pobres	} 14,00	} 5.958	} 426	} 6.900	- -	B	5	- -	E			
20 b	Río Seco Abajo					- -	- -	Si	- -	10		- -	E
22 a	Aranguiz					1,09	800	- -	B	2		- -	R
22 b	Roble	- -	514	472	800	- -	- -	- -	R				
23	Pirhuin	4,08	1.125	276	4.000	- -	B	5	- -	E			
24	Trapiche Abajo	1,74	779	448	1.500	- -	1er. M. P.	3	- -	R			
25	Quillayes	Derecho event.	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -			
		70,55	18.264	259									

(x) Estos canales riegan al sur del Río Claro en conjunto aproximadamente 13.800 has. con los siguientes derechos en cada canal:
Cumpeo 8,85 accs.; Purísima 8,28 accs.; Pelarco 1,70 accs. Total:18,83 accs.

(xx) Área al norte del Río Claro.

SUPERFICIES REGADAS POR ESTEROS

Estero Pichuco	1.251 Hás.
Estero Carretón	4.019 Hás.
Canal Quillayes	3.159 Hás.
TOTAL	8.429 Hás.

RESUMEN

Superficie riego directo	18.264 Hás.
Superficie riego esteros	8.429 Hás.
TOTAL	26.693 Hás.

En los listados aparecen, además, dos canales que extraen aguas del río Lontué con derechos eventuales. Son los canales El Roble y Quillayes, cuyas bocatomas se encuentran en la zona del río donde existen importantes recuperaciones.

En esas mismas tablas se incluyen las áreas bajo canal determinadas para las zonas de riego de Lontué Nor-oriente y Lontué Sur-poniente. Para cada canal, o grupo de canales se detalla la superficie asociada y sus acciones. También se entrega la superficie asociada a los esteros Pichuco, Carretón y al canal Quillayes.

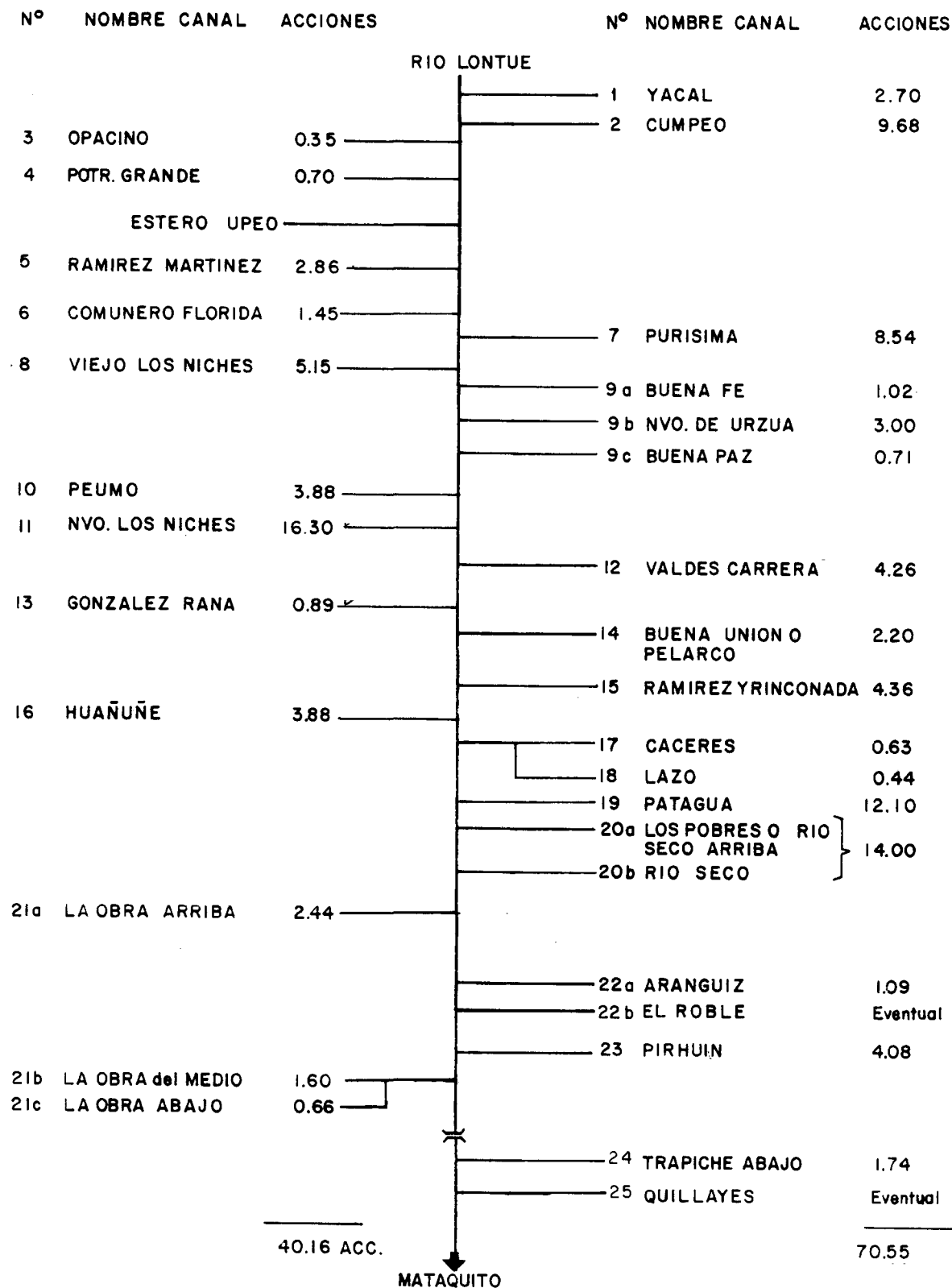
La figura 3.4 presenta el esquema de distribución de los canales del Río Lontué.

En el área de riego ubicada al sur-poniente del río Lontué existen tres cauces.

El primero, es el estero Pirhuín respecto al cual una Asociación de Canalistas controla la distribución del caudal correspondiente de las 4,08 acciones que tiene sobre el río Lontué. Además capta agua desde derrames y recuperaciones de la napa freática. El área regada alcanza a 1.125 hás.

El segundo cauce es el estero Río Seco o Hualemo que nace unos 9 kms. al oriente de Lontué y desemboca en el río al poniente de Lo Valdivia. Para la distribución del caudal existe una Junta de Vigilancia que tiene tuición sobre los 21 canales donde se reparten las 4.986 acciones en que se divide el caudal. Este está formado, principalmente, por las aguas correspondientes a las 14,0 acciones, que tiene sobre el río Lontué y además por los derrames y recuperaciones de la napa freática natural. En la figura 3.5 se incluye un esquema de los canales y derechos existentes en el cauce.

ESQUEMA DE DISTRIBUCION RIO LONTUE



TOTAL 110.71 Acciones

FIGURA 3.4

ESQUEMA DE DISTRIBUCION ESTERO RIO SECO

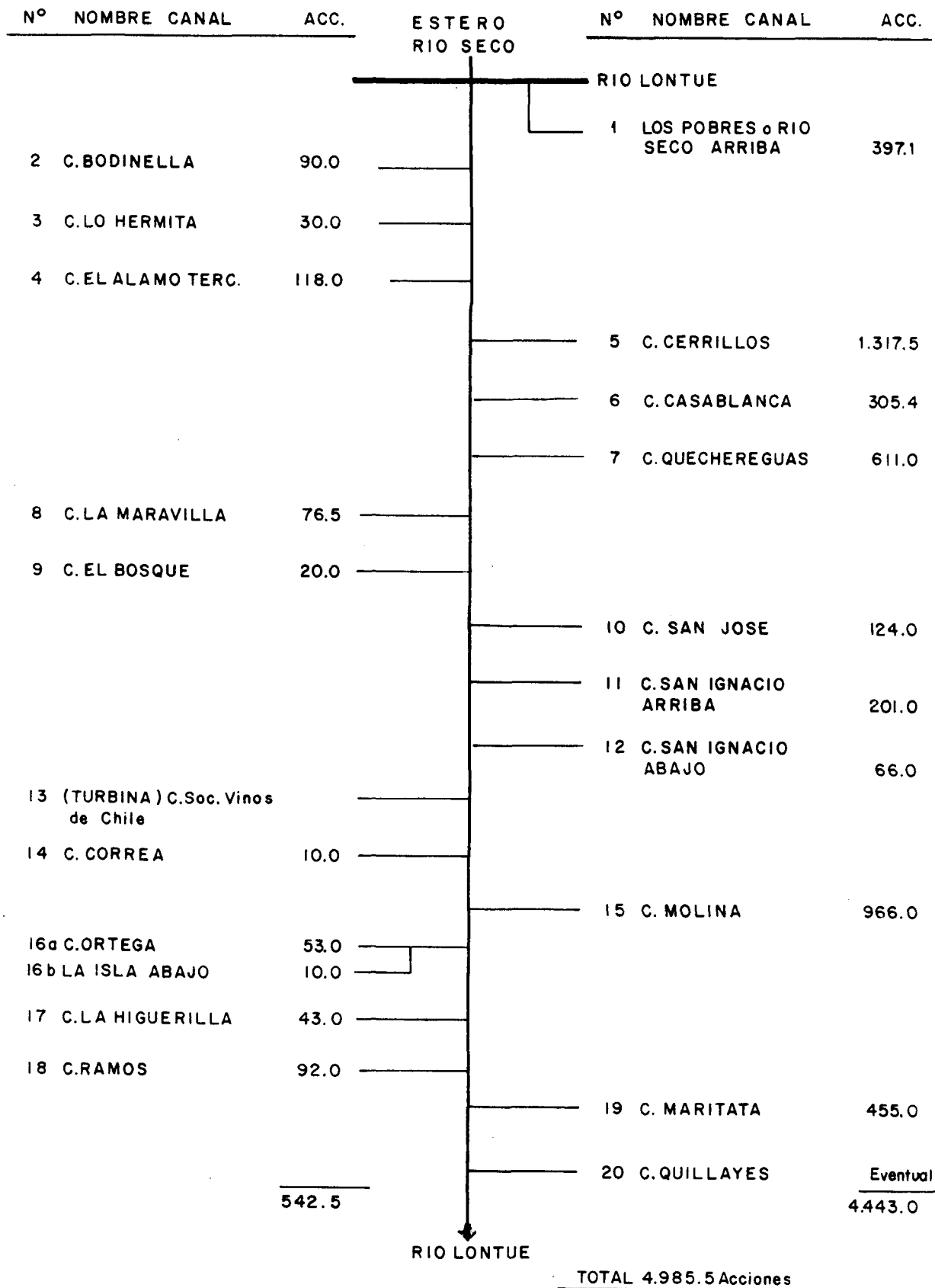


FIGURA 3.5

El área regada por estos canales, excluyendo al canal Quillayes que solo tiene derechos eventuales, alcanza a 5.958 hás.

El tercer cauce es el Estero Carretón que nace de la confluencia de 4 pequeños esteros o bajos naturales, antes de la puntilla de Pulmodón. En estos cuatro esteros hay 20 bocatomas de canales cortos que riegan predios vecinos. Este conjunto de esteros, además de los esteros Patagual y Pichuco que son afluentes del estero Carretón en su curso inferior, constituyen el drenaje natural del área de riego de los canales Patagua, Ramirez Rinconada y Cerrillano. Por lo tanto, una parte importante de sus recursos provienen de los derrames de riego de estos canales.

Desde la puntilla de Pulmodón, el estero Carretón tiene 16 canales que se reparten 1.469 acciones permanentes y 1.500 eventuales que constituyen los derechos registrados sobre su caudal. Estos canales se encuentran bajo la tuición de una Junta de Vigilancia. En la figura 3.6 se incluye un esquema de los 16 canales con la ubicación relativa y los derechos correspondientes a cada uno. El área regada por estos 16 canales y las 20 tomas de sus cuatro afluentes, alcanza a 4.019 hás.

3.3.2 Infraestructura de riego.

El río Lontué carece de obras hidráulicas de envergadura que afecten el escurrimiento de sus aguas o las de sus afluentes.

Entre la confluencia de los ríos Palos y Colorado, solo cuatro canales tienen sus bocatomas en el río Lontué, antes de la desembocadura del estero Upeo.

Aguas abajo, por la ribera sur, el canal Purísima tiene una bocatoma de cierta magnitud. Inmediatamente después entra en un corto túnel a continuación del cual existe un vertedero lateral. Este se halla antes de las compuertas ubicadas en la boca del túnel que atraviesa la puntilla San Luis.

ESQUEMA DE DISTRIBUCION ESTERO CARRETON

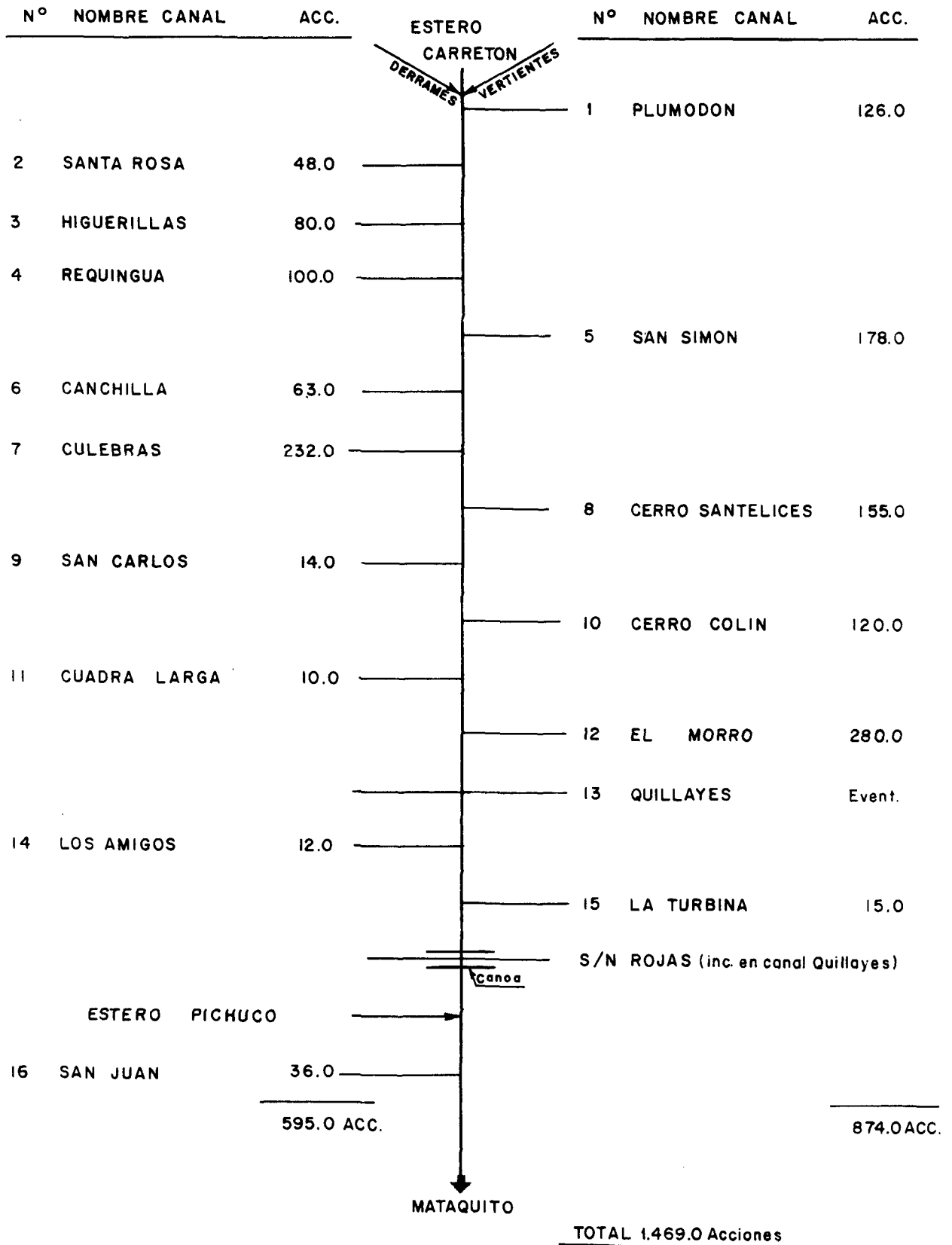


FIGURA 3.6

Cerca de las obras descritas se encuentran muy próximas, unas a otras, las bocatomas de cuatro canales, dos de los cuales tienen una bocatoma común. Un km. hacia el poniente, por la ribera norte, se agrupan las bocatomas de cinco canales entre los que destacan las de los canales Viejo y Nuevo Los Niches. Aunque mantienen el sistema de muros de piedras de río reforzados con pata de cabras, disponen de compuertas reconstruídas en 1977, con muros que podrán impedir las inundaciones o desbordes provocados por crecidas del río.

Por la ribera sur, 2 kms. aguas abajo, se agrupan las bocatomas de otros cuatro canales, entre las que se destaca la del canal Patagua cuyos derechos alcanzan al 11 % del caudal del Lontué. Este canal tiene una estructura de 3 compuertas de paso y una de descarga que por sus dimensiones son de cierta importancia.

Merece también mencionarse la bocatoma del Río Seco aguas abajo, que tiene un corto muro de contención de hormigón, única de este tipo en el río Lontué. Su construcción se debió quizás a que es la bocatoma común con la del canal de aducción a la planta hidroeléctrica "Manuel Avilés" de la CONAFE. Esta tiene 2 turbinas con una capacidad instalada de 5 m³/seg. c/u y genera un máximo de 500 KW por problemas de diseño y desgaste de equipos.

Marcos de aforo, existen en todos los canales del río Lontué y se encuentran en un razonable estado de mantención. Solo en tres casos, los aforos se realizan en el primer marco partidior.

Los marcos partidiores de los canales están, en general, en aceptable estado de mantención, notoriamente mejor que en la zona del río Teno. Sólo en los canales que sirven áreas del sector reformado se encontraron los marcos en mal estado con muros deteriorados, gradas destruídas y puntas partidioras corroídas o inexistentes.

En general la limpieza de los canales se efectúa solo por los bordes. Casi la totalidad tiene embanques de fondo que son de menor espesor en los canales de la ribera norte.

En el área de influencia de riego del río Lontué solo pudieron detectarse 8 embalses reguladores nocturnos; dos corresponden a la zona del canal Quillayes y están conectados a elevaciones mecánicas instaladas casi al término del canal.

3.4 RIO MATAQUITO

3.4.1 Situación Legal.

En el río Mataquito debido, probablemente, a la abundancia relativa de caudal en relación al área susceptible de riego no se han establecido derechos de agua a lo largo de su curso y no existe Junta de Vigilancia. Aunque ciertos canales tienen registrados derechos a determinados caudales sobre el flujo del río, la información disponible es extremadamente escasa y poco confiable.

Una red de 35 canales que extrae aguas del río, abastece 11.182 hás. de las cuales 1.104 corresponden a riego con elevación mecánica. Se estableció que 18 canales y elevaciones regaban una superficie de 6.956 hás desde la ribera norte del río. Desde la ribera sur, 17 canales y elevaciones riegan 4.314 hás. que incluyen 234 hás regadas, en Tonlema, con un embalse de temporada.

En las Tablas 3.5. y 3.6 se establecen las superficies regadas por cada canal al norte y al sur del río Mataquito. El esquema de distribución de los canales se presenta en la figura 3.7.

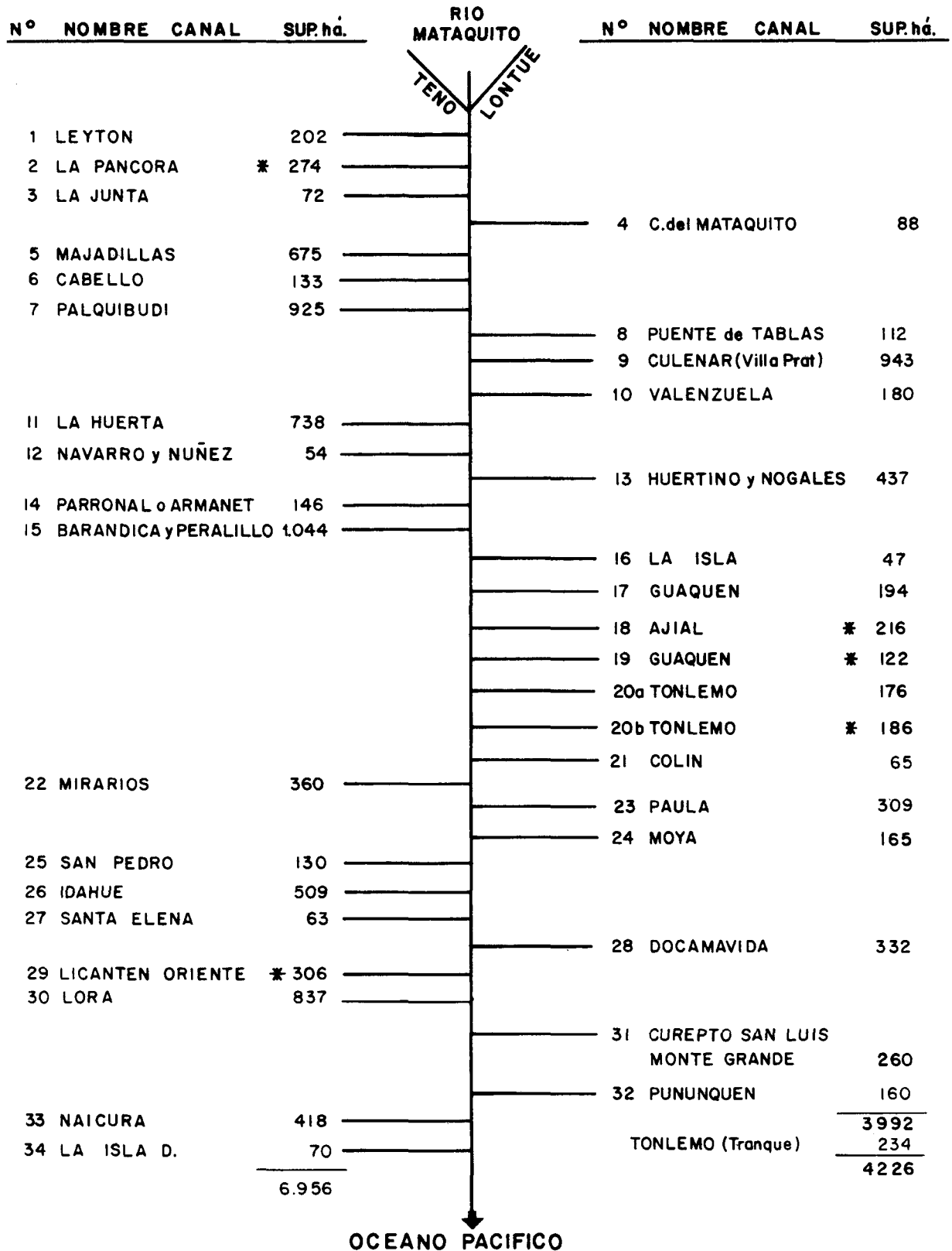
TABLA 3.5 RIO MATAQUITO RIBERA DERECHA ZONA MATAQUITO NORTE.

Canal N°	Nombre	Superficie regada(hás)	Observaciones
1	Leyton	202	
2	La Pancora	274	Riego con bomba
3	La Junta	72	
5	Majadillas	675	
6	Cabello	133	
7	Palquibudi	925	
11	La Huerta	738	
12	Navarro y Núñez	54	
14	Armanet o Parronal	146	
15	Barandica y Peralillo	1.044	
22	Mirarios	360	
25	San Pedro	130	
26	Idahue	509	
27	Santa Elena	63	
29	Licanten Oriente	306	Riego con bomba
30	Lora	837	
33	Naicura (Puntilla II)	418	
34	La Isla	70	
	TOTAL	6.956 Hás.	

TABLA 3.6 RIO MATAQUITO RIBERA IZQUIERDA ZONA MATAQUITO SUR.

Canal N°	Nombre	Superficie regadas(hás)	Observaciones
4	C. del Mataquito	88	
8	Puente de Tabla	112	
9	Villa Prat-Culenar	943	
10	Valenzuela	180	
13	Huertino y Nogales	437	
16	La Isla	47	
17	Guaquén	194	
18	Ajial	216	Riego con bomba
19	Guaquén II	122	Riego con bomba
20 a	Tonlemo	176	
20 b	Tonlemo II	186	Riego con bomba
21	Colin	65	
23	Paula	309	
24	Moya	165	
28	Docamavida	332	
31	Curepto	260	
32	Pununquén (Puntilla I)	160	
	Sub-total	<u>3.992</u>	
	Tonlemo Tranque	<u>234</u>	Riego con embalse de temporada
	TOTAL	4.226	

ESQUEMA DE DISTRIBUCION DEL RIO MATAQUITO



* — RIEGO CON BOMBA

FIGURA 3.7

3.4.2 Infraestructura de riego.

A lo largo del cauce del Mataquito, no se encuentran obras de magnitud para desviar el agua hacia los canales de riego, manteniéndose el tipo de tomas con pata de cabras. Debido a la pendiente media del río del orden de 1,5 %, las bocatomas de los canales mayores están relativamente alejadas de las áreas de riego del respectivo canal. Existen dos áreas de riego con elevaciones mecánicas por la ribera norte y cuatro por la ribera sur.

De los canales que extraen aguas de este río, solo el canal Licantén se encuentra revestido y en general carecen de marcos de aforo. Cuando se suscitan dudas o dificultades entre los usuarios deben ser resueltas con aforos que realiza la Dirección General de Aguas, en su oficina de Curicó.

Hay cinco embalses de regulación nocturna vinculados a pequeñas elevaciones mecánicas. Como embalses de temporada se pueden señalar el de Tonlemo y el construido en la cabecera del estero Culenar, poco tiempo atrás.

3.5 ESTEROS MENORES

Se han mencionado, en su mayoría, en la descripción de las zonas de riego de los ríos Teno, Lontué y Mataquito. Aquí se complementa la información reseñándose la situación actual de los esteros que abastecen algunas áreas consideradas en la superficie regada de la zona del Proyecto. La figura 3.8 indica la ubicación de estos esteros y de los embalses de temporada antes señalados.

ESTEROS MENORES

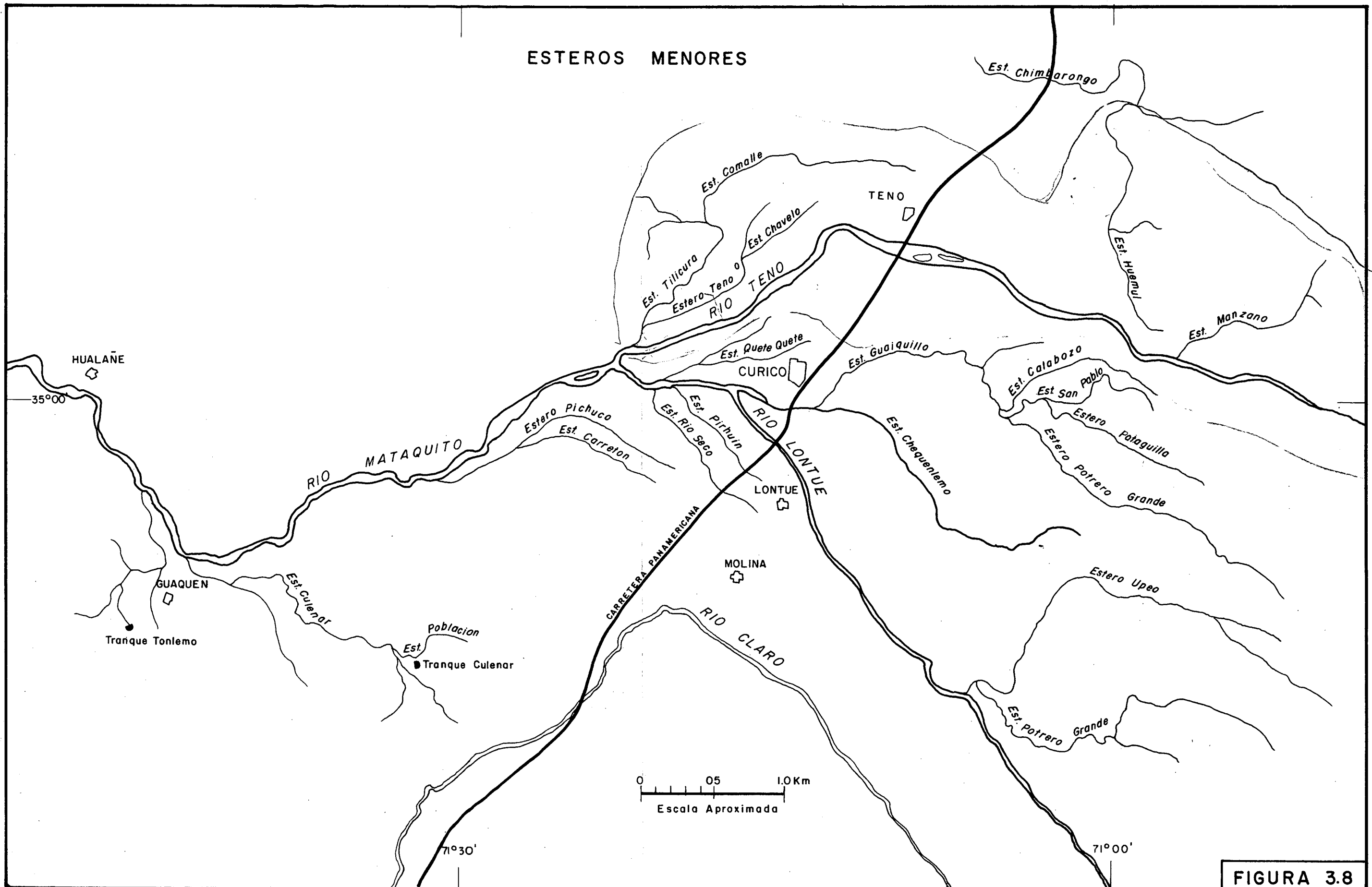


FIGURA 3.8

3.5.1 Estero El Manzano.

Es un afluente del río Teno y tiene recursos propios de su hoya de 120 kms² y de los derrames de riego que recibe. Desde su cauce, 4 bocatomas de canales extraen aguas que riegan una superficie de 325 há.s. Estos canales no tienen derechos registrados sobre el caudal del estero, ni existe organización encargada de la distribución.

3.5.2 Estero Huemul.

Es un pequeño estero afluente del estero Chimbarongo que corre hacia el norte al pié de la cordillera llevando las aguas a la hoya del río Rapel. Nace por derrames de riego y su caudal se incrementa por la descarga del canal Huemul que utilizan parte de este cauce natural para conducir sus aguas hacia el norte. Antes de esta descarga existen nueve bocatomas de canales que, en conjunto, riegan 360 há.s.

3.5.3 Estero Tilicura-Comalle.

Este estero se forma por la confluencia de tres pequeños esteros que constituyen el drenaje natural de los faldeos orientales de la cordillera de la Costa. El primero, nace muy cerca de Quinta y drena la zona de Quelmen hacia el sur poniente. Los otros recogen las aguas de los sectores de riego de los canales Quinta, Aurora de Teno, Venta y Cerrillos N° 22. El estero Tilicura recibe los excedentes de riego y las aguas de lluvias de las áreas regadas por los canales Agustín Cerda y Comalle, principalmente. El canal A. Cerda utiliza el cauce del estero para conducir el caudal correspondiente a 50 acciones de las 100,72 que posee sobre el río Teno. Después de la bocatoma del canal Cerda, 7 canales tienen bocatomas en el estero Tilicura y riegan una extensión de 422 há.s. No existe organización destinada a distribuir el caudal, ni se encuentran registrados los derechos de los canales mencionados.

3.5.4 Estero Teno-Chavelo.

Este estero se forma en un bajo natural en la zona entre Comalle y Rauco. Es afluente del estero Tilicura y constituye el drenaje natural de parte de los terrenos regados por el canal Comalle y de los regados por los canales compuerta de Teno, Punta del Monte, Ranco y Los Alisos. Existen 15 canales que tiene bocatomas en este estero y con ellos se riega una superficie total de 1.065 hás.

3.5.5 Estero Quete-Quete.

Nace cerca del pueblo de Sarmiento y con su afluente, el estero Correntoso, constituyen los drenajes naturales de toda el área regada al poniente del camino longitudinal entre los ríos Teno y Lontué. Desemboca, por la ribera norte, en el río Lontué cerca del poblado de Lo Valdivia.

Existen 29 canales que tiene bocatomas en este estero, los que riegan 3.528 hás con recursos que provienen de los excedentes de riego y de los afloramientos de la napa subterránea. Sobre este estero se encuentran dos centrales Hidroeléctricas de la Compañía Nacional de Fuerza Eléctrica (CONAFE). La primera, la central de Barros Negros tiene 2 turbinas de 250 KVA y, debido a su antigüedad genera un máximo de 120 KVA. La segunda, es la de Convento Viejo; se encuentra aguas abajo, en serie hidráulica con la anterior y tiene una turbina de 250 KVA. Por problemas técnicos y obsolescencia genera solo 140 KW. Ambas centrales utilizan un caudal entre 4 y 6 m³/seg.

3.5.6 Estero Guaiquillo.

Este estero tiene su origen en la ensenada entre el cordón de Aguadilla y la toma de los Romeros, al oriente de Romeral. Sus principales recursos provienen de los derrames de riego

de la zona Teno Sur, desde El Calabozo hasta el camino longitudinal. Por la ribera sur, recibe los esteros Pataquilla y Potrero Grande y la quebrada de Tinajón. Estos cauces tienen escasos recursos de Septiembre a Abril ya que sus hoyas son pequeñas y de pre-cordillera. El estero Guaiquillo tiene 7 bocatomas de canales antes de su confluencia con el Potrero Grande. Al poniente de Romeral están las bocatomas de 9 canales que riegan un área de 499 hás.

3.5.7 Esteros Upeo y Potrero Grande.

Son los principales afluentes del río Lontué en la parte superior del área de riego. El Upeo tiene recursos de su hoyo de 356 Km² que permiten el riego del área cultivable de su propio valle. Mediante 7 canales riega 572 hás. Estos canales no tienen registrado derechos legales sobre el caudal del estero.

Poco antes de su desembocadura, confluye el estero Potrero Grande del Lontué el que con sus recursos abastece, a través de 6 canales, una superficie de 168 hás.

3.5.8 Estero Pichuco.

Nace en un bajo natural existente en el camino de Lontué a Molina y es afluente del estero Carretón. Su caudal proviene sólo de derrames y de recuperaciones importantes producidas al poniente de la Carretera Panamericana. Catorce canales extraen aguas de este estero para regar 1.251 hás. No existen roles ni derechos registrados para la distribución de su caudal.

3.5.9 Estero Culenar.

El Culenar y su afluente el estero El Belloto tienen una cuenca de 221 Km² en los cerros de la cordillera de la costa que

separan las cuencas del Mataquito y del Maule. Debido al estiaje parcial de primavera y casi total de verano, no puede considerarse que haya terrenos regados; pero la topografía del valle por donde escurre, permite estimar que habría unas 4.000 hás. susceptibles de ser regadas, en su cuenca.

4. - EFICIENCIA DE APLICACION DEL AGUA DE RIEGO, Y PERDIDAS DE AGUA.

4.1 GENERALIDADES.

Si se toma como sistema el conjunto de río-acuífero desde su ingreso al Valle Central durante el período de riego, puede considerarse como pérdidas de agua; la evaporación desde superficie de agua y de suelos; la evapotranspiración de cultivos y vegetación parasitaria en áreas de riego y en zonas de vegas; y, las entreugas de agua al mar o fuera de la cuenca.

Ahora bien, como el mayor y casi exclusivo uso del agua es para fines de regadío, resulta necesario determinar cuál es el destino del recurso empleado con tal propósito. Básicamente destina al regadío de cultivos; pero para disponer de agua para cultivos es necesario considerar ciertos volúmenes adicionales que no son utilizados en el punto de riego y que constituyen de hecho percolación profunda (recarga de aguas subterráneas) y derrames que escurren superficialmente fuera del área de riego.

Sobre la base de lo expuesto y considerando principalmente la relación entre el uso-consumo de los cultivos y el agua empleada en su regadío se ha definido la eficiencia de riego.

4.2 EFICIENCIA DE RIEGO.

4.2.1 Descripción del problema.

Para determinar la eficiencia de riego de un área hay que distinguir entre:

- Evapotranspiración de los cultivos; y
- Exceso necesario sobre la evapotranspiración

Este exceso necesario, puede desglosarse en grandes términos, en:

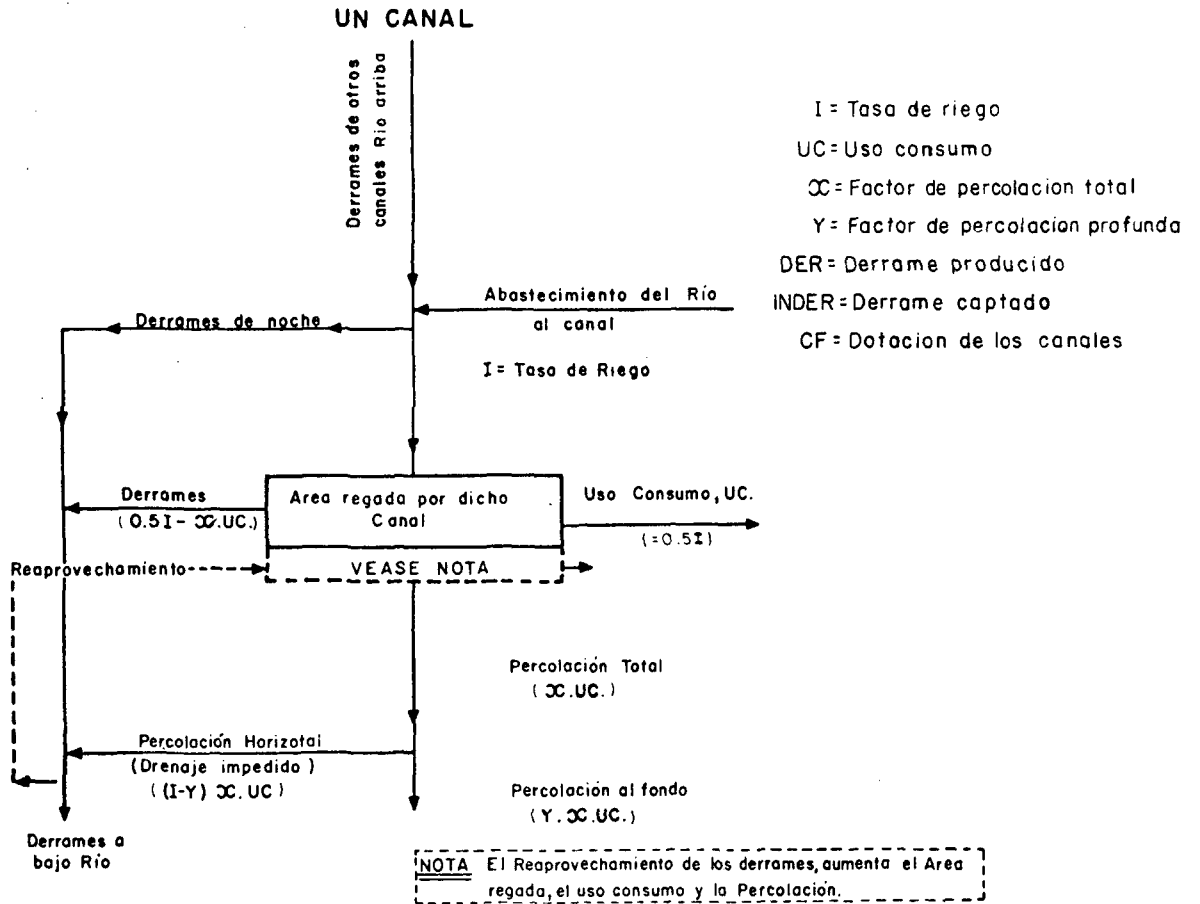
- i) Esgurrimiento superficial fuera de la zona de riego (derrames).
- ii) Percolación profunda y superficial.

Estos excesos se encuentran disponibles - por lo general - en otros sectores inferiores de la cuenca, en forma de escurrimiento superficial. O bien, se presentan a través de recuperaciones de agua subterránea.

Por esta razón su magnitud será distinta (a igualdad de otras condiciones) por unidad de superficie, al tratarse de un área reducida - como ser un potrero - o de un área extensa.

Los parámetros que determinan cada uno de estos elementos son muy variables dentro de la cuenca y dependen de condiciones físicas (clima, suelos, etc.) y del manejo del agua. Por estas razones, hay elementos que pueden ser directamente conocidos en tanto que otros deberán ser inferidos o estimados (Ver figura 4.1)

DIAGRAMA DE RIEGO



UNA ZONA

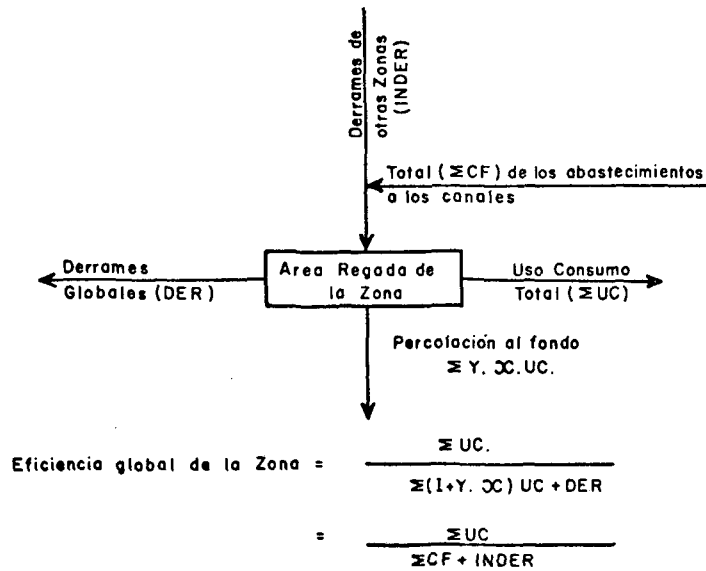


FIGURA 4.1

4.2.2 Análisis cualitativo

4.2.2.1 Percolación.

La infiltración de un suelo puede dar origen, según las características del mismo a una percolación en profundidad hasta alcanzar el nivel de saturación (nivel de aguas subterráneas) y/o un escurrimiento subsuperficial del total o parte del agua infiltrada. Esto último se manifiesta, en general, a corta distancia del punto de infiltración, como recuperación. Por la cercanía y el poco desfase de tiempo en relación a la percolación profunda, su comportamiento, puede ser asimilado a los derrames.

Las características físicas y parámetros de mayor incidencia en la percolación además del área considerada son:

a) Capacidad de infiltración y permeabilidad del suelo.

La capacidad o velocidad de infiltración de un suelo depende de su permeabilidad horizontal y vertical y de su estructura como resultado del cultivo y arraigamiento de plantas. Generalmente es más alta en un perfil cultivado.

Por otra parte, la tensión de humedad puede actuar en conjunto con la gravedad incrementando la velocidad de avance del frente húmedo. Esto determina que la velocidad de infiltración dependa del estado de humedad del suelo, antes del riego. Por otra parte, explica la disminución de la tasa de infiltración a medida que transcurre el tiempo, llegando por último, a una tasa básica que depende principalmente de las capas más profundas del suelo.

La permeabilidad del suelo y, específicamente la relación entre su permeabilidad horizontal y vertical, definen la importancia del escurrimiento subsuperficial.

b) Capacidad de almacenamiento del suelo.

Se entiende por capacidad de almacenamiento del suelo la diferencia entre el contenido máximo de humedad (ca-

pacidad de campo), y el mínimo aceptable (punto de machitez permanente).

Cuando en el proceso de riego, la humedad del suelo, en un punto de su perfil, alcanza la capacidad de campo, en ese punto, el incremento de humedad percola.

En los tipos más frecuentes de suelos en que la velocidad de infiltración es alta, su capacidad de almacenamiento es reducida y en consecuencia, para minimizar la percolación debe regarse con frecuencia y con escaso caudal.

c) Métodos y duración del riego.

Con el fin de disminuir la percolación, la duración del riego debiera ser estrictamente la indispensable para reponer los déficits de humedad del suelo. Esto se logra raras veces debido a la dificultad de alcanzar una distribución pareja del agua. De todos modos es conveniente que se produzca cierta percolación para evitar la acumulación de sales disueltas en el agua.

En riegos superficiales, el agua debiera aplicarse lo suficientemente rápido como para extenderse a lo largo de todo el terreno en breve tiempo, para evitar así una percolación excesiva.

Las dimensiones del paño debieran ajustarse, por lo tanto, al caudal de agua aplicada, el cual a su vez, debiera ajustarse a la capacidad del agricultor para controlarlo y a la resistencia del suelo a la erosión. A medida que disminuye la tasa de infiltración durante el período de riego, puede disminuirse el agua empleada, por unidad de superficie.

4.2.2.2. Derrames.

Los derrames tienen origen en la diferencia entre el agua aplicada y la tasa de infiltración. Con los métodos habituales de riego usados en Chile, el derrame es prácticamente inevitable si se quiere lograr infiltración a lo largo de todo el paño, surco o borde.

4.2.2.3 Eficiencia de riego.

En el control de derrames es mejor un sistema de surcos que el de inundación; la dosificación con sifones resulta aún más adecuada. Los derrames pueden prácticamente eliminarse con sistemas más sofisticados como los de aspersión y el goteo.

Cabe señalar que si se consideran áreas mayores la eficiencia resulta también mayor, puesto que los derrames son reutilizados. Aún más, si el área es bastante extensa, dentro de ella pueden ser también aprovechadas las recuperaciones, parcial o totalmente.

El riego de noche no permite un buen aprovechamiento, más aún si se toma en cuenta las ondulaciones del terreno. Los embalses de noche son factor importante en la eficiencia si ésta se mide sobre el agua disponible.

4.2.3 Antecedentes disponibles y adoptados.

Como se ha dicho algunos elementos que determinan la magnitud de los derrames y percolaciones pueden establecerse con cierto rigor (área de riego, agua disponible, evapotranspiración). Otros, pueden determinarse mediante adecuada información (características hídricas del suelo, métodos de riego, etc.) Por último, existen ciertos elementos que el hombre puede hacerlos variar (práctica del riego, frecuencia, agua empleada)

4.2.3.1 Características hídricas del suelo.

Para este estudio, se intentó, en un principio, calcular las capacidades de infiltración y de campo, en parte sobre la base de pruebas efectuadas dentro del área de proyecto y en parte con pruebas en suelos cerca de Santiago que se suponían similares. Sin embargo, cuando se estudiaron estas pruebas, se encontró que los suelos más permeables también tenían mayores capacidades de campo. Esta tendencia es la opuesta a la observada en otras partes de Chile; o, en experimentos realizados fuera del país. Además, las tasas de infiltración resultaban mucho mayores que las indicadas por las inspecciones de terreno. (Ver figuras 4.2. y 4.3.)

Los cálculos de capacidades de infiltración y humedad se basaron, por lo tanto, en experiencias a nivel mundial, considerando la permeabilidad del suelo como alta, media o baja. Los suelos se han clasificado de acuerdo a nombres locales y a aptitudes de riego. No hay en Chile datos suficientes para una clasificación especial, por permeabilidad, pero se ha supuesto lo siguiente:

- | | |
|---------------------------------|--|
| - Suelos de Permeabilidad alta | Tipos de aptitud riego: 3, 6 y 8
o: Suelos conocidos como Quete-Quete, Piedra Blanca, Santa Rosa, Limanque, Lontué, Los Queñes. |
| - Suelos de Permeabilidad media | Tipos de aptitud de riego: 1 y 2
o: Suelos conocidos como Teno, Curicó, Concell, Quelmenes. |
| - Suelos de Permeabilidad baja | Tipos de aptitud de riego: 4, 5 y 7
o: Suelos conocidos como El Molino y Gualas. |

TASAS DE INFILTRACION

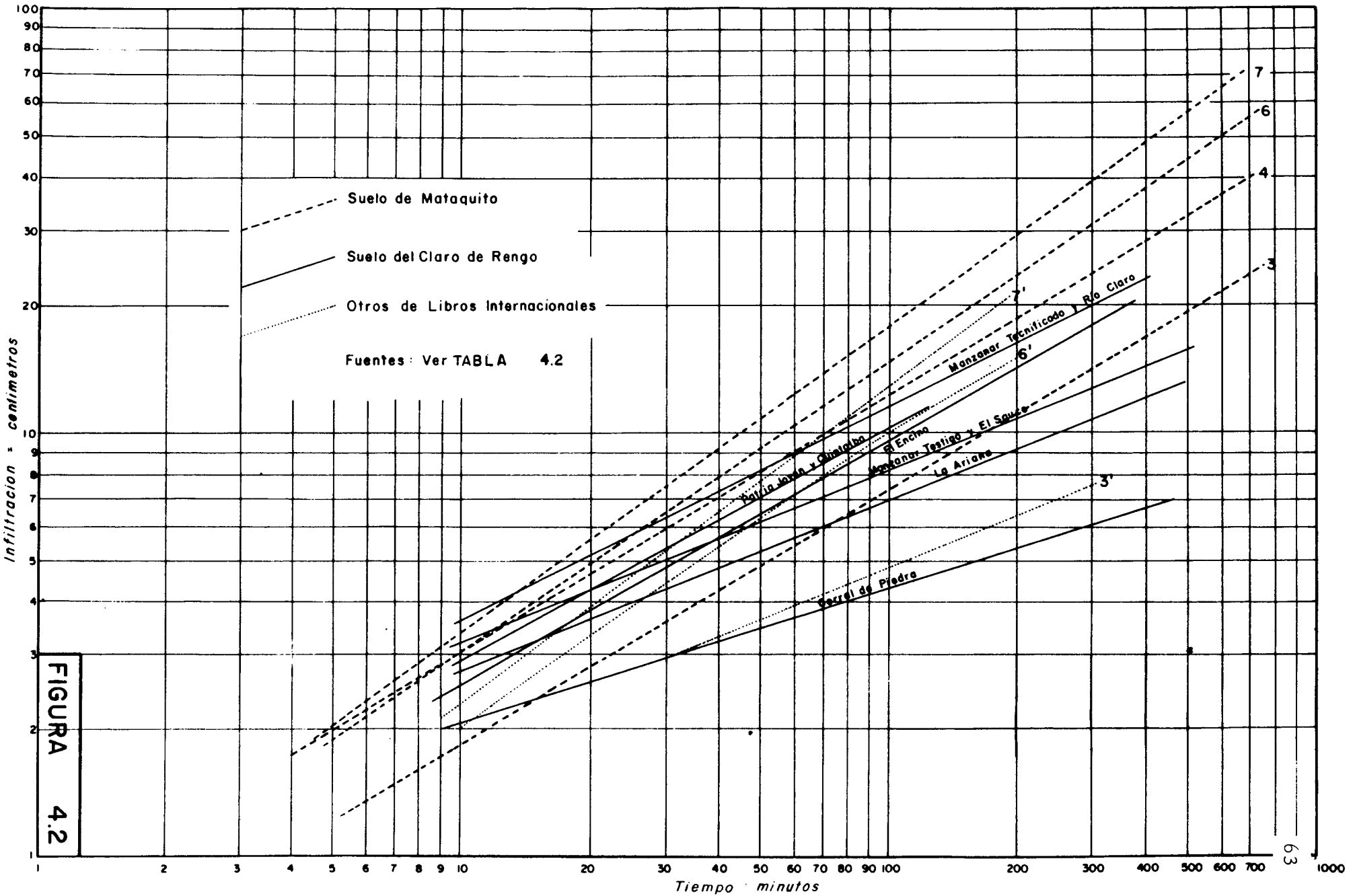


FIGURA 4.2

HUMEDAD DISPONIBLE vs INFILTRACION

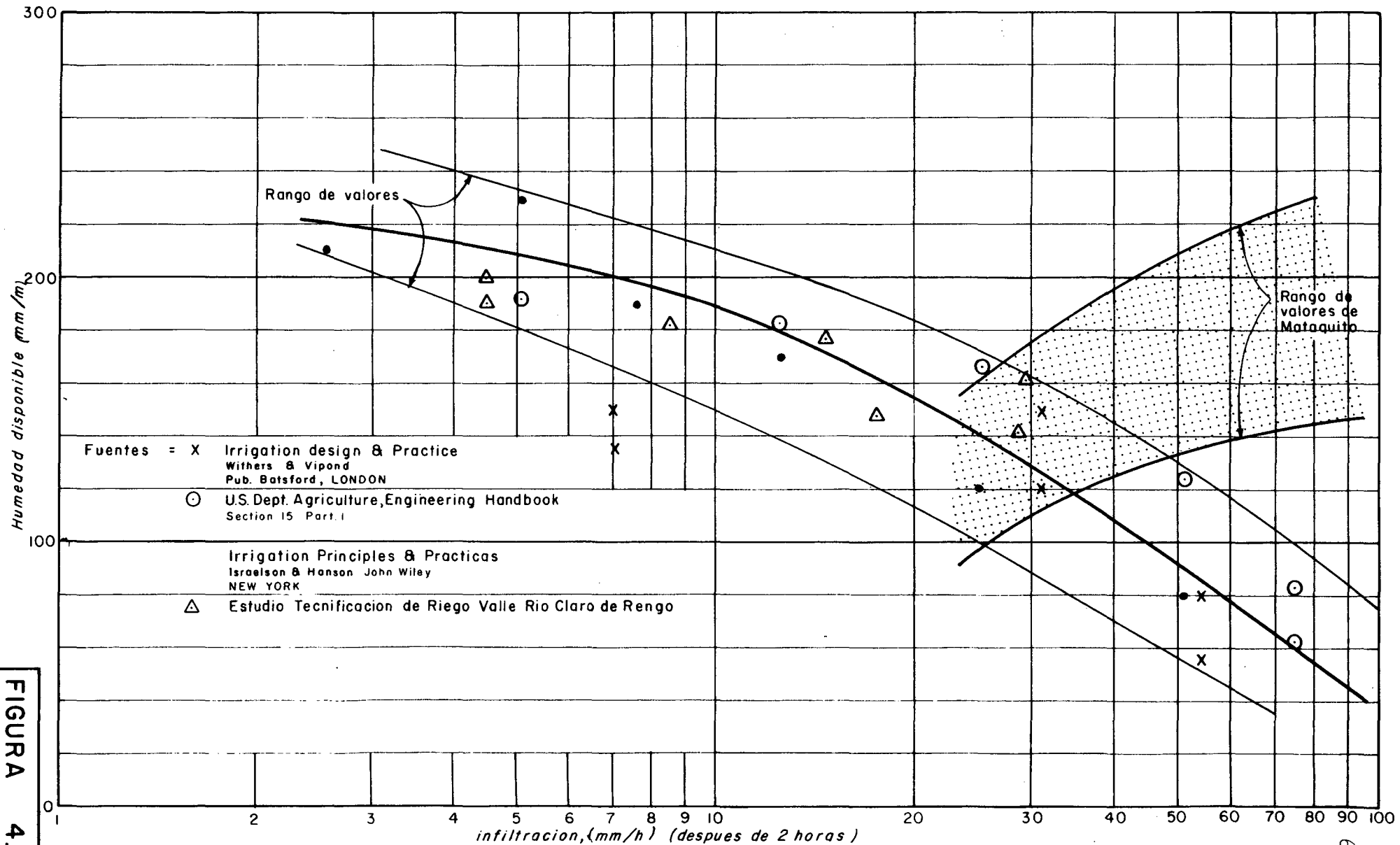


FIGURA 4.3

Los cálculos que usan las capacidades iniciales de campo e infiltración se muestran en la Tabla 4.1 y aquellos que usan cifras a nivel mundial se muestran en las Tablas 4.2 y 4.3. Para la Tabla 4.3 se usó la clasificación de acuerdo a la aptitud del suelo. Algunos suelos de permeabilidad media como Teno y Quelmenes descansan sobre capas de base que restringen la percolación profunda, por lo que se incluyeron en los tipos 4, 5 o 7. Los tipos 6 y 8, se supuso que eran muy poco profundos y, por lo tanto, que estaban expuestos a grandes pérdidas por percolación.

4.2.3.2 Uso Consumo.

La mayoría de los canales sirven áreas que están divididas en combinaciones o "rotaciones" de cultivos y empastadas anuales o permanentes. Las variaciones en el uso-consumo entre una rotación y otra son pequeñas en comparación con el agua aplicada. Por lo tanto, con el propósito de calcular las eficiencias de riego, se supuso el siguiente promedio de uso-consumo:

Mes	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	En	Feb.	Mar.
Uso-consumo Lt/s/há	0.17	0.28	0.45	0.54	0.56	0.41	0.26

Durante los meses de invierno, las lluvias exceden las necesidades de agua para empastadas.

TABLA 4.1

INFILTRACION										HUMEDAD				DOTACION (ver suposiciones)									
1 Clase	2 Fórmula (Véase **Suposiciones**)	3							4 Tipo de Suelo en la Clase	5 Profund. (m)	6 Humedad Disponible Total (mm)	7 Déficit usual (0,75 x (6)) (mm)	8 Nº de riego por 135 mm mensual	9 Intervalo (días)	10 Infiltración total mm (mm)	11 duración (min)	12 Dotación (2 x (7)) (mm)	13 Caudales m ³ /s/há. (12) x 10 (11) x 60 (m ³ /s/há)	14 Area por 50 l/s (m ²)	15 Area por 30 l/s (m ²)	16 Percolación al fondo por mes		
		10 m	30 m	1 hr	2 hr	4 hr	8 hr	12 hr													cm (cm / hr)	cm	cm
7	0.64t ^{0.72}	3.36 (20.2)	7.4 (14.8)	12.2 (12.2)	20.1 (10.0)	33.1 (8.3)	54.5 (6.8)		Quete Quete	1.1	172	67.5●	2	15●	108 (111)	51 (53)	135	0.44 (0.43)	1.100 (1.100)	700 (700)	81 (87)	30 (32)	
								Santa Rosa	0.95	159	67.5●	2	15●	108 (111)	51 (53)	135	0.44 (0.43)	1.100 (1.100)	700 (700)	(86)	(32)		
								Piedra Blanca	1.2	140	67.5●	2	15●	108 (111)	51 (53)	135	0.44 (0.43)	1.100 (1.100)	700 (700)	(82)	(32)		
6	0.64t ^{0.68}	3.06 (18.4)	6.5 (13.0)	10.4 (10.4)	16.6 (8.3)	26.6 (6.7)	42.6 (5.3)		Curicó	0.95	227	67.5●	2	15●	108 (109)	64 (65)	135	0.35 (0.35)	1.400 (1.400)	850 (900)	81 (83)	30 (31)	
								Condell	0.80	131	67.5●	2	15●	108 (109)	64 (65)	135	0.35 (0.35)	1.400 (1.400)	850 (900)	(83)	(31)		
								Quelmenes	0.60	160	67.5●	2	15●	108** (109)	64 (65)	135	0.35 (0.35)	1.400 (1.400)	850 (900)	**			
								Teno	0.55	92	67.5●	2	15●	108** (109)	64 (65)	135	0.35 (0.35)	1.400 (1.400)	850 (900)	**			
4	0.77t ^{0.6}	3.06 (18.4)	5.93 (11.9)	9.0 (9.0)	13.6 (6.8)	20.6 (5.15)	31.3 (3.9)	39.8 (3.10)	Limanque*	0.85	107	67.5●	2	15●	108 (103)	82 (77)	135	0.28 (0.29)	1.800 (1.700)	1.100 (1.000)	*		
								Los Queñes*	0.90	143	67.5●	2	15●	108 (103)	82 (77)	135	0.28 (0.29)	1.800 (1.700)	1.100 (1.000)	*			
3	0.46t ^{0.6}	1.83 (11.0)	3.54 (7.1)	5.51 (5.4)	8.13 (4.1)	12.3 (3.1)	18.7 (2.3)	23.8 (1.9)	Lontué*	0.45	45	34.0	3.97	8	54 (52)	60 (56)	68	0.19 (0.20)	2.600 (2.500)	1.580 (1.500)			
								El Molino	0.46	79	59.0	2.29	13	94 (89)	153 (140)	118	0.13 (0.14)	3.800 (3.600)	2.310 (2.140)	81 (69)	30 (26)		
								Gualas	0.37	62	47.0	2.87	11	75** (71)	105 (95)	94	0.15 (0.16)	3.300 (3.100)	2.000 (1.870)	**			
Alternativas:	* 1/ Lontué, Limanque y Los Queñes en Clase Nº 7 de Infiltración:								Lontué	0.45	45	34.0	3.97	8	54 (55)	19 (20)	68	0.60 (0.57)	800 (900)	500 (530)	81 (84)	30 (31)	
								Limanque	0.85	107	67.5*	2	15*	108 (111)	51 (53)	135	0.44 (0.43)	1.100 (1.100)	1.100 (1.100)	81 (87)	30 (32)		
								Los Queñes	0.90	143	67.5*	2	15*	108 (111)	51 (53)	135	0.44 (0.43)	1.100 (1.100)	1.100 (1.100)	(87)	(32)		
	2/ Clases 7 y 6 recalculado, con suposición C								Quete-Quete, Santa Rosa, Piedra Blanca, Limanque y Los Queñes													165	61
								Lontué							74	30	74					159	59
								Curicó, Condell, Quelmenes y Teno							144	98	144					153	57

Fuentes: Columna 2: Pruebas de suelos cerca de Santiago que se considerarán similares a los de Motaquito.

Columna 5 y 6: Observaciones locales

Suposiciones: Uso consumo : 135 mm mes, Tasa de Riego : 270 mm mes
 Suposición A: Derrames : 20% de dotación
 Percolación : 30% de dotación
 Infiltración total (50 + 30) = 80% de dotación
 Suposición B: Duración de Riego : 2 x necesidad por déficit (7)
 Duración de Riego : 3 x necesidad por déficit (7)

Notas: * Véase alternativa 1
 ● Intervalo máximo 15 días
 ** Estratos impermeables impiden infiltración al fondo de modo que efluente es horizontal, como derrame.
 Para cálculos ulteriores han sido adoptados los resultados de la Tabla 4.2.

TABLA 4.2

(Infiltraciones y humedades del suelo obtenidos en otras partes del mundo y Chile) METODOS DE RIEGO (Datos internacionales)

Suelo	1 Infiltración (cm para) duración t =						Profundidad (m)	Humedad Disponible		Déficit usual (0.75 x(4)) (mm)	Nº de riegos por 135 mm por mes	Intervalo (días)	Duración Infiltración Total Suposición - B (Suposición - C)		Dotación aprox.: el mayor de 2 x (5) ó de (9)	Caudales (10 x 10 (8) x 60 (m³/s/há)	Area (m²) por 30 l/s (m²)	Percolación al fondo (mm)	Derr. (mm)	Percolación (%)	Derr. (%)	Efic. (%)
	10 m	30 m	1 hr	1,30 hr	2 hr	Básico		por m por m	Total (2) x (3)				(min)	(mm)								
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)				(mm)	(mm)								
7' Quete Quete	2.3 (13.8)	5.3 (10.6)	8.9 (8.9)	11.9 (7.9)	14.6 (7.3)	(5.4)	1.1	63	69	52	2.6	12	59 (89)	86 (118)	104 (118)	0.29 (0.22)	1.000 (1.400)	34 (66)	18 (0)	33 (56)	17 (0)	50 44
Santa Rosa							0.95		60	45	3.0	10	49 (74)	75 (102)	90 (102)	0.31 (0.23)	1.000 (1.300)	30 (57)	15 (0)	33 (56)	17 (0)	50 (44)
Piedra Blanca							1.2		76	57	2.4	13	68 (102)	97 (129)	114 (129)	0.28 (0.21)	1.100 (1.400)	40 (72)	17 (0)	35 (56)	15 (0)	50 (44)
LONTU E							0.45		28	21	6.4	5	18 (27)	36 (47)	42 (47)	0.39 (0.29)	800 (1.000)	15 (26)	6 (0)	36 (55)	14 (0)	50 (45)
Limanque							0.85		54	41	3.3	9	43 (65)	68 (93)	82 (93)	0.32 (0.24)	900 (1.200)	27 (52)	14 (0)	33 (56)	17 (0)	50 (44)
Los Queñes							0.90		57	43	3.1	10	46 (69)	72 (97)	86 (97)	0.31 (0.23)	1.000 (1.300)	29 (54)	14 (0)	34 (56)	16 (0)	50 (44)
6' Curicó	2.0 (12.0)	4.4 (8.8)	7.2 (7.2)	9.3 (6.2)	11.0 (5.5)	(3.1)	0.95	82	78	59	2.3	14	92 (138)	95 (120)	118 (120)	0.21 (0.14)	1.400 (2.100)	36 (61)	23 (0)	31 (51)	19 (0)	50 (49)
Condell							0.80		66	50	2.7	12	72 (108)	81 (104)	100 (104)	0.23 (0.16)	1.300 (1.900)	31 (54)	19 (0)	31 (52)	19 (0)	50 (48)
Quelmenes							0.60		49	37	3.7	9	47 (70)	60 (79)	74 (79)	0.26 (0.19)	1.200 (1.600)	23 (42)	14 (0)	31 (53)	19 (0)	50 (47)
TENO							0.55		45	34	12.4	8	42 (69)	55 (78)	68 (78)	0.27 (0.19)	1.100 (1.600)	21 (44)	13 (0)	31 (56)	19 (0)	50 (44)
3' El Molino	1.2 (7.2)	2.9 (58)	4.0 (4.0)	4.7 (3.1)	5.2 (2.6)	(0.8)	0.46	136	63	45	3.0	10	170 (255)	59 (70)	90 (90)	0.09 (0.06)	3.000 (5.000)	14 (25)	31 (20)	16 (28)	34 (22)	50 (50)
Avalas							0.37		50	36	3.8	8	99 (148)	48 (56)	72 (72)	0.12 (0.08)	2.500 (3.500)	12 (20)	24 (16)	17 (28)	33 (22)	50 (50)

Suposiciones: Uso consumo = 135 mm/mes, Tasa de Riego = 270 mm/mes
 Suposición B: Duración de Riego = 2 x necesidad por déficit (5)
 Suposición C: Duración de Riego = 3 x necesidad por déficit (5)

Fuentes: de (1) y (3): (Véase Figuras B 4, 2 y 3)

- (i) "Irrigation Principles & Practices", Israelson & Hansen, John Wiley, New York.
- (ii) "Irrigation Design & Practice", Withers & Vipond, Batsford, London.
- (iii) U.S. Department of Agriculture Engineering Handbook, Section 15 Part I.
- (iv) "Handbook of Applied Hydrology" Chow (Ed.) McGraw Hill, New York.
- (v) "Estudio Tecnificación de Riego, Valle Río Claro de Rengo, Universidad de Chile.

TABLA 4.3

INFILTRACION CARACTERISTICAS DE SUELO APLICACION DE LOS RESULTADOS A LA CUENCA DE MATAQUITO.
% DEL AREA EN CADA CLASE (curvas de infiltraciones 3', 6' y 7', Figura)

Zona Nº	Area (há)	1 Clases 1 y 2 permeabilidad media 1 cm. = 0.4 a 0.70 profundidad: 40-100 cm. duración de riego = (2 x opt.) Total = 1.62 x U.C. drenaje libre Percolación al fondo = 62 x U.C.	2 Clase 3 permeabilidad alta 1 cm. = 0.42 a 0.75 profundidad: 40 - 100 cm. duración = (2 x opt.) Total = 1.68 x U.C. drenaje libre Percolación al fondo = .68 x U.C.	3 Clases 4, 5 y 7 permeabilidad baja 1 cm = 0.82 a 0.41 profundidad: 20 - 100 cm. duración = (2 x opt.) Total = 1.33 x U.C. drenaje limitado Percolación al Fondo = 0	4 Clases 6 y 8 permeabilidad alta 1 cm. = 0.42 a 0.75 profundidad: 20 - 70 cm. duración = (2.5 x opt.) Total = 1.99 x U.C. drenaje libre Percolación al Fondo = 0.99 x U.C.	5 Percolación Promedio Sub-zona % de U.C.	6 % del área total al N. y al S.	7 Percolación del N+S		8 Reaprovechamiento interno (Nota a) % de Tasa de Riego TR = 2 x U. C.	9 Eficiencia predial con utilización diaria de: A. 24 hr. B. 14 hr. (Nota b) TR = 2 x U.C.		
								A: % de U. C. (Nota e)	B: % de Tasa de Riego TR = 2 x U.C.				
N 11	6877	69% x .62	0	29% x 0	2% x 0.99	45%	55%	25%	40% (40)	20% (20)	30% (30%)	65%	38%
S		54% x .62	0	46% x 0	0	33%		15%				(65)	(38%)
N 12	22459	31% x .62	0	67% x 0	2% x 0.99	21%	69%	14%	27% (39)	13.5% (19.5)	36.5% (30.5%)	68%	40%
S		62% x .62	3% x .68	32% x 0	2% x 0.99	42%		13%				(65%)	(38%)
N 13	6258	14% x .62	0	79% x 0	7% x 0.99	16%	56%	9%	21% (37.6)	10.5% (18.8)	39.5% (31.2%)	70%	41%
S		43% x .62	0	57% x 0	0	27%		12%				(66%)	(39%)
N 14	8564	34% x .62	4% x .68	60% x 0	2% x 0.99	26%	76%	20%	38% (47)	19% (23.5)	31% (26.5%)	65.5%	38%
S		36% x .62	34% x .68	0	30% x 0.99	75%		18%				(63%)	(37%)
N 15	1399	44% x .62	40% x .68	0	16% x 0.99	70%	46%	32%	71% (68)	35.5% (34)	14.5% (16%)	57%	33%
S		2% x .62	66% x .68	5% x 0	27% x 0.99	73%		39%				(58%)	(34%)
N 16	21630	78% x .62	0	17% x 0	5% x 0.99	53%	39%	21%	61% (61.2)	30.5% (30.6)	19.5% (19.4%)	60%	35%
S		29% x .62	40% x .68	10% x 0	21% x 0.99	66%		40%				(60%)	(35%)
17 N	20971	30% x .62	10% x .68	50% x 0	10% x 0.99	35%	100%	35%		17.5%	32.5%	66%	39%
18	2488	100% x .62	0	0	0	62%	100%	62%		31%	19%	59.5%	35%
Recuperaciones:													
Teno N	5015	48% x .62	16% x .68	27% x 0	9% x 0.99	50%	30%	17%	58%	29%	21%	Nota f	
Teno S		53% x .62	32% x .68	12% x 0	3% x 0.99	58%	70%	41%					
Lontué	15512	56% x .62	6% x .68	31% x 0	7% x 0.99	46%	100%	46%		23%	27%	Nota f	

- Notas: a) Reaprovechamiento interno de derrames: = 8 (Por Tasa de Riego = 2 x U.C.) = (2 UC-UC-(7)UC) - UC (1-(7))/2 (como % de Riego).
b) Eficiencia a nivel predial = 50% (1- (8)) = (Con aprovechamiento interno (8)).
c) Derrames global: del programa de derrames
d) Eficiencia global = U.C./ (Aportes tota, del río y derrames)
e) Las cifras entre paréntesis en (7) son del modelo de percolación
f) En las zonas de recuperación, las percolaciones pueden ser recuperables dentro de ellas mismas

MEDIOS:
TENO (49,173 há) 33.43%
(28.85%)
LONTUE (38,541 há) 22.34%
(22.34%)

4.2.3.3 Agua Disponible

Sobre la base del Estudio de Hidrología (Tomo F) se ha estimado el total del agua destinada a distribuir mensualmente entre los canales, tanto para la secuencia histórica 1942-1976, como para el año 85 %. Las cantidades disponibles en un promedio y en el año 85 % son las siguientes, en m³/s.

Mes	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Teno 85 %	39.4	52.7	62.3	52.4	35.8	23.5	20.4	15.2
Promedio	60.3	68.4	89.9	92.3	54.8	34.5	25.9	19.4
Lontué 85 %	51.0	81.4	109.7	81.4	44.7	25.2	25.8	29.6
Promedio	70.4	85.2	140.0	139.9	78.0	48.8	35.3	32.3

4.2.3.4 Métodos de Riego

Respecto a los métodos de riego adoptados - en general - por los agricultores de la zona estudiada, se ha observado que la cantidad de agua aplicada inicialmente al terreno es casi el doble de la cantidad requerida para cubrir el uso-consumo. Los valores adoptados, para este estudio se indican a continuación, sobre la base de una utilización de 24 horas al día.

Mes	Sept	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Tasa de Riego Lt/s/há	0.34	0.56	0.90	1.08	1.12	0.82	0.52	0.15

Los cálculos de las Tablas 4.1 y 4.2 muestran que alrededor de un 20 % de la aplicación de agua inicial escurre como derrame y que un 30 % constituye percolación profunda. Estos valores son compatibles con duraciones y superficies de riego que se

observan en la práctica y, sugieren que los tiempos de riego son entre dos y tres veces superiores a los estrictamente necesarias para reponer el déficit de humedad del suelo. (Véase Figura 4.4)

Algunos suelos como los de tipo 6 y 8 son muy permeables y poco profundos por lo que requieren un riego muy corto, de modo que están expuestos a grandes pérdidas por percolación. Por otra parte, los tipos 4, 5 y 7 descansan sobre una capa impermeable que impide la percolación profunda, de tal modo que el exceso de infiltración reaparece como derrame. Por lo tanto, la percolación profunda puede ser mayor o menor del 30 % ya mencionado, según sea el tipo de suelo. Con el fin de calcular estas variaciones, se ha supuesto para los cálculos de percolación profunda que:

- a) Los tipos de suelo 6 y 8 se riegan durante 2,5 veces el tiempo necesario para reponer el déficit de humedad.
- b) Todos los otros tipos de suelos se riegan durante dos veces el tiempo necesario.
- c) En alguna medida, la percolación profunda de los tipos 4, 5 y 7 es detenida y la infiltración reaparece como derrame.

INFILTRACION Y EFICIENCIA

A(i)- A (viii) , Claro de Rengo - Observaciones de Testigos (Nota: la mayoría de los suelos son de menor permeabilidad que los de Mataquito)

B= Mataquito (vease TABLA 4.2 COLUMNA 15)

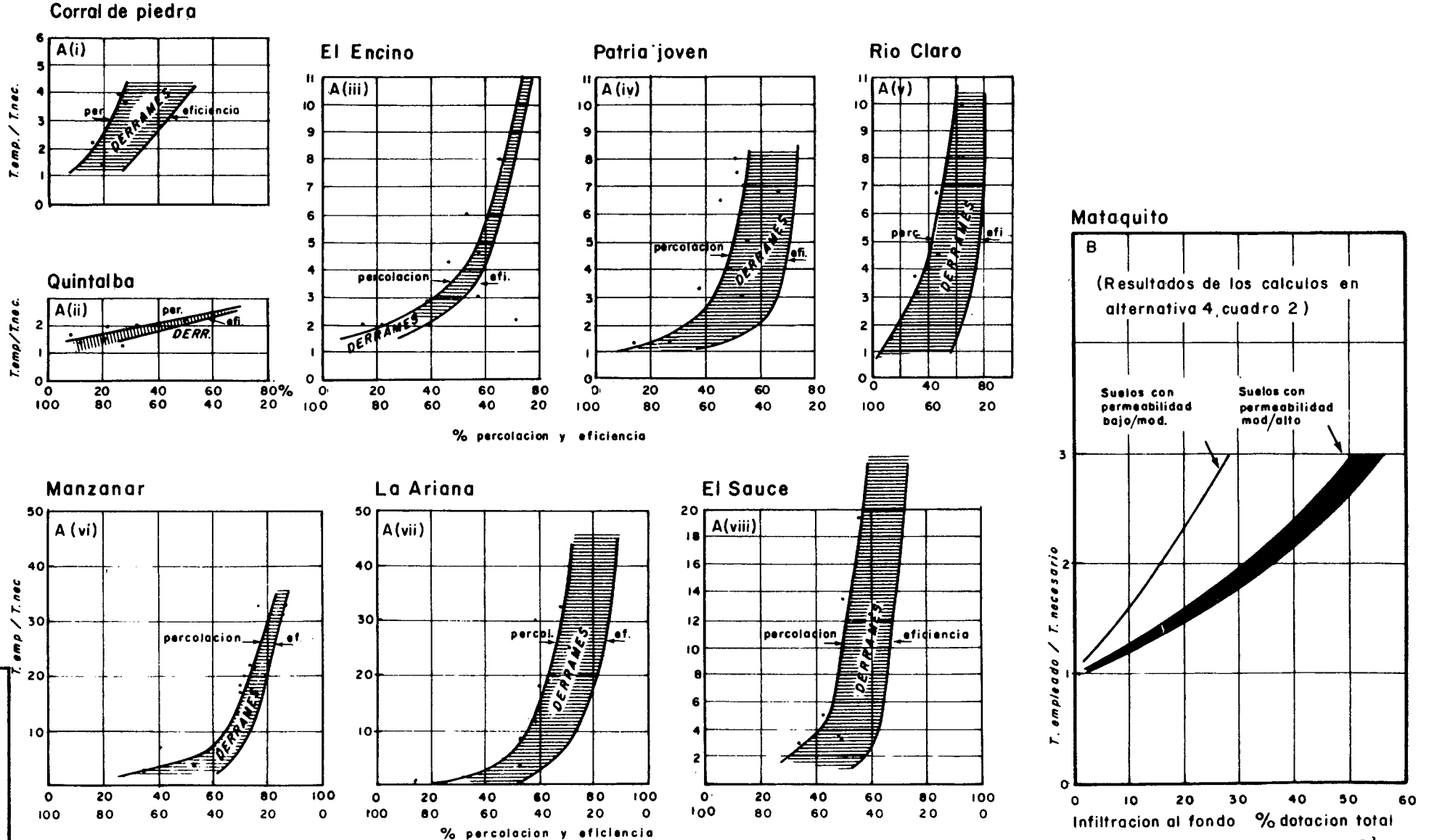


FIGURA 4.4

4.2.4 Cálculos y resultados.

A partir de los antecedentes indicados en los puntos anteriores y de las hipótesis adoptadas, se han realizado los cálculos detallados en los puntos siguientes. Tales cálculos se esquematizan en la Figura 4.5.

4.2.4.1 Influencias de los métodos de riego.

Basándose en las características de los suelos, fue calculada la percolación profunda para distintos tiempos de aplicación del agua. De sus resultados, y para una tasa de riego igual al doble del uso-consumo, resulta de interés comentar que:

- a) La percolación puede alcanzar valores del 30 al 35 % de la tasa de riego, para aplicaciones de una duración igual a dos veces el tiempo óptimo, y suben de 50 a 55 % si se triplica dicho tiempo, en suelos de permeabilidad media a alta.
- b) En las mismas condiciones anteriores la percolación desciende a la mitad, si se trata de suelos de permeabilidad baja.

A modo de ejemplo, resulta interesante comparar el manejo de un caudal de 30 l/s, a través de una superficie posible de regarse y que corresponda a tres tipos de suelos representativos de distintas características, de permeabilidad, de profundidad y de capacidad de campo.

Suelo Tipo	Duración Riego (min)	Area (m ²)
Quete-Quete (permeable)	51 - 59	700-1000
Curicó (Semipermeable)	64 - 92	850-1400
Gualas (Impermeable)	94 - 170	2000-3000

SUCESION DE CALCULOS

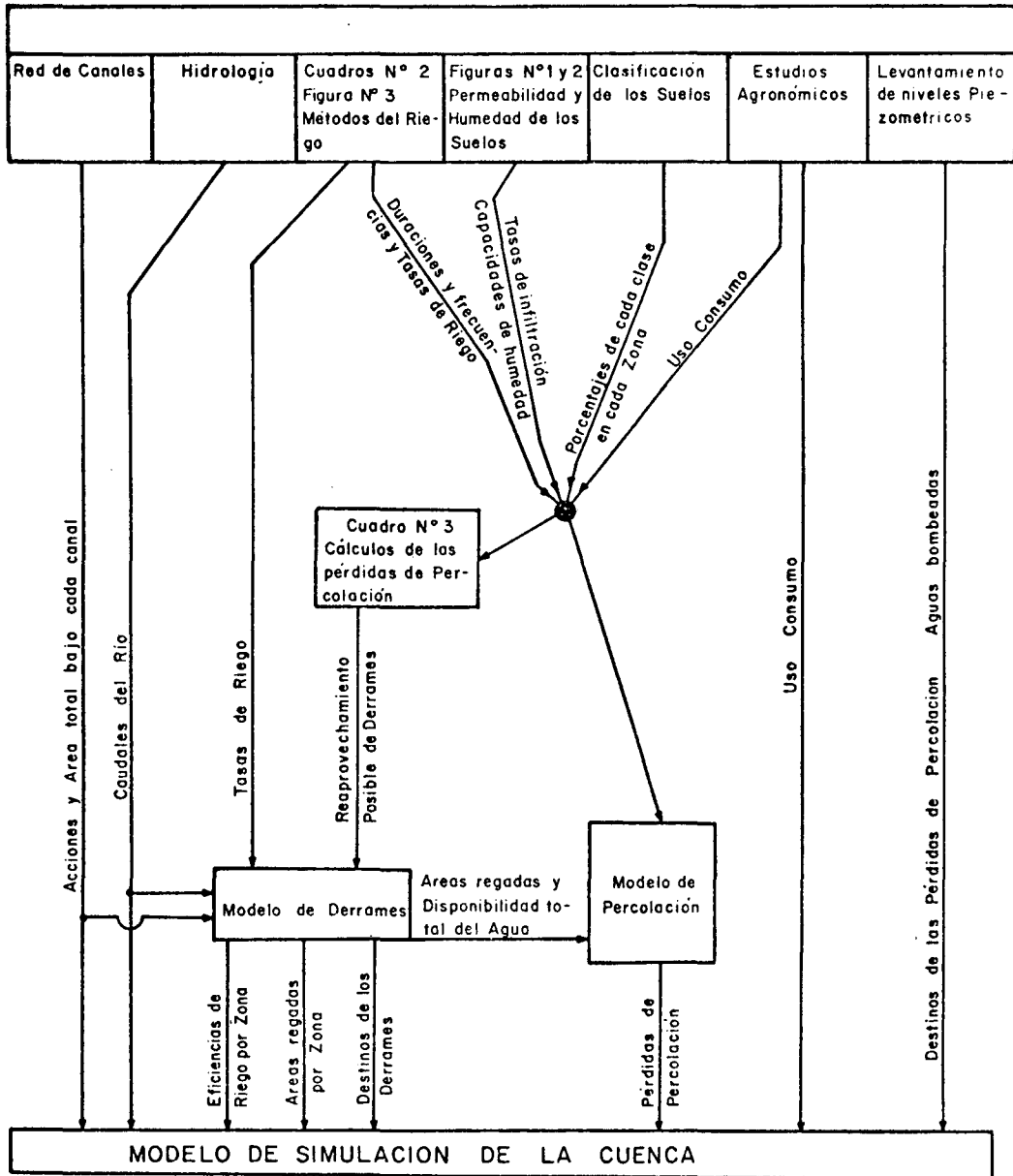


FIGURA 4.5

4.2.4.2 Cálculo de Percolación.

Las etapas de este cálculo y sus resultados se presentan en la Tabla 4.3. Los pasos explicativos son los siguientes:

- a) Según el estudio de suelos, que determinó la superficie de cada tipo reconocido en las distintas zonas de riego, fue obtenido el porcentaje que cada uno de ellos representaba dentro de la zona.
- b) Fue calculada la percolación profunda (expresada en función de la evapotranspiración), para los métodos de riego adoptados en el punto 4.2.3.-
- c) Se determinó, según la importancia de cada tipo de suelo, una percolación promedio para la zona (Columnas 7A y B de la Tabla 4.3).

Con el mismo propósito, pero efectuando el cálculo mes a mes y determinando también directamente la percolación en los suelos 4, 5 y 7, se desarrolló un modelo de computación, que se encuentra descrito en el Apéndice del Tomo G - Hidrogeología. Los resultados obtenidos se muestran en la misma Tabla 4.3 en las columnas 7, 8 y 9.

Este modelo operó sobre áreas totales de cada zona de riego, integrando la infiltración en los distintos tipos de suelos. Fue necesario definir previamente el área total regada en cada zona, incluyendo el área servida por derrames, tal como se detalla en el punto 5 de este Tomo.

Aunque la cantidad total de percolación varía según el uso del agua y el área de riego, su expresión como porcentaje de uso-consumo es la misma para un determinado método de riego.

Ahora bien, para saber si esta percolación se transforma o no en percolación profunda hubo de emplearse un plano de profundidad de niveles freáticos.

4.2.4.3 Cálculo de derrames.

Considerando, una tasa de riego equivalente al doble del uso-consumo, el exceso de agua que resulta es también de la magnitud del uso-consumo. En consecuencia, a nivel de predio o potrero, los derrames resultan ser iguales al uso-consumo menos la percolación ya calculada.

Como se ha expresado al tomar áreas mayores, normalmente se produce un reaprovechamiento interno que disminuye los derrames globales, mejorando la eficiencia del riego.

Esta reutilización puede no producirse especialmente si las áreas no son suficientemente grandes, o sí:

- el área considerada se encuentra ya regada, y por lo tanto, no hay necesidad de aprovechar los derrames.
- durante la noche u otras horas en que no se esté regando, el agua disponible escurre a través del predio.

A partir de los valores de disponibilidad de agua, considerando la tasa de riego descrita en el punto 3 y los valores de percolación expuestos en la Tabla 4.3, se calculó para cada una de las áreas de riego servidas por un canal, los valores mensuales de los derrames. Se hizo mediante un programa de computación que se describe en el punto 5 de este Tomo.

Paralelamente, sobre el plano IREN y fotografías aéreas, fué estudiada la red de canales, determinando los lugares de

descarga de los derrames. De este modo se obtuvo, para cada canal receptor de derrames el total de agua disponible. Finalmente, se agruparon los canales de acuerdo a las zonas de riego definidas, determinando el agua total disponible, y el uso-consumo necesarios para definir la eficiencia global. También se determinó la proporción de los derrames de cada zona que van a los diferentes destinos, con el fin de ser incorporados al modelo de simulación de la cuenca.

4.2.4.4 Eficiencia de riego.

La máxima eficiencia de riego con sistema gravitacional, se logra con el máximo aprovechamiento de los derrames. La magnitud de la eficiencia dependerá principalmente de las pérdidas por percolación. Se encuentra en la Tabla 4.3 para tiempos de riego de 14 y 24 horas/día.

Con los resultados entregados por el modelo de derrames, se calcularon las eficiencias de riego por zona y por mes. Tales eficiencias muestran sus mayores valores en los períodos de escasez (año 85 % y sobre todo el mes de febrero). Los valores obtenidos para este mes y los adoptados en el modelo de simulación aparecen en la Tabla 4.4, por zonas de riego. (Ver Figura 5.1)

4.2.5 Investigaciones de terreno.

Para los propósitos de este estudio, las características hidrológicas durante su período de ejecución fueron muy favorables. No fue pues posible observar las prácticas de riego locales durante un estiaje fuerte. Solo se hicieron visitas de comprobación, con buenos resultados, en Noviembre de 1977.

TABLA 4.4

EFICIENCIAS DE RIEGO - RESUMEN DE RESULTADOS PARA MATAQUITO

		<u>Eficiencias como % en las Zonas^φ</u>								
<u>A PREDIAL</u>		<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>14</u>	<u>15</u>	<u>16</u>	<u>17</u>	<u>18</u>	<u>FUENTE</u>
(a)	14 hra/día*									
	(i) Calc. a Mano	38	40	41	38	33	35	39	35	Tabla 4.3
	(ii) Del Modelo	38	38	39	37	34	35			Modelo de Infiltración
(b)	24 hra/día*									
	(i) Calc. a Mano	65	68	70	65	57	60	66	60	Véase (a)
	(ii) Del Modelo	65	65	66	63	58	60			
* Estas eficiencias son con aprovechamiento interno de los derrames que se producen durante las horas de riego.										
<u>B GLOBAL</u>		<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13</u>	<u>14</u>	<u>15</u>	<u>16</u>	<u>17</u>	<u>18</u>	
(a)	14 hra/día									Modelo de derrames sumando derrames en el predio de A (a) (i) durante los meses más secos
	(i) Del Modelo									
	(Caudales 85%)	40	42	51	42	34 ^x	44			
	(Caudales 50%)	40	37	43	37	29 ^x	30 ^x			
	(ii) Adoptado para simulación: 85%	40	40	50	42	35	44	57	* 34	De B (a) (i), tomando en cuenta la diferencia entre A (a) (i) y (ii)
	50%	40	35	40	35	35	35	57	* 34	
(b)	24 hra/día									Modelo de derrames sumando derrames en el predio como A (b) (i)
	(i) Del Modelo									
	(Caudales 85%)	67	58	67	64	52 ^x	53 ^x			
	(Caudales 50%)	55	45 ^x	56	46 ^x	35 ^x	31 ^x			
	(ii) Adoptado para simulación: 85%	65	55	65	62	55	55	75	* 55	De B (b) (i) tomando en cuenta la diferencia entre A (b) (i) y (ii)
	50%	55	50	55	50	50	50	75	* 55	

x Las eficiencias bajas son resultados de sobrantes de caudales en el Río. Serían más altas en períodos de escasez.

* Se ha asumido que en la Zona 17, el 30% de las pérdidas al río en derrames y percolación pueden ser recuperadas en las partes más bajas de la zona.

φ Ver Figura 5.1

De todos modos, con las reservas necesarias en cuanto a su representatividad en períodos secos, se incluyen los formularios tipos con las medidas realizadas en noviembre de 1977, en las tablas 4.5 A, B y C.

4.3 PERDIDAS DE AGUA

Como se ha explicado, el uso casi exclusivo de agua en la cuenca del Mataquito corresponde al regadío. Interesa, entonces, identificar y definir, en lo posible, la magnitud de aquella fracción del agua que constituye efectivamente una pérdida.

Las pérdidas reales de agua y que ocurren durante el período de riego, afectan tanto a la disponibilidad de aguas superficiales, como a la disminución de recarga (percolación profunda) de aguas subterráneas; incluso, pueden constituir una descarga lenta de estas últimas.

Básicamente son:

- a) Pérdidas por evaporación y consumo de freatófitas en el río y en su lecho.
- b) Pérdidas por evapotranspiración en zonas no consideradas de riego.
- c) Pérdidas por evaporación y evapotranspiración en zonas de vegas.

TABLA 4.5. A

DATOS Y CALCULOS	UNIDADES	CULTIVO				METODO DE CALCULO
		VIÑA	VIÑA	VIÑA	TRIGO	
1 Ubicación	-	El Cóndor (23 Nov. 1977)			San Antonio (23-XI-77)	-
2 Ref. en el Mapa	-	291.3 E	6.108.8 N		291.2 E 6.111.6 N	-
3 Area Regada	há	0.9	16 Melgas x 1.80 x 125 = 0.36 há	1.26	10.0	Agricultor
4 Prof. del Suelo	m	0.5 Limo Arenoso 1.00 Grava			71.0	Agricultor
5 Prof. de Raíces	m	1.5	1.5	1.5	1.25	Public. FAO
6 Descripción del suelo	-	Limo Arenoso			Limo Arcilloso	Supuesto
7 Agua disponible en el suelo (máxima)	mm/m	130a 60	130a 60	130a 60	200	Public. FAO
8 % del agua a extraer	%	35	35	35	55	Public. FAC
9 Máxima cantidad de agua extraída por la planta y reemplazada por riego.	mm	43.75	43.75	43.75	137.5	(5) x (7) x (8)
10 Agua en el suelo actualmente presente	mm	-	-	-	-	Supuesto
11 Consumo mensual	mm	121 (Dic)	121 (Dic)	121 (Dic)	109.8 (Nov)	Calc. CICA
12 Consumo diario	mm	4.03	4.03	4.03	3.7	(11)/30
13 Frecuencia de riego calculada	Días	10.86			37.16	(9)/(12)
14 Frecuencia de riego Actual	Días	20			20	Agricultor
15 Caudal de Riego	m ³ /s	(Diurno) 0.39	(Nocturno) 0.39	(Todo el día) 0.39	0.68	Medido
16 Tiempo de Aplicación	-	8 hrs	(Falta 1.5 hrs) 14.5 hrs	24 hrs	4 días	Agricultor
17 Eficiencia	%	35	8	16	59	$\frac{10 \times (9) \times (3)}{(15) \times (16) \text{ seg}}$
18 Tasa de consumo	mm/hr	30	30	30	10	Supuesto
19 Tiempo del agua en una posición	hrs					Medido
20 Agua Infiltrada	mm					(18) x (19)
21 Percolación	mm					(20) - (9)

$$E_a = \frac{10 (p_s \cdot Sa) D \cdot A}{g \cdot t}$$

$$\text{pero } i = \frac{(p_s \cdot Sa) D}{E_t \text{ cultivo/día}}$$

$$\therefore E_a = \frac{10 \cdot i \cdot x \cdot E_t \cdot A}{g \cdot t}$$

t = tiempo de aplicación

donde

E_a = eficiencia aplicación
 p = % de agua que se permite extraer
 S_a = Disponibilidad de agua en el suelo (mm/m)
 D = prof. del suelo (m)
 A = Area regada (há)
 i = freq. de riego en días
 g = gasto aplicado
 E_t = evapotranspiración (mm)

TABLA 4.5.B

DATOS Y CALCULOS	UNIDADES	CULTIVO				METODO DE CALCULO
		POROTOS	PAPAS	TRIGO	PASTOS	
1 Ubicación		Fundo El Peñón - Comalle (19 Nov. 1977)				
2 Ref. en el Mapa		Rincón Morales				-
3 Area Regada	há	10	2	15	5	Agricultor
4 Prof. del Suelo	m	1.0	1.7	1.0	1.0	Agricultor
5 Prof. de Raíces	m	0.7	0.6	1.0	1.0	Publicación FAO
6 Descripción del suelo	-	Limo Arcilloso	Limo Arenoso	Limo Arcilloso		Supuesto
7 Agua disponible en el suelo (máxima)	mm/m	200	130	200	200	Publicación FAO
8 % del agua a extraer	%	45	25	55	50	Publicación FAO
9 Máxima cantidad de agua extraída por la planta y reemplazada por riego	mm	63.0	19.50	110	100	(5) x (7) x (8)
10 Agua en el suelo actualmente presente.	mm	-	-	-	-	Supuesto
11 Consumo Mensual	mm	100.2 (Dic)	178.2 (Dic)	109.8 (Nov)	148.6 (Dic)	Cálculo de CICA
12 Consumo Diario	mm	3.34	5.94	3.7	4.95	(11)/30
13 Frecuencia de riego calculada	Días	18.86	3.28	29.73	20.20	(9)/(12)
14 Frecuencia de riego Actual	Días	20	3	15	20	Agricultor
15 Caudal de riego	m ³ /s	.045	-	.045	.045	Medido
16 Tiempo de Aplicación	-	12 días x 12 horas	-	5 días	2 1/2 días	Agricultor
17 Eficiencia	%	27	-	85	51	$\frac{10 \times (9) \times (3)}{(15) \times (16) \text{ seg.}}$
18 Tasa de Consumo	mm/hr	8	25	8	8	Supuesto
19 Tiempo del Agua en una posición	hrs					Medido
20 Agua Infiltrada	mm					(18) x (19)
21 Percolación	mm					(20) - (9)

TABLA 4. 5. C

DATOS Y CALCULOS	UNIDADES	CULTIVO		METODO DE CALCULO
		ARROZ	ARROZ	
1 Ubicación	-	PALQUIBUDI (20-XI-77)	QUILLAYES (21-XI-77)	-
2 Ref. en el Mapa	-			-
3 Area Regada	há	6.25	2.0	Agricultor
4 Prof. del Suelo	m			Agricultor
5 Prof. de Raíces	m			Publicación FAO
6 Descripción del Suelo	-			Supuesto
7 Agua disponible en el suelo (máxima)	mm/m			Publicación FAO
8 % del agua a extraer	%			Publicación FAO
9 Máxima cantidad de agua extraída y reemplazada por riego	mm			(5) x (7) x (8)
10 Agua en Suelo actualmente presente	mm			Supuesto
11 Consumo Mensual	mm	207 (Dic)	207 (Dic)	Cálculos CICA
12 Consumo Diario	mm	6.90	6.90	(11)/30
13 Frecuencia de riego calculada	Días	CONTINUA	CONTINUA	(9)/(12)
14 Frecuencia de riego Actual	Días			Agricultor
15 Caudal de Riego	m ³ /s	0.00864	0.00449	Medido
16 Tiempo de Aplicación	-	24 hrs	24 hrs	Agricultor
17 Eficiencia	%	58	36	$\frac{10 \times (12) \times (3)}{(15) \times (13)}$
18 Tasa de Consumo	mm/hr			Supuesto
19 Tiempo del agua en una posición	hrs			Medido
20 Agua Infiltrada	mm			(18) x (19)
21 Percolación	mm			(20) - (19)

Se produce también una pérdida adicional que ocurre por evaporación desde la superficie del agua y por consumo de la vegetación parasitaria, en los canales y zonas aledañas. Esta pérdida fue considerada, al menos parcialmente, al incluir estas superficies dentro del área de riego.

4.3.1 Pérdidas por evaporación y consumo de freatófitas en el lecho del río.

Esta pérdida, es más bien, una disminución de la recarga neta del acuífero o incluso puede constituir directamente una descarga de aguas subterráneas. En el análisis de pérdidas y recuperaciones quedó incorporada como pérdida de caudal del río (o disminución de la recuperación, según el tramo analizado). En consecuencia, no tiene un efecto directo en la disponibilidad de agua en los tramos superiores, pero sí tendría efecto en una disminución de las recuperaciones calculadas debido a la disminución de la recarga neta.

Su cálculo fué ejecutado asumiendo que tanto el río como la vegetación freática descargan agua a una tasa similar a la evapotranspiración potencial (de la zona en que se encuentre el tramo de río en análisis). El área que corresponde al lecho de río fue obtenida directamente a partir de los mosaicos a escala 1:20.000 y en la misma base fue estimado el porcentaje que finalmente fue asignado a la cobertura de freatófitas.

La Tabla 4.6 muestra los consumos calculados para los ríos y esteros de mayor significación.

Este cálculo sólo se ha realizado para los meses de riego, considerando que el monto de este consumo es muy reducido en los meses de invierno y que es abastecido fundamentalmente por las precipitaciones.

TABLA 4.6

PERDIDAS POR EVAPORACION Y CONSUMO DE FREATOFITAS EN LECHOS DE RIOS Y ESTEROS ($m^3 \times 10^6$)

RIO O ESTERO	Superficie Caja (hás)	Superficie Efectiva (hás)	S	O	N	D	E	F	M	A	Total
Teno	4.636	1.623	1,20	1,77	2,76	3,38	3,75	2,90	2,12	1,20	19,08
Lontué	2.652	1.061	0,78	1,16	2,93	2,21	2,41	1,90	1,39	0,78	13,56
Tilicura	120	60	0,04	0,07	0,10	0,12	0,14	0,11	0,08	0,04	0,70
Guaiquillo y San Pablo	476	240	0,18	0,26	0,41	0,50	0,55	0,43	0,31	0,18	2,82
Total antes Junta	7.884	2.984	2,00	3,26	6,20	6,21	6,85	5,34	3,90	2,20	35,96
Mataquito	6.133	2.453	1,71	2,55	4,00	4,73	4,78	3,58	3,04	1,84	26,23
Total Valle	14.017	5.437	3,71	5,81	10,20	10,94	11,63	8,92	6,94	4,04	62,19

4.3.2 Evapotranspiración en zonas consideradas de no riego.

Cuando se definió las áreas de riego bajo canal, fueron descontadas algunas superficies para obtener las áreas efectivamente regadas. Las superficies descontadas corresponden a caminos, cercos, construcciones, pueblos y asentamientos poblacionales en general.

Si bien la mayoría de ellas no genera una demanda directa de riego, no es menos cierto que en mayor o menor medida hay un consumo neto de agua, causado por la vegetación.

Se ha estimado que cierto porcentaje de esas superficies descontadas, experimenta, durante el período de riego, una evaporación equivalente a la evapotranspiración potencial.

Dichas áreas se agruparon dentro de las zonas servidas por cada uno de los ríos y la evaporación asociada a ellas se indica en la Tabla 4.7.

4.3.3 Pérdidas en zonas de vegas.

La evaporación y la evapotranspiración en las zonas de vegas tienen, normalmente, como fuente las aguas subterráneas. Pero en algunos sectores puede contribuir algún escurrimiento subsuperficial, e incluso, en zonas depresionarias, se constatan aportes de superficie.

Para este estudio predomina, como fuente, las aguas subterráneas, por lo que la pérdida se traduce en una disminución de las recuperaciones en las secciones inferiores.

Las pérdidas de agua en estas áreas, causadas por la evaporación, se indican en la Tabla 4.8.

TABLA 4.7

EVAPOTRANSPIRACION EN ZONAS DE NO RIEGO (m³ x 10⁶)

AREA	Superficie Total(hás.)	Superficie Efectiva (hás)	S	O	N	D	E	F	M	A	Total
Teno	5.643	2.257	1,61	2,38	3,71	4,54	5,04	3,90	2,86	1,61	25,65
Lontué	4.278	1.711	1,27	1,87	2,91	3,56	3,96	3,07	2,24	1,27	20,15
TOTAL HASTA JUNTA	9.928	3.968	2,88	4,25	6,62	8,10	9,00	6,97	5,10	2,88	45,80
Mataquito	2.700	1.080	0,76	1,12	1,76	2,08	2,11	1,58	1,34	0,81	11,56
TOTAL VALLE	12.621	5.048	3,64	5,37	8,38	10,18	11,11	8,55	6,44	3,69	57,36

TABLA 4.8

PERDIDAS EN ZONAS DE VEGAS (m³ x 10⁶)

AREA	Superficie (háas)	S	O	N	D	E	F	M	A	TOTAL
Teno	37	0,03	0,04	0,06	0,08	0,09	0,07	0,05	0,03	0,45
Lontué	170	0,12	0,18	0,29	0,35	0,39	0,30	0,22	0,12	1,97
TOTAL HASTA JUNTA	207	0,15	0,22	0,35	0,43	0,48	0,37	0,27	0,15	2,42
Mataquito	199	0,14	0,21	0,32	0,38	0,39	0,29	0,25	0,15	2,13
TOTAL VALLE	406	0,29	0,43	0,67	0,81	0,87	0,66	0,52	0,30	4,55

4.3.4 Disminución de recursos.

Las pérdidas de agua indicadas se traducen en una disminución de recursos, lo que afecta básicamente a los sectores inferiores. Para los propósitos de este estudio tienen importancia para los caudales de los ríos Teno y Lontué en las proximidades de la junta. Esto debido a que se prevee utilizar estos caudales en nuevas áreas de riego.

La Tabla 4.9 muestra las pérdidas totales, en el período de riego.

TABLA 4.9

PERDIDAS DE AGUA (Mm³)

	S	O	N	D	E	F	M	A	Total
Pérdida hasta junta	5,23	7,73	13,17	14,74	16,33	12,68	9,27	5,23	84,38
Pérdida hasta desembocadura	7,84	11,61	19,25	21,93	23,61	18,13	13,90	8,03	124,30

5. DETERMINACION DE LAS SUPERFICIES DE RIEGO

5.1 GENERALIDADES

La situación actual de riego ha sido analizada en torno a dos aspectos principales: la infraestructura de obras hidráulicas y, los sistemas legales de distribución de las aguas. Para el diagnóstico total, esta descripción debe completarse con la determinación del área bajo canal realmente regada para un cierto caudal del río.

Esta última variable es posible obtenerla si se consideran, en conjunto los análisis previos y el complejo mecanismo del riego. Este mecanismo depende de parámetros tales como eficiencia predial, uso-consumo de los cultivos, caudales medios disponibles, magnitud y dirección de los derrames superficiales y, otros, de menor importancia.

Por esto, la simple descripción de los recursos disponibles más los requisitos individuales a nivel predial, no configuran la superficie que es posible regar en una determinada área.

Aunque globalmente pudiese determinarse el área susceptible de regarse, ésto no sería útil para un acertado diagnóstico. Internamente tal área podría someterse a un sistema de distribución que no fuere el óptimo.

Por otra parte, un esquema de determinación catastral, que a primera vista pudiera parecer lo más fiel tiene el inconveniente de reflejar la situación puntual en el momento de ser ejecutado, no permitiendo extenderse a períodos con distintas características.

Las razones expuestas han inducido a diseñar un modelo que permita determinar el destino de las aguas y visualizar así en que lugares se encuentra el recurso y cual es su magnitud.

En el caso que exista déficit de agua es indispensable estimar su magnitud para localizar los sectores donde se producen con el objeto de estudiar las medidas pertinentes.

Las cifras a las cuales se llegue tendrán cierto rango de aproximación que dependerá de la exactitud de los valores adoptados y de los valores detectados en terreno. A pesar de esto, la simulación del proceso natural resulta ser el medio más conveniente para manejar el volúmen de información.

Los resultados que entrega el modelo aludido tendrán su aplicación en el modelo de operación general de la cuenca del río Mataquito que analiza alternativas de interacción más complejos.

5.2 ZONIFICACION.

En la cuenta del río Mataquito, la primera zonificación natural corresponde a los sectores dominados y abastecidos con aguas provenientes del río Teno, el río Lontué y el río Mataquito respectivamente.

Debido a la gran extensión dominada por cada uno de estos ríos, existen diferencias internas que hacen necesaria una subdivisión en zonas menores que representen áreas de riego de características más homogéneas. Esto evita que el análisis, por ser tan general, implique un margen de aproximación demasiado alto en las descripciones y soluciones que se plantean.

Las zonas corresponden al área dominada por un grupo de canales similares, ya que toman sus aguas en sectores del río que no reciben afluentes intermedios. La red de drenaje y tendencia general de escurrimiento de los derrames, es relativamente igual.

Las áreas regadas por canales que toman sus aguas en esteros naturales nacidos de derrames superficiales o recuperaciones subterráneas se considera que pertenecen a la zona formada por aquellos canales que alimentan dichos esteros.

Cada zona queda así dividida en dos sub-zonas. La primera denominada A1, cuya área es servida por canales que toman sus aguas en el río o por los derrames superficiales que el riego de este sector genera y, una segunda zona denominada A2, cuya área es servida por recursos subterráneos provenientes de esteros que nacen por afloramiento de la napa o de sectores donde el riego se basa en la utilización de pozos profundos.

Las zonas definidas para toda la cuenca son:

i) Río Teno

ZONA 11 Area regada por canales que tienen sus bocatomas aguas arriba de la desembocadura del Estero El Manzano, pero riegan tierras tanto aguas arriba como aguas abajo de ese afluente. Los canales de la ribera norte, drenan sus aguas por el estero Huemul principalmente y los de la ribera sur lo hacen por el estero Guaiquillo- Calabozo.

No posee área A2 regada con recursos subterráneos.

ZONA 12 Area regada por canales que tienen sus bocatomas en la sección de equilibrio del río Teno donde, según el estudio de pérdidas y recuperaciones, el balance de ambos es nulo.

Los canales de la ribera norte drenan parte de sus aguas por el estero Chimbarongo, hacia la cuenca del río Rapel y parte por el estero Comalle que vuelve al río Teno. Los canales de la ribera sur lo hacen incrementando el caudal del estero Guaiquillo.

Parte del área, en el sector sur, es abastecida con agua subterránea.

ZONA 13 Area regada por canales que tienen sus bocatomas en la sección donde se producen pérdidas en el río Teno. Sus derrames tanto de los canales de la ribera sur como norte, alimentan principalmente a la zona 14 y 12.

No posee área A2, abastecida por recursos subterráneos.

ZONA 14 Area regada por canales que tienen sus bocatomas en la sección de recuperaciones del río Teno. Drenan sus aguas principalmente por el estero Quete-Quete hacia el sur y por el estero Comalle hacia el norte. Gran parte de su área, sobre todo en el sector sur corresponde a A2, es abastecida con recursos subterráneos.

ii) Río Lontué

ZONA 15 Area regada por canales que tienen sus bocatomas aguas arriba del estero Upeo. Los derrames que esta área produce vuelven integramente al río Lontué. No posee área A2, abastecida por recursos subterráneos.

ZONA 16 Area regada por canales que tienen sus bocatomas entre el estero Upeo y la junta del río Lontué y el río Teno. Los canales de la ribera norte drenan sus aguas por el estero Chequenlemillo, afluente principal del estero Guaiquillo. Los canales de la ribera sur drenan sus aguas por varios esteros que son afluentes del Lontué y del Mataquito. El sector norte y una extensa área del sector sur, abastecida desde los esteros drenantes se considera regada por recursos subterráneos.

iii) Río Mataquito.

ZONA 17 Area regada por todos los canales que toman sus aguas del río Mataquito. Incluye áreas posibles de nuevo riego de Culenar y Peralillo.

No posee área A2, abastecida por recursos subterráneos.

ZONA 18 Area regada por recursos del estero Curepto.

Esta zonificación es utilizada por el Modelo de Simulación y se presenta en la Figura 5.1. El detalle de canales, áreas, derrames y acciones por zona que se acompaña en las Tablas 5.1 a 5.4 entrega en forma sintética la información obtenida en cuanto a la situación de riego y a otras especialidades que el proyecto comprende.

TABLA 5.1

NOMINA DE CANALES PERTENECIENTES A LAS ZONAS		
i) <u>RIO TENO</u>		
ZONA	CANALES RIBERA NORTE	CANALES RIBERA SUR
11	San Miguel Maquis Macal	Peñón-Cardonal Maquis Chico Calabozo Socavón
12	Laguna Huemul Sauce Quinta Granero Monterilla Aurora Ventana Avalos	Moreno Chuñuñe Cañada Estero Guaiquillo Estero Quete-Quete
13	Morales A Cerrillos # 15 y # 22 A. Cerda Bajos del Cerrillo Bellavista	Quilvo-Perales Donoso Merino Puente Farías-Rodríguez
14	Comalle-Isla Quilvo P. Monte Alisos Rauco-Morales B Melosas Estero Teno-Chavelo Estero Tilicura Muñoces Compuertas de Teno	Guindos # 1 y # 2 Quete-Quete Maitenal # 1 y # 2 Leyton Estero Quete-Quete Boldos Manzanos Potrerillos - Ramírez
ii) <u>RIO LONTUE</u>		
15	Opacino Potrero Grande	Yacal

ZONA	CANALES RIBERA NORTE	CANALES RIBERA SUR
16	Ramírez Martínez Comunero Florida Viejo Los Niches Peumo Nuevo Los Niches González - Rana Huañuñe La Obra Arriba, del Medio y Abajo.	Buena Fé Nuevo de Urzúa Buena Paz Valdés Carrera Buena Unión-Pelarco Ramírez y Rinconada Cáceres Lazo Patagua Río Seco Arriba y Abajo Aránguiz y Poble Pirhuin Trapiche Bajo Estero Pichuco Estero Carretón Canal Quillayes
iii) <u>RIO MATAQUITO</u>		
17	Todos los canales de las Tablas 3.5 y 3.6	
18	Estero Curepto	

TABLA 5.2

RESUMEN DE AREAS CORRESPONDIENTES A CADA ZONA, CONSIDERANDO EL AREA TOTAL BAJO CANAL Y ESTEROS QUE NACEN DE DERRAMES SUPERFICIALES Y RECUPERACION DE LA NAPA SUBTERRANEA.

ZONA	AREA NORTE (há)	AREA SUR (há)	TOTAL (há)
Teno			
11	3.557	3.320	6.877
12	15.570	7.947	23.517
13	3.593	2.665	6.258
14	<u>7.957</u>	<u>4.564</u>	<u>12.521</u>
	30.677	18.496	49.173
Lontué			
15	648	751	1.399
16	<u>11.200</u>	<u>25.942</u>	<u>37.142</u>
	11.848	26.693	38.541
Mataquito			
17	6.956	4.226	11.182
18	<u>-</u>	<u>-</u>	<u>2.488</u>
	6.956	4.226	13.670

TABLA 5.3

RESUMEN DE AREAS Y ACCIONES DE CADA ZONA

ZONA	ACCIONES	%	AREA (há)	%
Teno				
11	3.479.7	13.5	6.877	14.0
12	1.910.2	53.8	23.517	47.8
13	449.0	12.7	6.258	12.7
14	<u>710.1</u>	20.0	<u>12.521</u>	25.5
	6.549,0		49.173	
Lontué				
15	3.75 (1)	4.1 (1)	1.399	3.6
16	<u>86.54 (1)</u>	95.9 (1)	<u>37.141</u>	96.4
	90,29		38.541	
Mataquito				
17			11.182	
18			<u>2.488</u>	
			13.670	

(1) Excluyendo los derechos de Río Claro.

TABLA 5.4

RESUMEN DE AREAS QUE SE ABASTECEN CON RECURSOS SUB-TERRANEOS Y QUE SE CONSIDERAN SIEMPRE BIEN REGADOS :
ZONAS A₂

	NORTE (há)	SUR (há)	TOTAL (há)
Teno			
11	0.0	0.0	0.0
12	0.0	1.058.0	1.058.0
13	0.0	0.0	0.0
14	1.487.0	2.470.0	<u>3.957.0</u>
			5.015.0
Lontué			
15	0.0	0.0	0.0
16	1.165.0	10.502.0	<u>11.667.0</u>
			11.667.0
Mataquito			
17	0.0	0.0	0.0
18	0.0	0.0	<u>0.0</u>
			0.0

5.3 DETERMINACION DEL AREA DE RIEGO

5.3.1 Antecedentes

Un método general de evaluación de áreas regadas por un sistema de canales en una cuenca definida, se base en conocer los recursos disponibles para la zona, el uso consumo de los cultivos considerados, la eficiencia global de riego y el porcentaje de derrames superficiales aprovechables.

Con estas variables es posible obtener una situación de riego para un determinado período. Existirían, en principio, tres métodos generales para abordar el problema.

- i) Por cuencas: es posible siempre que se conozcan los caudales de salida de la cuenca que permitan evaluar los parámetros no conocidos como eficiencia global y derrames reaprovechables.

Este método presenta el inconveniente de la localización de las zonas de déficit ya que es posible, dentro de un área extensa que existan algunos puntos con exceso y otros deficitarios, lo que en un análisis global podría no aparecer, pudiendo existir cuencas que tengan recursos suficientes pero mala distribución interna. Entonces el método solo permite conocer en primera aproximación el comportamiento de la cuenca como un todo y no como un sistema de distribución.

Las conclusiones que se obtengan serán generales y deben ser presentadas con esa salvedad.

- ii) Por Zonas: consiste en disminuir la unidad de análisis anterior para evitar las posibles conclusiones erradas que el método por cuencas pueda tener.

La efectividad de este método depende fundamentalmente del tipo y tamaño de zona que se elija. Con el objeto de unir zonas para su comprobación posterior con el recurso utilizado, el conocimiento de la influencia de una zona sobre otra, es básico. En la medida que las zonas sean mejor definidas y se pueda hacer una evaluación experimental de su eficiencia

cia, recursos reaprovechables e influencia en otras zonas, tendrá menos relevancia el hecho de no conocer los caudales de salida. El resultado final dependerá de la exactitud con que se hayan evaluado estos parámetros en cada zona; pero, permite un mayor conocimiento de la localización y extensión de las áreas deficitarias o con exceso de recursos, lo que da una idea más explícita del sistema logrando el planteamiento de soluciones más aproximadas.

- iii) Por canales: para su aplicación se debe conocer el funcionamiento del riego a nivel de canal y evaluar las relaciones entre el área dominada por cada uno, lo que permite conclusiones sobre la situación actual de riego que luego se resume en cuadros que dan los resultados por zonas y por cuencas, se podría realizar una evaluación a nivel predial, conociendo el sistema de repartición de aguas en base a los marcos partidores, pero eso significa conclusiones sobre mejoramiento de predios que escapa del estudio de prefactibilidad.

El método permite localizar con exactitud las zonas deficitarias y entrega resultados sobre la distribución del recurso. Esto permite dar soluciones inmediatas a nivel de canal ya sea de redistribución de acciones, embalses nocturnos, aumento de capacidades de conducción unificación de bocatomas, etc. El mayor volúmen de trabajo que el análisis por canales requiere es fácilmente solucionable por un programa de computación de rápido proceso que permita analizar la sensibilidad al cambio de ciertos parámetros como tasas de riego, caudales de entrada, área bajo canal u otros.

5.3.2 Descripción del modelo.

5.3.2.1 Teoría

No existen estaciones de aforo que permitan conocer los caudales de salida de cada cuenca lo que descarta las alternativas i), ii). Aunque el aforo es el punto de comprobación para cualquier método que se adopte, la imposibilidad señalada de efectuar u-

na comprobación obliga a un estudio más detallado canal por canal, para estimar los derrames probables y las diferentes direcciones en que escurren.

Para el funcionamiento del modelo se necesita:

- Conocer la red de canales con sus áreas de riego
- Conocer el sistema de distribución en los canales, que se supone proporcional a sus derechos respectivos.
- Conocer el gasto medio mensual para la probabilidad que interesa.
- Conocer la evapotranspiración mensual de la rotación de cultivos en el área dominada por el canal.
- Estimar la eficiencia de riego predial y el porcentaje o magnitud de derrames reaprovechables como agua superficial.

El método del proceso y cálculo sigue el siguiente plan:

- Se calcula el agua entrante al área de cada canal, que es función del gasto del río y de las acciones que el canal posee. Este caudal está limitado por la capacidad máxima del canal cuyo valor se ha obtenido anteriormente.
- Se calcula el agua necesaria por canal para satisfacer la demanda incluyendo eficiencia predial y porcentaje de derrames.
- Se comparan ambos valores: si hay déficit éste se evalúa en hectáreas no regadas mensualmente y en volúmen déficit. Si hay sobrante, se evalúan considerándose que influyen sobre el área del canal aguas abajo.

Para realizar este proceso es necesario determinar el tiempo de aprovechamiento de las aguas. En efecto, si no existen embalses de noche, parte del agua se pierde en el área y va a incrementar las aguas que son utilizadas por un canal más bajo. Esto se resume en que el riego no se realiza durante las 24 horas, sino que disminuye el tiempo de utilización, dependiendo en la capacidad de regulación que el canal posea.

Se procesa el modelo para caudales medios mensuales de distinta probabilidad de excedencia, dándose por sentado que la distribución del caudal del río se hace en proporción a los derechos de cada canal, lo que ha sido comprobado en estudios anteriores salvo en el caso de exceso de agua o de canales excesivamente pequeños. Las tasas de riego se calculan en función de las rotaciones establecidas en la encuesta, las necesidades de evapotranspiración y eficiencia de riego predial media.

Se calcula para cada canal la superficie posible de regar, aumentada por utilización de los derrames y, cuando el sector del canal queda totalmente abastecido en algún mes de la temporada, se evalúan los sobrantes que escurren y pueden ser aprovechadas por otro canal.

El modelo permite analizar la situación para distintos tiempos de aprovechamiento o capacidades de regulación, lo que es utilizado para conocer situaciones futuras.

5.3.2.2. Aplicación del Modelo a la Cuenca del río Mataquito.

Dentro de la cuenca del río Mataquito, el modelo se aplica en forma independiente para el río Teno y el río Lontué, ambos subdivididos en zonas Norte y Sur respectivamente. Estos dos ríos poseen la particularidad de que su estadística se conoce por las estaciones de aforo de Los Queñes y de la Junta de los ríos Palos y Colorado, teniéndose referencias suficiente para los análisis probabilísticos de caudales. Ambos ríos adolecen de estaciones de aforo en la salida de sus zonas de riego y, en el sector bajo, cerca de su desembocadura, poseen extensas zonas de recuperación de agua subterránea, producto del estrecho Valle donde se inicia el río Mataquito.

Así se obtiene la situación actual para ambas cuencas que comprenden 90 % del área de riego total del proyecto. Para el análisis del riego en los valles laterales y terrazas aluviales del río Mataquito resulta imposible la aplicación del modelo, primero por no existir una estadística de caudales históricos y segundo, por no conocerse el sistema interno de distribución de las aguas.

Para la evaluación de los caudales disponibles en el río Mataquito, se debe recurrir a estudios de aguas subterráneas recuperables en el lecho (Ver Tomos F - Hidrología y G - Hidrogeología) en conjunto con el área bajo canal y tasas de riego media.

La unión de estos dos métodos cubre el área total bajo canal de la cuenca del río Mataquito, que corresponde a la situación actual de riego requerida.

5.3.3 Información necesaria e hipótesis utilizadas.

5.3.3.1 Características del riego.

Para los propósitos de este estudio y su posterior comprobación con los resultados obtenidos de la situación actual, se ha partido de ciertas suposiciones que corresponden a los métodos de riego usados normalmente en la zona. Si se dice que existe un tiempo de utilización de agua total durante las 24 horas del día ya que se cuenta con embalses de noche la eficiencia de riego a nivel predial es del orden de 50 %, produciéndose derrames aprovechables en el mismo sector, si su superficie lo permite o, en otro, si ésta es reducida, lo que eleva la eficiencia a valores superiores al 60 %.

El saldo no utilizado corresponde a infiltración en la conducción y el riego y a derrames que escurren fuera de las horas de aprovechamiento. La infiltración produce recuperaciones parciales en desagues y esteros, que pueden volver a ser utilizados.

Al considerar zonas extensas, el aprovechamiento de derrames y recuperaciones aumenta y aunque la eficiencia predial siempre sea de un 50 % puede alcanzar un 70 % a nivel de zona.

Cuando no existen embalses de noche, el problema se complica y es necesario estimar el aprovechamiento efectivo.

Considerando un riego diurno mínimo de 10 ho -

ras en años 50 % y 85 %, y estimando que las posturas de noche no pueden tener un aprovechamiento efectivo mayor de 4 horas, se ha adoptado un período de utilización de 14 horas al día. En este período también corresponde una eficiencia predial de 50 %, pero las tasas de riego deben incrementarse en $24/14=1.715$ veces.

Aclarado lo anterior, si por ejemplo el uso-consumo es de 0.50 lt/seg/há la tasa de riego con aprovechamiento de 24 horas será de 1.0 lt/seg/há y para 14 horas será de 1.71 lt/seg/há., lo que reduce la eficiencia a nivel predial a 30 % ya que se pierde el agua de 10 horas aunque ésta puede aprovecharse a nivel de zona.

Se ha considerado que los derrames que influyen de un área de canal a otro comprenden los sobrantes nocturnos y que los derrames superficiales de riego diurno se utilizan sólo cuando el área en que se produce el derrame está totalmente abastecida.

Estas aguas escurren normalmente hacia otro canal o estero del que se deriva una nueva red de riego aunque su aprovechamiento esté sujeto al posible desfase entre el tiempo de su llegada y el de su utilización adecuada.

La recuperación de los derrames depende de la topografía del área, de los desagües y esteros que los riegan y de la superficie regable en la parte baja del área estudiada.

Así se conforma un sistema de riego bastante intrincado que a pesar de su complejidad se encuentra en funcionamiento y ha permitido abastecer durante años una extensa zona de riego.

5.3.3.2 Caudales Disponibles.

Para la definición de la situación actual se ha considerado el caudal medio mensual, correspondiente a una probabilidad de excedencia de 50 y 85 % durante el período de riego.

Se eligen los caudales correspondientes al período de riego y no al año civil o hidrológico por no existir práctica-

mente regulación interanual. Si se considera el caudal medio mensual correspondiente a cualquiera de los años dichos, los valores medios para los meses de Septiembre a Abril son influenciados por los caudales de invierno que nada aportan al riego.

El procedimiento de cálculo, junto con los resultados obtenidos se acompañan en la Tabla 5.5.

TABLA 5.5

CAUDALES DISPONIBLES

Análisis Hidrológico Río Teno

Caudal medio período de riego de 85% de probabilidad: 37.69 m³/seg.

Caudal medio período de riego de 50% de probabilidad: 55.69 m³/seg.

Distribución mensual en base a media de distribuciones para años comprendidos entre 80 y 90% de probabilidad.

		Sept	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.
Q(m ³ /seg)	85%	39.37	52.66	62.27	52.40	35.84	23.48	20.35	15.15
	50%	60.30	68.44	89.93	92.25	54.75	34.54	25.87	19.44

Análisis Hidrológico Río Lontué

Caudal medio período de riego de 85% de probabilidad: 56.09 m³/seg.

Caudal medio período de riego de 50% de probabilidad: 78.72 m³/seg.

Distribución mensual en base a media de distribuciones para años comprendidos entre 80 y 90% de probabilidad.

		Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.
Q(m ³ /seg)	85%	50.96	81.41	109.71	81.38	44.65	25.20	25.79	29.59
	50%	70.36	85.16	139.95	139.89	78.01	48.79	35.33	32.27

5.3.3.3 Tasa de Riego.

La tasa de riego, determinada en el Informe de Agronomía (Tomo D) se ha calculado a partir de las rotaciones actuales en los valles de los ríos Teno y Lontué. Se considera un consumo extra sobre el consumo de los cultivos debido a la preparación de terrenos en Septiembre y Octubre.

Por la existencia de distintas rotaciones se obtienen valores ligeramente diferentes de evapotranspiración para Teno y Lontué. Con el objeto de prevenir posibles cambios en las rotaciones se elige el máximo mensual entre la tasa de riego que corresponde a cada cuenca.

El detalle y porcentaje de rotaciones, como el valor final de la tasa de riego mensual se acompaña en las tablas 5.6 y 5.7.

5.3.3.4 Eficiencia de riego predial, derrames superficiales e infiltración durante el riego.

El estudio con su extenso análisis se describe en el capítulo 4 de este Tomo.

5.3.3.5 Esquema de Derrames Superficiales.

El proceso de análisis por canales supone conocer la magnitud y la dirección de los derrames superficiales que se producen durante el riego. Estos fueron estimados estudiando la red de drenaje natural y la red de canales secundarios presentada en los mosaicos 1:20.000 de IREN.

El método consistió en tomar como unidad productora de derrames el área dominada por la red de un canal principal y evaluar el perímetro de drenaje que ésta tenía entendiéndose por éste, la longitud de los bordes del área por la cual se producen escurrimientos fuera de la zona dominada por el canal. También se indica el porcentaje de los derrames aportados al canal inferior.

TABLA 5.6

CULTIVOS, ROTACIONES Y CONSUMO MENSUAL PARA LA DETERMINACION DE LA TASA DE RIEGO.

CULTIVO	% ROTACION	TENOR (M ³ /há)							
		S	O	N	D	E	F	M	A
Cereal	13.3	50.7	95.6	146.0	80.5	23.9			
Maíz	7.9	--	10.1	49.9	150.2	162.8	94.8	44.6	
Poroto	9.1	--	11.6	34.3	91.2	17.3	79.1	15.3	
Papa	1.7	--	8.0	19.2	30.3	30.6	22.2	14.4	
Remolacha	6.3	12.2	32.3	71.2	114.3	115.5	91.2	63.9	
Otros	6.5	--	83.2	40.8	101.1	122.3	75.3	29.3	
Frutales	4.5	12.4	28.9	56.2	85.5	88.7	71.7	43.2	
Viñas	6.9	17.1	35.5	60.7	83.5	86.7	64.6	38.9	
Pastos (x)	43.8	241.8	311.0	473.0	650.9	675.0	545.3	420.0	
Evapot. Mensual (m ³ /mes/há)		334.2	616.2	951.3	1.387.5	1.322.8	1.044.2	669.6	
Evapot. (lts/seg/há)		0,129	0,238	0,367	0,535	0,510	0,403	0,258	
Tasa (lts/seg/há) 50% eficien.		0,258	0,476	0,734	1,070	1,020	0,806	0,516	
Riego preparación terreno		0,080	0,09					0,15	
Tasa de riego (lts/seg/há)		0,34	0,56	0,73	1,07	1,02	0,81	0,15	

(x) Pastos : Alfalfa

TABLA 5.7

CULTIVOS, ROTACIONES Y CONSUMO MENSUAL PARA LA DETERMINACION DE LA TASA DE RIEGO

CULTIVO	% ROTACION	<u>LONTUE</u> (M3/Há)							
		S	O	N	D	E	F	M	A
Cereal	8.9	33.9	64.0	97.8	53.8				
Maíz	8.8		11.3	55.3	167.3	181.4	109.6	49.6	
Poroto	7.4		9.5	27.9	74.1	139.3	64.3	12.4	
Papa	1.7		8.0	19.2	30.3	30.6	22.2	14.4	
Remolacha	9.1	17.6	46.7	102.8	165.1	166.9	131.8	92.4	
Otros	5.0		6.4	31.4	77.8	74.1	57.9	22.6	
Frutales	7.2	19.9	46.2	90.4	136.9	141.9	114.7	65.0	
Viñas	28.4	70.4	146.0	249.6	343.6	356.7	265.8	161.3	
Pastos	23.5	129.7	166.9	253.8	349.2	362.1	292.6	225.4	
Evaptr. Mensual(m ³ /mes/há)		271.5	505.0	928.2	1.398.1	1.453.0	1.058.9	643.1	
Evaptr. (Lts/seg/há)		0.105	0.195	0.358	0.539	0.561	0.409	0.248	
Tasa de riego(Lts/seg/há)									
50 % eficiencia		0.21	0.39	0.72	1.08	1.12	0.82	0.50	
Riego preparación terreno		0.06	0.07						0.15
Tasa de riego(Lts/seg/há)		0.27	0.46	0.72	1.08	1.12	0.82	0.50	0.15
Tasa de riego considerada para el estudio(Lts/seg/há)		0.34	0.56	0.90	1.08	1.12	0.82	0.52	0.15
(m ³ /há)		881.3	1.500.0	2.332.8	2.892.7	3.000.0	1.983.7	1.392.8	388.0

La relación entre el perímetro de drenaje total y el perímetro de contacto con el área de un canal inferior, determina que porcentaje de los derrames producidos por el canal estudiado, son recibidos por el canal de aguas abajo.

Estos porcentajes son alterados, algunas veces, por la existencia de cauces naturales importantes o de densidades altas de canales secundarios que drenan gran parte de caudal escurrido por un sector pequeño.

Todas estas consideraciones se hicieron para obtener una red de derrames a nivel de canal. Esta red se presenta en las Figuras 5.2 a la 5.5. Cada círculo corresponde a un canal y las flechas indican dirección de influencia, mostrando porcentualmente que canal o área perteneciente a ese canal recibe los derrames.

ESQUEMA PORCENTUAL DE DERRAMES

TENO NORTE

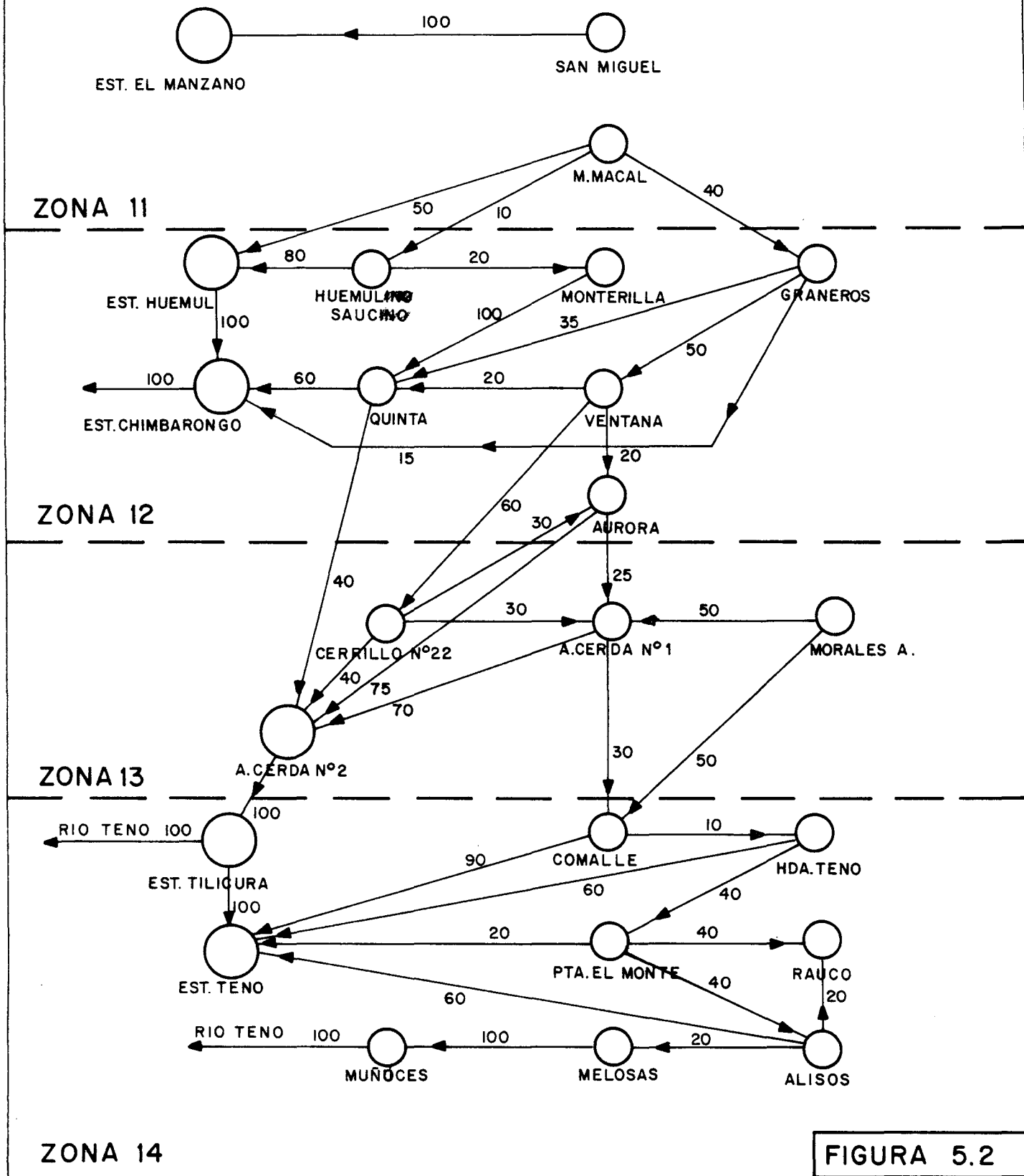


FIGURA 5.2

ESQUEMA PORCENTUAL DE DERRAMES TENÓ SUR

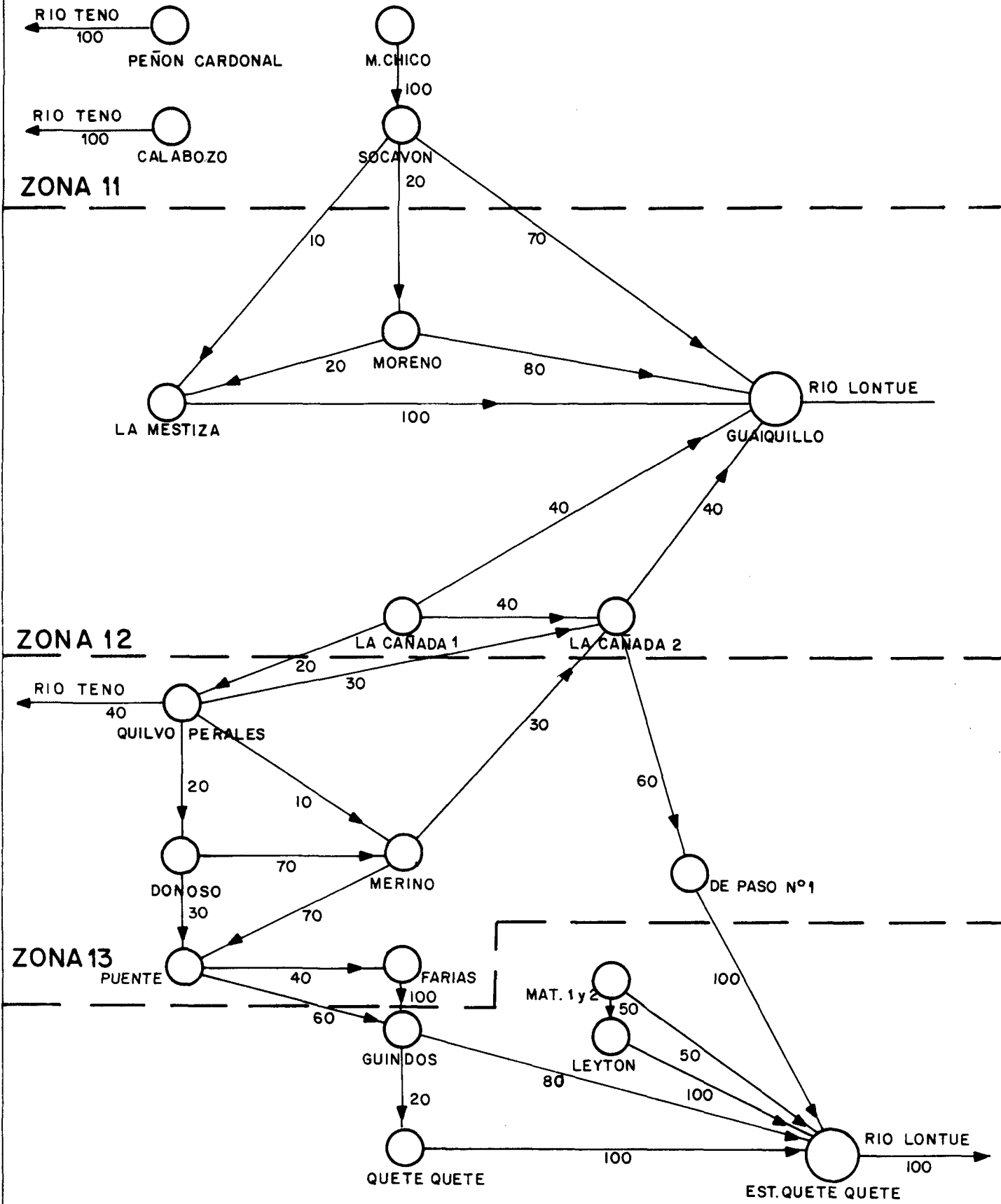
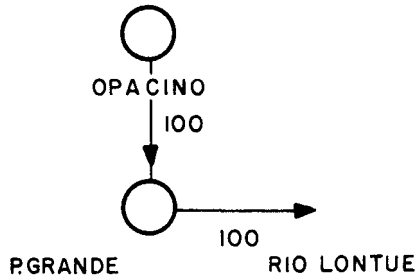


FIGURA 5.3

ESQUEMA PORCENTUAL DE DERRAMES

LONTUE NORTE

ZONA 15



ZONA 16

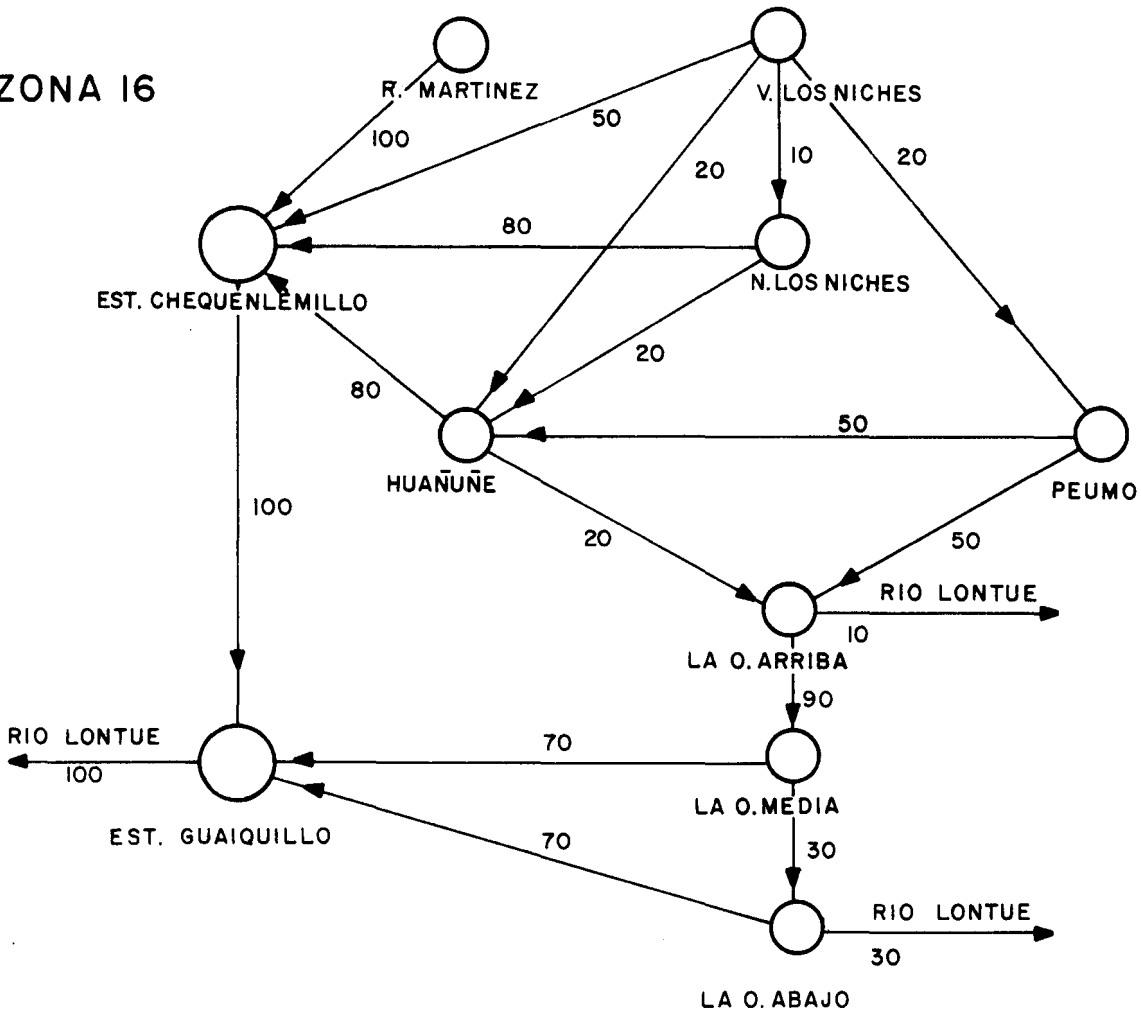
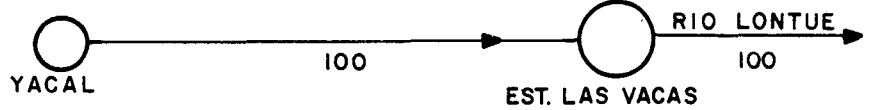


FIGURA 5.4

ESQUEMA PORCENTUAL DE DERRAMES

LONTUE SUR



ZONA 15

ZONA 16

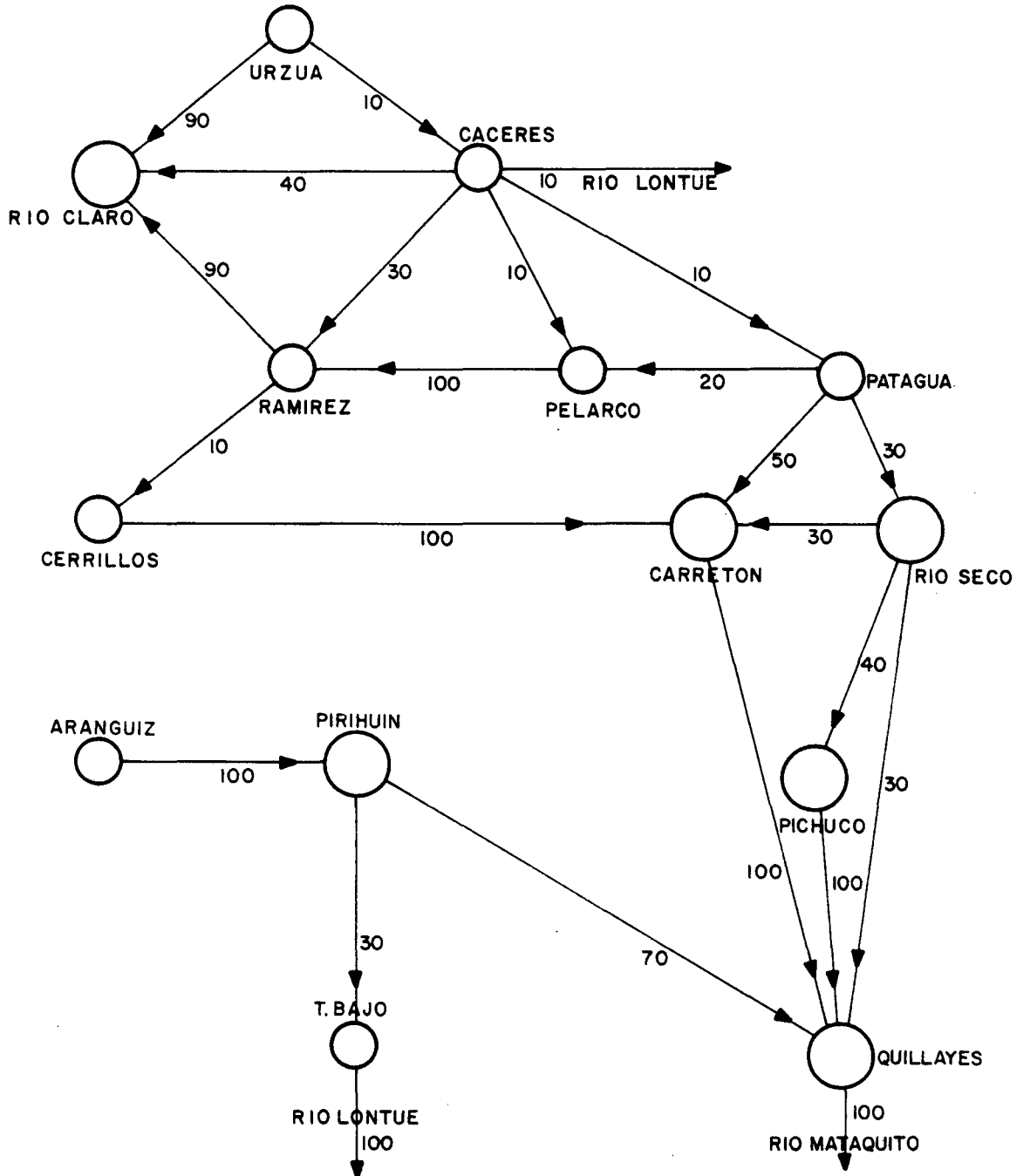


FIGURA 5.5

5.3.4 Limitaciones del Modelo de Análisis por Canales.

Las principales limitantes del modelo son:

- i) No considera la precipitación mensual durante el período de riego.
- ii) No considera el aprovechamiento de agua subterránea proveniente de pozos o de afloramientos de la napa.
- iii) El suponer 50 % de eficiencia predial y 14 horas de aprovechamiento representa una media aceptada para los métodos de riego tradicionales. Pero, es necesario advertir que este valor es una estimación de la realidad ya que la eficiencia no es una constante, sino que depende del mes de riego, de la disponibilidad de agua, del tipo de cultivo, del manejo humano y otros parámetros difíciles de evaluar.
Las cifras consideradas corresponden a las que se producen en el mes de máximo consumo.
- iv) El destino de los derrames superficiales entre canales a pesar de haber sido hecho considerando la topografía y red de drenaje, posee, intrínsecamente, un porcentaje de aproximación.
- v) El caudal tomado por los canales es proporcional al medido en la estación de aforo y no considera posibles pérdidas o recuperaciones en el lecho del río, a través de su recorrido.

Desde el punto de vista práctico, la mayor parte de las limitaciones señaladas pueden superarse. La precipitación durante el período de riego y, sobre todo, en los meses de Enero y Febrero es normalmente de poca importancia, no sobrepasa los 10 mm en un año 85 %.

En cuanto al aprovechamiento de las aguas subterráneas se han identificado los sectores donde la napa freática es alta o donde existe actualmente utilización de agua subterránea. En estas áreas a pesar que el modelo puede acusar déficit se conside-

ra un aprovechamiento subterráneo mínimo para suplir el déficit ya que se sabe por medio de las encuestas que esos sectores siempre poseen agua para satisfacer sus necesidades.

Para los valores de eficiencia predial y horas de aprovechamiento los valores tomados corresponden a la media conocida y a un criterio general aceptado, no existiendo razones teóricas más profundas para su justificación.

Por último, las recuperaciones en los lechos de los ríos se producen en zonas de necesidades satisfechas, por lo que no inciden en el balance tierra regada versus agua disponible.

5.3.5 Interrelación entre el Modelo de Análisis por Canales y el Modelo de Operación General de la cuenca.

5.3.5.1 Antecedentes

El modelo de operación general de la cuenca del río Mataquito, evalúa el comportamiento hidráulico de distintas alternativas de desarrollo, utilizando como unidad de análisis las zonas ya descritas. El modelo procesa la información por zonas, lo que se traduce en ciertas desventajas. Pero, como se evalúa las respuestas de la cuenca, para series históricas, resultaría poco práctico desde el punto de vista de la simulación del modelo, analizar las situaciones más en detalle.

Es por esto que ambos modelos se relacionan, puesto que al no existir aforos en la cuenca para evaluar los derrames por zonas, éstos deben obtenerse a partir del modelo de operación, por canales.

5.3.5.2 Esquema de derrames por zonas.

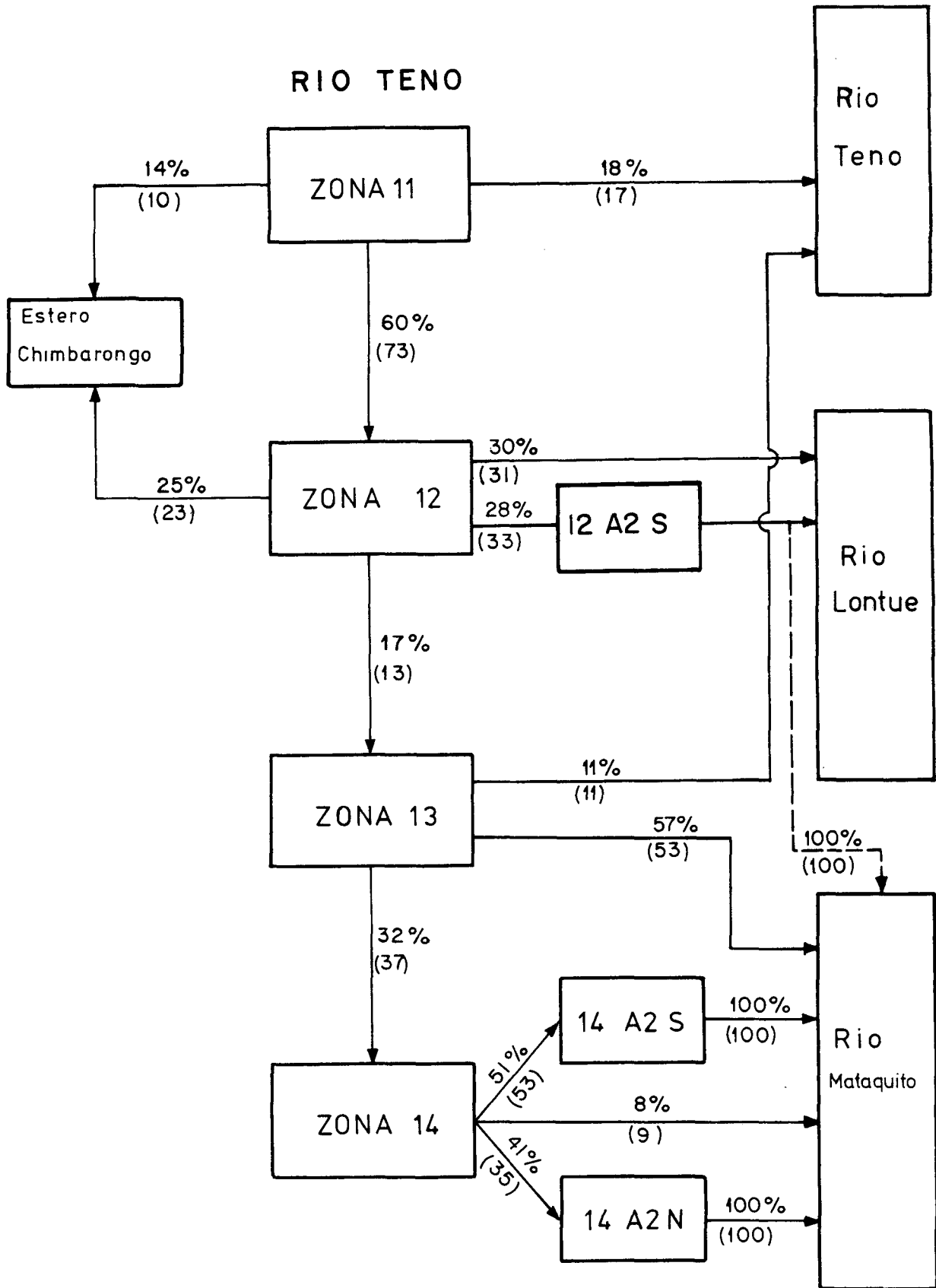
Como ya se ha definido, el esquema de derrames para los canales y, para cada zona, está formado por la agrupación de

un cierto número de canales con características físicas e hidráulicas similares. El esquema de influencia de derrames para las zonas se obtiene por resumen del esquema de canales.

Este resumen solo considera las direcciones de escurrimiento de los flujos y, para obtener sus magnitudes es necesario calcular el agua entrante a la zona por los canales y derrames de riego de sectores superiores y, el consumo por evapotranspiración.

El modelo de análisis por canales realiza este cálculo para caudales de 20, 50 y 85 % de probabilidad de excedencia. Se tiene así un conjunto de valores de derrames para un amplio rango de caudales posibles de utilizarse. Estas cifras son procesadas por el modelo de operación general de la cuenca, para las distintas series históricas con que se estudian las alternativas de desarrollo. El esquema de direcciones de derrames, por zonas, se presenta en las Figuras 5.6 y 5.7.

ESQUEMA DISTRIBUCION DE DERRAMES



% = Situacion 14 hrs. Año 85%

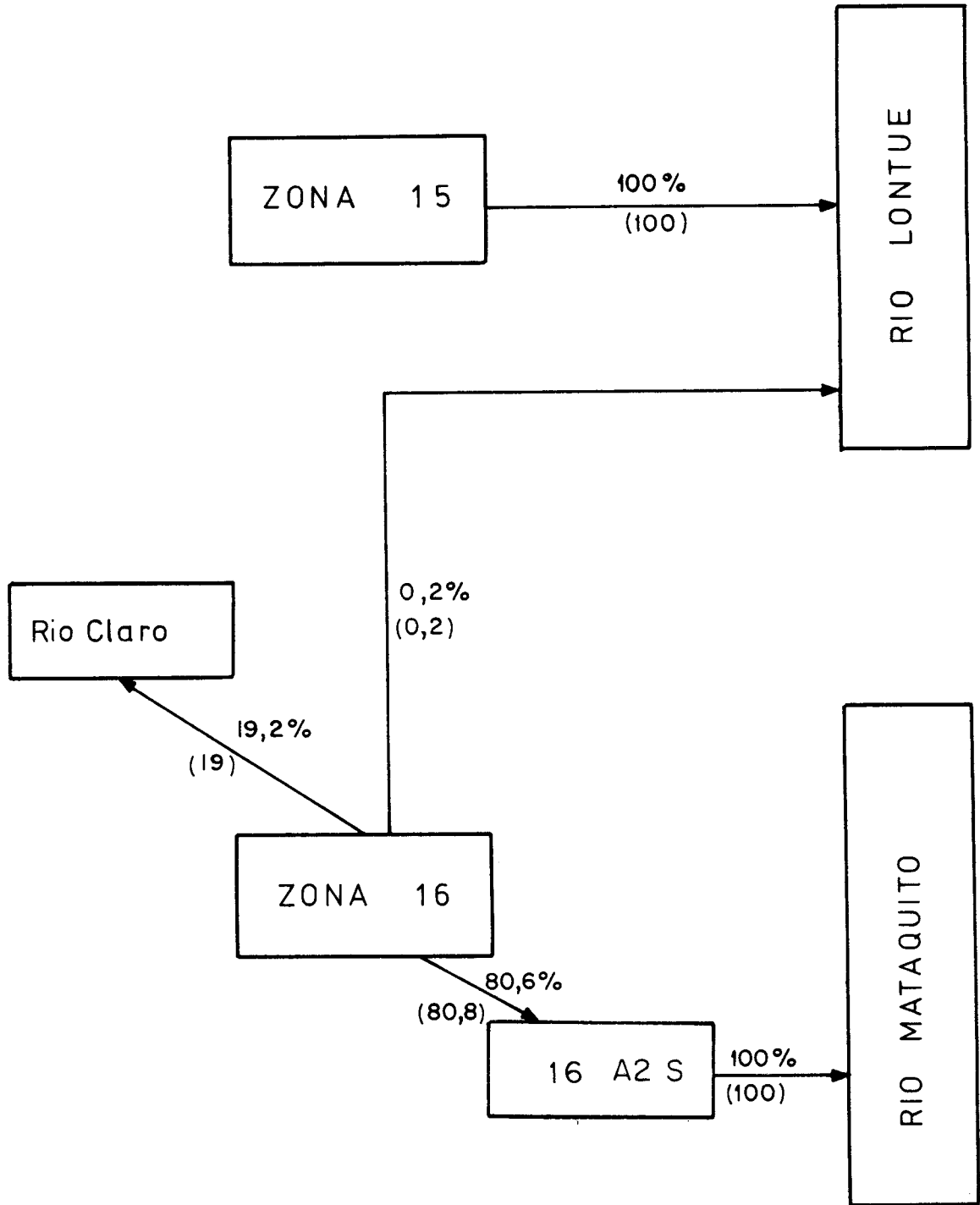
() = " 24 " " " "

----- = No aprovechados en RIO LONTUE y disponibles en RIO MATAQUITO

FIGURA 5.6

ESQUEMA DISTRIBUCION DE DERRAMES

RIO LONTUE



% = Situación 14 hrs. Año 85%
() = " 24 " " " "

FIGURA 5.7

5.4 RESULTADOS

5.4.1 Generalidades.

El área regada y el volumen del déficit que es necesario suplir para mejorar el regadío total de los ríos Teno y Lontué, se evaluó en base a los resultados que entrega el modelo de operación por canales, efectuando las correcciones del caso para superar sus limitaciones de operación.

Ambos conjuntos de resultados se presentan en forma resumida, en tablas que entregan la situación por cada zona y su agrupación final para el total del río (Ver Tablas 5.8 a 5.13)

El proceso se realizó para caudales de 50 y 85 %, de probabilidad de excedencia lo que permite tener una visión general comparativa de las variaciones del área regada con cierto caudal medio probable en el río.

En cuando al área regada por el río Mataquito se realizó una evaluación general, ya que los caudales existentes para los años analizados, son suficientes para satisfacer la demanda de todo el sector, lo que también fué comprobado por la información obtenida en terreno.

5.4.2 Descripción y consideraciones generales.

5.4.2.1 Teno Norte.

La zona norte del río Teno, posee un área de 30,477 hectáreas, de las cuales 28.622 son dominadas por canales que toman sus aguas, con derechos controlados desde el río. De las 2.055 hás. restantes, 568 se encuentran bajo los canales Laguna Avalos, Bajos del Cerrillo, Cerrillo N° 22 y Bellavista que corresponden a pequeños

TABLA 5.8

TENOS	RESUMEN DE SUPERFICIES REGADAS (hectáreas)							Caudal	85%
	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Mar.	Horas de Riego	14
ZONA	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Mar.	Abr.	Total
11 Norte A ₁	3557	3557	2868	2011	1327	1187	1622	3557	3557
11 Sur A ₁	3320	3320	3318	3212	2132	1908	2607	3320	3320
12 Norte A ₁	15570	15570	15234	12886	8591	7706	10466	15570	15570
12 Sur A ₁	6889	6889	6889	6886	6279	6088	6563	6889	6889
12 Sur A ₂	1058	1058	1058	1058	1058	1058	1058	1058	1058
13 Norte A ₁	3593	3593	3541	3424	2942	2729	3370	3593	3593
13 Sur A ₁	2665	2665	2665	2665	2366	2156	2665	2665	2665
14 Norte A ₁	6470	6470	6470	5579	3835	3436	4652	6470	6470
14 Norte A ₂	1487	1487	1487	1487	1487	1487	1487	1487	1487
14 Sur A ₁	2094	2094	2094	2094	1944	1763	2094	2094	2094
14 Sur A ₂	2470	2470	2470	2470	2470	2470	2470	2470	2470
Area Regada	49173	49173	48094	43772	34431	31988	39054	49173	49173
% Regado	100%	100%	97.8%	89.0 %	70%	65%	79.4%	100%	

TABLA 5.9

LONTUE		<u>RESUMEN DE SUPERFICIES REGADAS</u>								Caudal
		(hectáreas)								85%
										Horas de riego
										14
ZONA		Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Mar.	Abr.	Total
15 Sur	A ₁	751	751	751	751	649	501	751	751	751
15 Norte	A ₁	648	648	648	544	288	222	358	648	648
16 Sur	A ₁	15440	15440	15440	15228	14067	13119	14961	15440	15440
16 Sur	A ₂	10502	10502	10502	10502	10502	10502	10502	10502	10502
16 Norte	A ₁	10035	10035	10035	9732	8593	7990	9078	10035	10035
16 Norte	A ₂	1165	1165	1165	1165	1165	1165	1165	1165	1165
Area de Riego		38541	38541	38541	37922	35264	33499	36815	38541	38541
% Regado		100%	100%	100%	98.4%	91.5%	86.9%	95.5%	100%	

TABLA 5.10

TENOS ZONA	RESUMEN DE SUPERFICIES REGADAS (hectáreas)							Caudal Horas c Ab.	50% iego 14 Total
	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Mar.		
11 Norte A ₁	3557	3557	3557	3188	2026	1746	2062	3557	3557
11 Sur A ₁	3320	3320	3320	3320	3213	2807	3222	3320	3320
12 Norte A ₁	15570	15570	15570	15570	12979	11248	13131	15570	15570
12 Sur A ₁	6889	6889	6889	6889	6889	6665	6889	6889	6889
12 Sur A ₂	1058	1058	1058	1058	1058	1058	1058	1058	1058
13 Norte A ₁	3593	3593	3593	3593	3426	3387	3431	3593	3593
13 Sur A ₁	2665	2665	2665	2665	2665	2665	2665	2665	2665
14 Norte A ₁	6470	6470	6470	6297	5610	4988	5685	6470	6470
14 Norte A ₂	1487	1487	1487	1487	1487	1487	1487	1487	1487
14 Sur A ₁	2094	2094	2094	2094	2094	2094	2094	2094	2094
14 Sur A ₂	2470	2470	2470	2470	2470	2470	2470	2470	2470
Area Regada	49173	49173	49173	48631	43917	40615	44194	49173	49173
% Regado	100%	100%	100%	99%	89.3%	82.6%	89.9%	100%	100%

TABLA 5.11

LONTUE	<u>RESUMEN DE SUPERFICIES REGADAS</u> (hectáreas)								Caudal 50% Horas de Riego 14
ZONA	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	En.	Feb.	Mar.	Ab.	Total
15 Norte A ₁	648	648	648	648	502	429	490	648	648
15 Sur A ₁	751	751	751	751	751	751	751	751	751
16 Sur A ₁	15440	15440	15440	15440	15176	15084	15188	15440	15440
16 Sur A ₂	10502	10502	10502	10502	10502	10502	10502	10502	10502
16 Norte A ₁	10035	10035	10035	10035	9583	9427	9733	10035	10035
16 Norte A ₂	1165	1165	1165	1165	1165	1165	1165	1165	1165
Area Regada	38541	38541	38541	38541	37679	37358	37829	38541	38541
% Regada	100%	100%	100%	100%	97.8%	97.0%	98.2%	100%	

TABLA 5.12

<u>TENO</u>	<u>VOLUMEN DE DEFICIT EN MILES M3.</u>									Caudal 85%
										Horas de riego 14
<u>ZONA</u>	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	Enero	Feb.	Mar.	Abr.	Total	
11 Norte	0.0	33.07	2.119,25	5.706,13	8.538,78	6.642,66	3.438,77	0.0	26.478,66	
11 Sur	0.0	0.0	6,36	402,87	4.364,29	3.811,91	1.197,41	0.0	9.782,84	
12 Norte	0.0	0.0	983,93	8.151,68	22.148,68	18.295,18	7.548,78	0.0	57.128,25	
12 Sur	0.0	0.0	0.0	11,92	1.932,66	1.779,79	518,50	0.0	4.242,87	
13 Norte	0.0	0.0	148,73	582,50	938,90	737,36	368,77	0.0	2.776,26	
13 Sur	0.0	0.0	0.0	0.0	1.041,95	1.297,53	0.0	0.0	2.339,48	
14 Norte	0.0	0.0	0.0	3.142,56	9.298,86	7.809,14	3.013,67	0.0	23.264,23	
14 Sur	0.0	0.0	0.0	0.0	567,15	854,57	0.0	0.0	1.421,72	
Tot. mensual	0.0	33.07	3.258,27	17.997,66	48.831,27	41.228,14	16.085,90	0.0	127.434,31	
<u>LONTUE</u>										
15 Norte	0.0	0.0	0.0	432,40	1.425,45	1.227,77	537,44	0.0	3.623,06	
15 Sur	0.0	0.0	0.0	0.0	441,66	796,84	0.0	0.0	1.238,50	
16 Norte	0.0	0.0	0.0	1.217,12	6.006,65	6.188,34	1.849,83	0.0	15.261,94	
16 Sur	0.0	0.0	0.0	851,23	5.342,02	6.656,55	926,38	0.0	13.776,18	
Tot. mensual	0.0	0.0	0.0	2.500,75	13.215,78	14.869,50	3.313,65	0.0	33.899,68	

TABLA 5.13

<u>TENO</u>	<u>VOLUMEN DE DEFICIT EN MILES M3.</u>								Caudal 50%
									Horas de Riego 14
<u>ZONA</u>	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Total
11 Norte	0.0	0.0	0.0	1.363.55	5.859.48	5.075.6	2.656.66	0.0	14.955.29
11 Sur	0.0	0.0	0.0	0.0	404.89	1.340.96	173.78	0.0	1.919.63
12 Norte	0.0	0.0	0.0	0.0	8.282.0	10.099.92	3.656.37	0.0	22.038.29
12 Sur	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	561.82	0.0	0.0	561.82
13 Norte	0.0	0.0	0.0	0.0	596.67	537.19	268.87	0.0	1.402.73
13 Sur	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14 Norte	0.0	0.0	0.0	634.39	3.142.09	3.886.26	1.330.22	0.0	8,992.96
14 Sur	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Tot. mensual	0.0	0.0	0.0	1.997.94	18.285.13	21.501.75	8.085.90	0.0	49.870.72
<u>LONTUE</u>									
15 Norte	0.0	0.0	0.0	0.0	605.36	647.85	302.91	0.0	1.556.12
15 Sur	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16 Norte	0.0	0.0	0.0	0.0	1.880.54	1.855.31	583.25	0.0	4.319.10
16 Sur	0.0	0.0	0.0	0.0	1.098.37	1.086.45	486.59	0.0	2.671.41
Tot. mensual	0.0	0.0	0.0	0.0	3.584.27	3.589.61	1.372.75	0.0	8.546.63

canales cuya área de riego se encuentra ubicada en los márgenes del río y que son denominados orilleros; ya que teniendo derechos legales inscritos en el río, toman toda el agua necesaria para satisfacer sus necesidades, suponiéndose, por lo tanto, que están siempre totalmente regados. El otro sector de 1.487 hás. se encuentra dominado por los canales que toman sus aguas en el Estero Teno y en el Estero Tilicura definido como Zona 14 Norte A₂. Ambos cauces se abastecen de derrames superficiales de afloramiento de la napa. Si para cierto año el caudal originado por los derrames no satisface la demanda del sector, la diferencia expresada en volumen déficit mensual y calculada por el modelo, será siempre suplida como mínimo por recursos subterráneos.

El hecho de considerar esta zona totalmente regada se basa en las encuestas de terreno y en la información hidrogeológica que considera ese sector como zona de afloramientos por encontrarse la napa freática entre uno y dos metros bajo el terreno natural.

5.4.2.2. Teno Sur.

La zona sur del río Teno, posee una extensión de 18.496 hás. de las cuales 14.469 son dominadas por canales que toman sus aguas, con derechos legales controlados desde el río. De las otras 4.027 hás 499 se encuentran bajo los canales cuyas bocatomas se encuentran en el Estero El Guaiquillo. Casi la totalidad de sus recursos se basan en derrames superficiales provenientes de los canales La Cañada, Chuñuñe y Moreno. Debido al gran volumen de derrames que producen estos canales, el área abastecida desde el estero, no posee actualmente déficit. Si existiera, este no podría ser satisfecho ya que el estero carece de recursos propios durante el período de riego y, la zona dominada se encuentra en un sector donde no hay posibilidad de obtener recursos desde la napa freática. El otro sector de 3.528 hectáreas, de las cuales 1.058 corresponden a la zona 12 sur A₂ y, 2.470 a la zona 14 sur A₂ se encuentra dominado tanto por los canales que toman sus aguas en el sector de recuperaciones del río, como por aquéllos que la toman en el Estero Quete-Quete. Este último posee recursos de derrames superficia-

les y de recuperaciones subterráneas. Si para cierto año, el volumen de agua proveniente de los derrames no satisface totalmente la demanda del área dominada, la diferencia expresada en volumen déficit se supone abastecida totalmente por recursos subterráneos. Esta suposición se basa al igual que para el Teno Norte en antecedentes incluidos en los informes de Agronomía (Tomo D) y de Hidrogeología (Tomo G).

5.4.2.3 Lontué Norte.

La zona norte del río Lontué, posee una extensión de 11.848 hectáreas de las cuales 10.399 son dominadas por canales que toman sus aguas, con derechos controlados desde el río. De este total, existen 1.165 hectáreas que corresponden a la zona 16 Norte A2 y comprenden parte del área dominada por los canales La Obra Arriba, Media y Baja.

Las bocatomas de estos canales se encuentran en la sección de recuperaciones del río Lontué y dominan un área donde el nivel freático está entre dos y cuatro metros bajo el terreno natural. En el mes de febrero para caudales 85 % de probabilidad de excedencia, el volumen de agua tomando por los canales en base a los derechos que poseen sobre el caudal del río (medido en las estaciones de aforo de los ríos Paños y Colorado) no satisface los requerimientos del área, produciéndose un déficit de 1.165 há. Como se sabe por las encuestas que este sector está siempre totalmente regado, el aporte de la napa subterránea será el que provea de agua a las hectáreas deficitarias durante el mes de febrero. Considerando una tasa de aprovechamiento de 0.65 lt/seg/há, el caudal medio disponible desde la napa será 757 lts/seg. Esta suposición de utilización de recursos subterráneos se apoya, teóricamente, en que el agua superficial o tasa de riego que es preciso aplicar en terrenos con los niveles freáticos indicados disminuye un cierto porcentaje respecto a la tasa estudiada, ya que el cultivo (en su mayoría viñas) posee una profundidad radicular que le permite el aprovechamiento directo desde la napa.

Por otra parte, existen 1.449 hectáreas dominadas por el estero Chequenlemo que no posee derechos legales inscri-

tos en el río y cuyos recursos se originan por los derrames superficiales que los canales Viejo Los Niches, Nuevo Los Niches y Huanñe le aportan. Debido al gran volumen de agua que el estero recibe, el área abastecida por los canales que en él toman sus aguas, no presenta actualmente déficit. En caso que existiera, no podría ser satisfecho ya que el estero carece de recursos propios durante el período y, la zona dominada por los canales que de él se abastecen se encuentra fuera del sector de recuperaciones.

El estero Chequenlemo es afluente del estero El Guaiquillo, cauce de drenaje natural de casi la totalidad del área de riego del Teno sur. Poseen características muy similares en cuanto al riego. Ambas áreas a pesar de ser abastecidas con derrames superficiales no pertenecen a las subzonas A2 definidas en la zonificación del área del proyecto ya que éstas sólo consideran aquellos sectores abastecidos por recursos subterráneos.

5.4.2.4 Lontué Sur.

La zona sur del río Lontué posee una extensión de 26.693 hás. de las cuales 18.264 son dominadas por canales que toman sus aguas, con derechos controlados, en el río. El área restante corresponde a 829 hectáreas ubicadas en el sector regado por los canales que nacen de los esteros Carretón y Pichuco y también por el canal Quillayes. Estos tres últimos no poseen derechos legales inscritos en el río y sus recursos se originan por derrames superficiales provenientes del exceso de agua aplicado a las zonas superiores y por afloramiento de la napa subterránea.

Por otra parte los canales Pataguas, Aranguiz Río Seco, Pirhuin y Trapiche Bajo a pesar de tener derechos legales sobre el río, poseen recursos de aguas subterráneas, ya que el área que riegan se encuentra en el sector donde la napa freática varía entre uno y cuatro metros bajo el terreno natural. Se sabe, por las encuestas, que esta zona se encuentra siempre totalmente regada y como en febrero del año 85 % existen 10.502 hás. deficitarias éstas son abastecidas por la napa subterránea definida como zona 16 sur A2. El gasto medio que la napa debe aportar, con la misma tasa real efectiva de aprovechamiento que en el Lontué Norte, debe ser como mínimo 6.826 lt/seg.

6. DEMANDA DE AGUA POTABLE, INDUSTRIAL Y MINERA.

6.1 DEMANDA DE AGUA POTABLE.

6.1.1 Antecedentes Generales.

La demanda de agua potable en el área de estudio se estimará subdividiendo las localidades de acuerdo a población y categoría y, asignándoles la dotación correspondiente. Para este fin se ha definido 3 grupos :

Grupo I

Incluye localidades consideradas como urbanas en el Censo de 1970 y cuya población era de más de 600 habitantes en esa fecha. Han sido analizadas individualmente y son abastecidas actualmente mediante sistema construido principalmente por D.O.S. (Anexo B - 6.1)

Grupo II

Incluye localidades rurales de más de 200 habitantes y localidades urbanas cuya población fluctuaba entre 200 y 600 habitantes en 1970. Son consideradas como abastecidas principalmente mediante el sistema de abastecimiento de agua potable rural, iniciado por la Oficina de Saneamiento Rural con aportes del BID y que actualmente realiza la Dirección de Obras Sanitarias.

Grupo III

Considera las localidades urbanas o rurales que tenían menos de 200 habitantes en 1970. Se estima que no contarán con este servicio antes del año 2000 y se abastecerán directamente desde las fuentes locales.

6.1.2 Población

La población en 1970 y la proyección de población del área del estudio se distribuyen de la siguiente manera:

	Total Area		Provincia de Colchagua		Provincia de Curicó		Provincia de Talca	
	1970 (hab)	2000 (hab)	1970 (hab)	2000 (hab)	1970 (hab)	2000 (hab)	1970 (hab)	2000 (hab)
Proyección de Población en área de estudio	197.601	276.683	31.775	46.308	148.741	206.639	17.085	23.736
<u>Grupo I</u>								
Proyección de Población de localid. urb. que en 1970 tenían más de 600 habitantes	71.562	141.914	4.302	7.356	64.730	130.363	2.530	4.195
<u>Grupo II</u>								
Proyección de Población urbana con pobl. de entre 200 a 600 hab. y rurales con más de 200 hab.	55.725	59.585	12.147	17.222	37.143	33.724	6.435	8.639
<u>Grupo III</u>								
Proyección de Población de localidades urb. o rurales con menos de 200 hab. en 1970	70.314	75.184	15.326	21.730	46.868	42.552	8.120	10.902

6.1.3 Dotación.

Se ha considerado una dotación actual y futura de 250 lts/habitantes/día para las localidades urbanas de más de 600 habitantes en 1970 (Grupo I). - En esta dotación se incluye el consumo doméstico, industrial, comercial, público y municipal y las pérdidas y derroches.

Para las localidades urbanas con población de entre 200 y 600 habitantes en 1970 y para las rurales de más de 200 habitantes en 1970 (Grupo II) se ha considerado una dotación actual y futura de 120 lts/habitantes/día. Se trata prácticamente de un consumo doméstico y de menor demanda que el urbano; se estima que estas localidades urbanas y rurales serán abastecidas mediante el programa de Agua Potable Rural del Servicio Nacional de Obras Sanitarias, SENDOS.

Las localidades con población inferior a 200 habitantes en 1970 se consideran con una dotación de 60 lts/habitante/día ya que se estima que contarán con un sistema comunitario de abastecimiento, obteniendo su agua directamente de norias, canales y otras fuentes.

6.1.4 Caudales.

Mediante la subdivisión de la población del área en los Grupos I, II y III y su proyección al año 2000 y con la asignación de dotación de acuerdo a categorías, se ha confeccionado el Anexo B - 6.2 "Caudales de Agua Potable para las Localidades del Area - Estimación de Caudales demandados en 1970 y Proyección de la demanda al año 2000". -

De acuerdo al Anexo mencionado se tendría lo siguiente:

	Provinc. de Colchag.	Provinc. de Curicó	Provinc. de Talca	Area del Estudio
<u>Situación año 1970</u>				
Caudal medio(l/s)	39.96	271.44	21.90	333.30
Caudal de bombeo(l/s)	86.15	561.92	47.10	694.17
<u>Situación año 2000</u>				
Caudal medio(l/s)	60.29	453.60	31.71	545.60
Caudal de bombeo(l/s)	129.41	924.39	67.85	1.121.65

En el Anexo B - 6.1 se estableció los caudales correspondientes a las localidades urbanas de más de 600 habitantes en 1970 y se indicó los caudales que pueden producir los sistemas de abastecimiento actual: se puede observar que:

Caudal de bombeo total actual del área para localidades del Grupo I	: 414.14 (l/s)
Capacidad de producción de las fuentes subterráneas actuales	: 441.5 (l/s)(80% Aprox.)
Capacidad de producción de las fuentes superficiales actuales	: 113.0 (l/s)(20% Aprox.)
Capacidad total actual de las fuentes	: 554.5 (l/s)(100%)

En el Anexo B - 6.3 denominado "Capacidad de producción de los sondajes existentes en el Area" se puede observar que el caudal total que puede proporcionar los sondajes perforados para abastecimiento de agua potable es el siguiente :

Sondaje D.O.S. : 821,1 (l/s)
 Sondaje S.N.S. : 78,0 (l/s)

899,1 (l/s)

En base a lo anterior, se estimará en el presente estudio que las fuentes que proporcionan los caudales para abastecimiento de agua potable a la población se distribuyen en:

Fuentes superficiales : 20 %
 Fuentes Subterráneas : 80 %

Sobre esta base se tendrá lo siguiente:

	Fuente Subterránea (l/s)	Fuente Superficial (l/s)	Total (l/s)
Caudal medio año 1970	266,64	66,66	333,30
Caudal Bombeo año 1970	555,34	138,83	694,17
Caudal medio año 2000	436,48	109,12	545,60
Caudal Bombeo año 2000	897,32	224,33	1.121,65

De este caudal de agua la mayor parte corresponde a usos sanitarios, lavados etc. principalmente en las áreas urbanas. La pérdida real del recurso de agua es menor de 40 lts/hab/día, equivalente a 3 millones m³/año en 1970 y 4 millones m³/año en el año 2000, lo que indica que la mayor parte vuelve a los cauces o a la napa subterránea. Esto demuestra que, como casi todo el caudal utilizado proviene del embalse subterráneo, se produce un aumento del escurrimiento superficial debido a que se le agrega este efluente.

6.2. DEMANDA DE AGUA INDUSTRIAL

6.2.1. Antecedentes:

La industria predominante en el área estudiada es el tipo agroindustrial. -

De acuerdo a la "Clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas" las industrias existentes pertenecen a la "Gran división 3 - Industrias Manufactureras" y fundamentalmente al Grupo 31 de "Productos Alimenticios, bebidas y tabaco".

En el Anexo B - 6.4 se incluye un listado de industrias por Región, Provincia y Comuna, ordenadas según la clasificación antes mencionada, indicando el rubro, el número de establecimientos, la materia prima, procesamiento y producción anual. - Se puede observar allí que la actividad está concentrada principalmente en:

- Matanza de ganado : - Mataderos y centros de beneficio (Principalmente vacunos, cerdos y ovejas).
Preparación y conservación de carnes (Chasinería principalmente)
- Industrias lácteas : - Lecherías (Leche y queso principalmente)
Helados.
- Industrias frutícola : - Conservación de frutas (Frigoríficos principalmente)
- Envasado de frutas (Embalaje principalmente de manzanas, peras y guindas).
- Deshidratación de uvas.
- Productos de molinería : - Molinos de trigo, industria arrocerá, fabricación de productos de panadería .
- Fábrica de aceites : - Aceites de pepa de uva, aceituna, maravilla y soya.
- Fábrica y refinería de Azúcar : - IANSA con azúcar de remolacha.

- Elaboración de productos alimenticios diversos : - Criaderos y faenamiento de aves.
- Industria hortalicera (Pickles, sal sa de ají)
- Jugos concentrados (Frutas varias)
- Industrias vinícolas : - Productores (Vendimia uvas)
- Elaboración (Vinos)
- Aprovechamiento subproductos (Borras, vinagre)
- Industria del tabaco : - Horneado.
- Aserraderos : - Madera
- Otras no agroindustriales : - Curtiembres y talleres, productos de cuero y calzado.
- Prendas de vestir
- Imprentas y editoriales
- Fabricación de productos de cemento.
- Fabricación de productos metálicos
- Fabricación de implementos agrícolas.

6.2.2 Estimación del consumo.

Para esta estimación se cuenta fundamentalmente de datos sobre:

- Producción industrial en los distintos rubros, por Comuna.
- Capacidad de producción de los sondajes no utilizados para el abastecimiento de agua potable, también por Comunas.
- Consumos unitarios de agua por unidad de producción y por rubro.
- Informe de consumo de agua superficial de IANSA.

El Anexo B - 6.5 "Estimación del Consumo de agua por las Industrias del Area en base a Consumos unitarios por unidad de producción" contiene un resumen de la demanda anual de agua para la industria, por rubro de producción y separado por Comuna.

Esta estimación se ha realizado sobre la base de consumos unitarios de agua que habitualmente se ocupan en este tipo de industrias, de acuerdo a lo indicado en el Anexo B - 6.6 y a las producciones de las industrias de cada rubro agrupadas por Comunas, según se presenta en el Anexo B - 6.7.

Por otro lado, en el Anexo B - 6.3 se ha resumido la capacidad de producción de los sondajes del área, indicando los totales por Comuna utilizados para abastecimiento de agua potable (Proyectos D.O.S. y S.N.S.) y para la industria y otros (Industria azucarera, aceitera, vinícola, frutícola, frigoríficos y otros usos). El resultado se ha incluido en la última columna del Anexo B - 6.5, lo que permite comparar las demandas de caudales máximos instantáneos estimados, con la capacidad máxima de producción de los sondajes existentes.

Para estimar el caudal máximo instantáneo demandado por la industria, se ha considerado que el consumo se concentra principalmente en 3 a 4 meses del año y que los "peak" de demanda son 3 a 4 veces mayores que los caudales medios que se producirían considerando la demanda concentrada en 3 a 4 meses; es decir, el caudal medio anual se ha multiplicado por 10 para estimar el caudal máximo instantáneo. - Esta estimación se cumple en el caso de IANSA y, Alcoholes y Aceites Patria y se halla en el rango del gran total de demanda instantánea y capacidad de producción, según se verá a continuación. -

6.2.2.1 Consumo de IANSA.

Esta industria se abastece de aguas superficiales y subterráneas; en el momento de la cosecha, la demanda es la siguiente:

Captación superficial río Lontué	: 625 (l/s)
Captación Sondajes 1 y 2 IANSA	: 51 (l/s)
	<hr/>
Consumo máximo instantáneo total	: 676,2 (l/s)

El afluente es de 640 (l/s) que se devuelve al río Lontué. Es mayor que la captación superficial del mismo.

La planta de Curicó opera 140 días procesando un máximo de alrededor de 3.270 ton/día y un total de 116.000 toneladas en la última campaña. El consumo medio de agua por tonelada procesada fué de alrededor de 18 m³/ton.; es decir, 0.625 m³/seg. el día de máximo consumo.

6.2.2.2 Consumo de "Alcoholes y Aceites Patria"

El caudal utilizado por esta industria local para el proceso, es captado mediante un sondaje con capacidad de producción de 25 (l/s) y una noria que puede entregar 15 (l/s) adicionales.

6.2.2.3 Caudal máximo diario estimado para toda el área.

Según se puede observar en el Anexo B - 6.5, el caudal máximo instantáneo estimado para las industrias de toda el área sería de 1.320 (l/s) y la capacidad de producción de todos los sondajes existentes es de 1.519 (l/s): sin embargo IANSA consume 625 (l/s) desde aguas del río Lontué y en cambio, la demanda en la Comuna de Molina y otras es superior a la capacidad de producción de los sondajes, es decir, que en esa comuna se debe captar agua superficial. En otros casos el caudal de los sondajes no es explotado en su capacidad máxima y además, se debe tener presente que también se utiliza agua subterránea para fines diferentes del abastecimiento de agua potable o abastecimiento industrial.

6.2.3 Conclusiones.

En atención a lo anterior, se estima que el consumo de agua industrial es el indicado en el Anexo B - 6.5.

Si se proyecta la demanda de agua para la indus-

tria del área en la misma proporción que el crecimiento de la población la situación será:

Año	Consumo estimado (m ³ /año)	Caudal máximo instantáneo estimado (l/s)
1977	4.161.884	1.320
2000	5.325.378	1.689

Se estima también que la demanda industrial de agua en un 50 % desde fuente superficial y el resto desde fuente subterránea.

De este caudal la mayor parte vuelve a los ríos o a la napa subterránea como afluente. IANSA que ocupa un volumen mayor que la combinación del resto de las industrias, devuelve al río 640 lts/seg de un total de 676 lt/seg, es decir el 95 % del agua captada.

En otras palabras IANSA devuelve al río un volumen mayor que el agua superficial captada y puede decirse que la pérdida real de la suma de agua subterránea y agua superficial ocupada por todas las industrias puede ser menos del 20 % del agua captada, lo que representa un volumen del orden de 1 millón m³/año.

6.3 DEMANDA DE AGUA PARA LA MINERIA

En la Cuenca del río Mataquito la minería está muy poco desarrollada, existiendo solo pequeñas minas de cobre, plomo, zinc, plata y oro.

Las principales son:

El Cobre
Santa Ana
Loma Blanca

San Sebastián
Santa Rita
Vicuña
Tralca
Alteración Santa Rita
Alteración Pichiante
Alteración Vergara

La ubicación de estas minas se indican en la Figura 6.1

Existen recursos mineros de arcilla, asbesto, talco, sal común, caolín y otros, que no son explotados en forma importante.

En las nacientes del río Teno existe un yacimiento de cobre de una importancia que podría ser similar a los de la Sociedad Minera El Teniente, en Rancagua, sin embargo no se está explotando.

El consumo de agua para la minería, carece actualmente de importancia. En el futuro podría existir un consumo muy considerable en la Mina Santa Rita y en otras faenas mineras del Cajón del río Teno.

6.4 CONCLUSIONES SOBRE LA DEMANDA GLOBAL

De acuerdo a lo anterior se puede estimar los siguientes consumos y caudales - actuales y futuros - de agua potable, industrial y minera en el área:

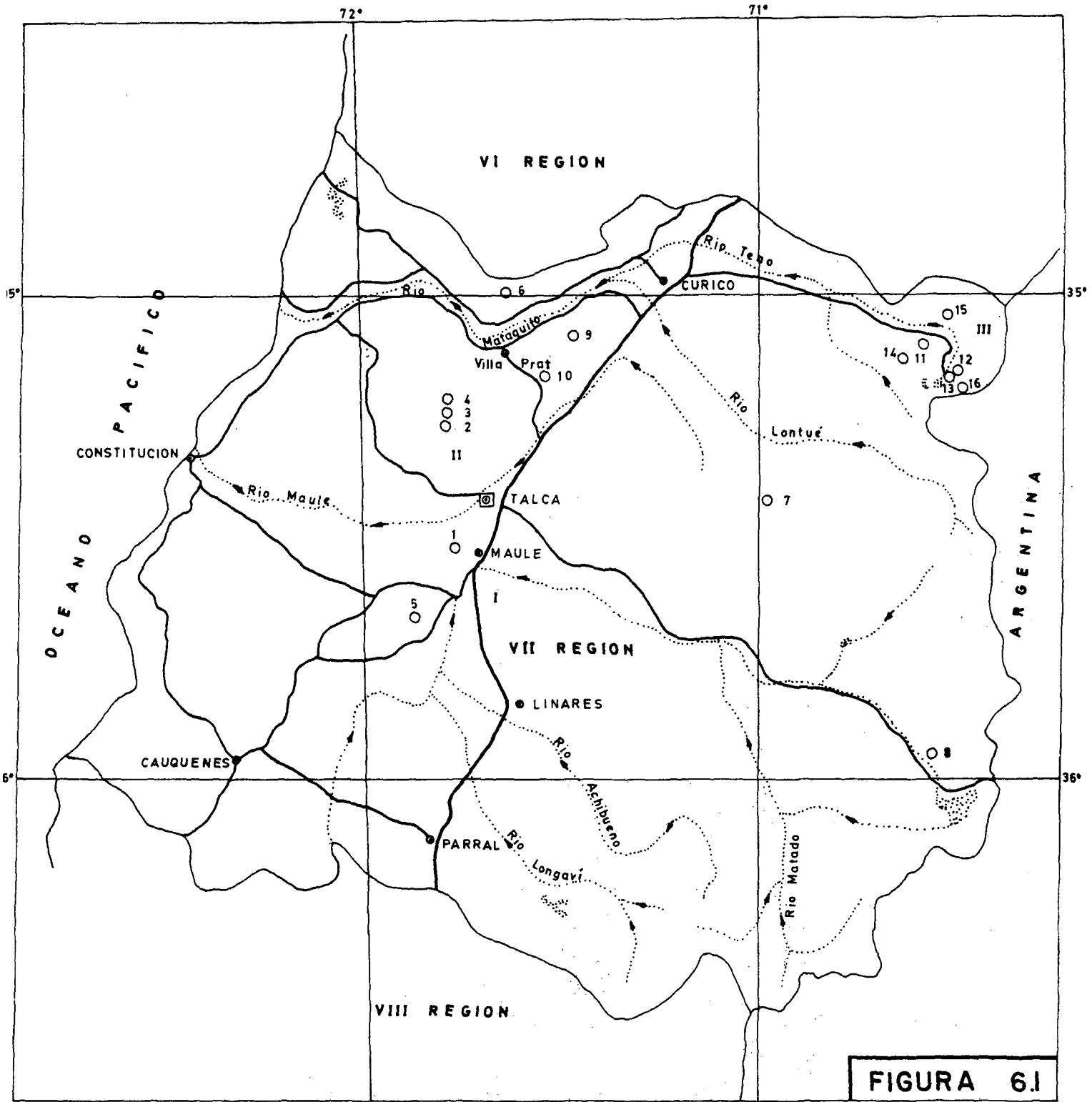


FIGURA 6.I

LEYENDA MINAS

- | | |
|-------------------|-----------------------------|
| ○ 1 Chivato | ○ 9 Santa Ana |
| ○ 2 Penta | ○ 10 Loma Blanca |
| ○ 3 Catedral | ○ 11 Santa Rita |
| ○ 4 Las Palmas | ○ 12 Vicuña |
| ○ 5 La Fortuna | ○ 13 Talca |
| ○ 6 El Cobre | ○ 14 Alteracion Santa Rita |
| ○ 7 San Sebastian | ○ 15 Alteracion Pichiente |
| ○ 8 Pehuenche | ○ 16 Alteracion Rio Vergara |

DISTRITOS O AREAS MINERAS ESCOGIDAS

- | | |
|-----|----------------------|
| I | Distrito Chivato |
| II | Distrito Las Palmas |
| III | Distrito Rio Vergara |
| ○ | Au |
| ○ | Cu |
| ○ | Pb-Zn-Ag. |
| ○ | Alteraciones |

SIMBOLOGIA

- | | |
|--|------------------------|
| | CARRETERA PANAMERICANA |
| | CAMINOS |
| | RIOS |
| | LAGOS |

AÑO	TOTAL (m ³ /año)	FUENTE	
		SUPERFICIAL (m ³ /año)	SUBTERRANEA (m ³ /año)
1977	14.672.000	4.183.000	10.489.000
2000	22.524.000	6.100.000	16.424.000

De estos totales la pérdida neta de agua no pasará de 3 millones de m³ al año en 1977, ni de 5 millones en el año 2000. Los caudales afluentes incrementarán probablemente las aguas superficiales a expensas de las aguas subterráneas, aumentando por lo tanto, los caudales disponibles para riego aguas abajo.

Los caudales máximos instantáneos serán:

AÑO	TOTAL (l/s)	FUENTE	
		SUPERFICIAL (l/s)	SUBTERRANEA (l/s)
1977	2.015,17	799,03	1.216,14
2000	2.808,65	1.067,83	1.740,82

es decir, la demanda máxima instantánea actual podría alcanzar en toda el área los 2 m³/seg y la del año 2000 alcanzaría los 3 m³/seg como máximo.

Para complementar esta información ver los Anexos B - 6.8 y B - 6.9.-

7.- CALIDAD DE LAS AGUAS

En este capítulo se considera la calidad del agua como el conjunto de características físicas, químicas y bacteriológicas.

Los ríos Teno, Lontué, Mataquito y el estero Guaiquillo constituyen las principales fuentes superficiales de abastecimiento de agua para regadío, agua potable, industria y minería del área del estudio. Estas fuentes son las más afectadas por la contaminación por afluentes de aguas residuales de origen doméstico-municipal, desagües agrícolas y cargas industriales. El estero Guaiquillo y el río Lontué son los cursos más afectados por la contaminación.

Las captaciones de aguas subterráneas suministran principalmente agua potable a los habitantes y a algunas industrias.

7.1 CALIDAD DE LAS AGUAS SUPERFICIALES.

7.1.1 Controles sistemáticos y eventuales.

Las instituciones que realizan análisis del agua son:

- La Dirección General de Aguas que dispone de un importante grupo de estaciones donde controla sistemáticamente la calidad del agua.
- La Dirección de Obras Sanitarias que realiza análisis químico, sanitario, mineral y bacteriológicos de las aguas destinadas, principalmente, al abastecimiento de agua potable.

Los análisis químicos de laboratorio que realiza la Dirección General de Aguas controlan fundamentalmente:

P.H.	Calcio
Conductancia específica	Magnesio
SAR	Potasio
%	Sodio
Clasificaciones USSLS	Arsénico
Bicarbonatos	Boro
Carbonatos	Cobre
Cloruros	Fierro
Sulfatos	Nitratos

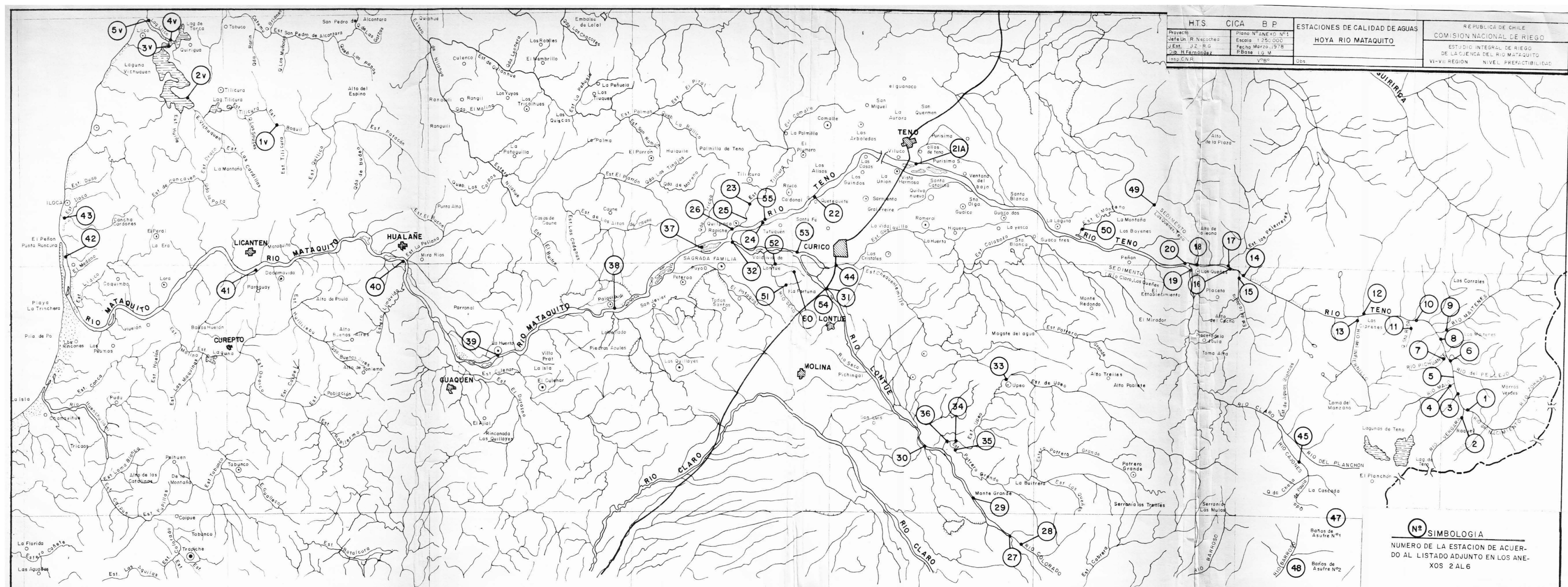
Los test de terreno (realizados con equipo D.R. El/2 de HACH) controlan básicamente:

P.H.	Turbiedad
Conductividad	Sólidos en suspensión
Temperatura	Sulfatos
Cloruros	Sílice

Los test D.R. El/2 aquí mencionados corresponden al equipo de terreno diseñado por HACH - U.S.A. y son los utilizados por el Laboratorio D.G.A., en los análisis en el terreno mismo.

La estadística se lleva en las estaciones que se indican en la Figura 7.1. -

HTS. CICA B P		ESTACIONES DE CALIDAD DE AGUAS		REPUBLICA DE CHILE	
Proyecto		Hoya Rio Mataquito		COMISION NACIONAL DE RIEGO	
Jefe Un. R. Negocheda	Plano N° ANEXO N° 1			ESTUDIO INTEGRAL DE RIEGO	
J. Est. J. Z. R. G.	Escala 1:250,000			DE LA CUENCA DEL RIO MATAQUITO	
Dib. H. Fernandez	Fecha Marzo 1978			VI-VII REGION NIVEL PREFACTIBILIDAD	
Insp. C.N.R.	Vº Bº				



Nº SIMBOLOGIA
 NUMERO DE LA ESTACION DE ACUERDO AL LISTADO ADJUNTO EN LOS ANEXOS 2 AL 6

FIGURA 7.1

Estas estadísticas se iniciaron en 1968 en algunas estaciones y el grupo se ha ido aumentando de tal modo que actualmente se superan los 50 puntos de control.

La Dirección de Obras Sanitarias controla, mediante los análisis Químico Sanitario y Mineral los siguientes índices:

Olor en frío y en caliente
 Sabor
 Color
 Turbiedad
 P.H.
 Alcalinidad en CaCO_3 (Fenolftaleína)-(Metil-Orange)
 Dureza : Carbonatos (Temporal)
 No carbonatos (Permanente)
 Total
 Residuo total : Volátil - Fijo - Total
 Residuo disuelto 105 °C.
 Residuo suspendido
 Cloruro
 Nitrógenos : Amoniacal - Albuminoideo - Nitritos -
 Nitratos.
 Anhídrido carbónico libre
 Hierro disuelto - Hierro total - Magnesio disuelto.
 Sulfatos (SO_4) - Acidez
 Calcio - Magnesio
 Sílice - Aluminio
 Cobre - Arsénico
 Fluor - Cromo hexavalente
 Sodio y Potasio - Índice de estabilidad
 Conductividad específica

Estos análisis son considerados, principalmente, en la sección correspondiente a calidad de aguas subterráneas del presente estudio. Los análisis realizados por la D.O.S. de aguas superficiales no se han incluido por ser muy esporádicos.

7.1.2 Análisis Practicados.

Los análisis realizados en este estudio, por su extensión se incluyen en el Anexo B - 7.1. -

7.2 CALIDAD DE AGUAS SUBTERRANEAS

Las captaciones de aguas subterráneas del área permiten abastecer de agua potable a los habitantes (80 % del abastecimiento es de origen subterráneo) y a casi la mitad de la demanda industrial. Las características de calidad de estas aguas son abordadas, en detalle, en el Tomo G, Hidrogeología.

7.3 CONTAMINACION

La contaminación podrá derivarse fundamentalmente de las actividades:

- Doméstica y Municipal
- Industrial
- Agrícola
- Minera

Existe también la posibilidad de contaminación natural, principalmente, en las lagunas y lagos; de mineralización; de contaminación por sedimentos y otras posibilidades.

7.3.1 Caudales Contaminados por Actividad Doméstica y Municipal.

Los caudales derivados de los afluentes de aguas servidas domésticas, aguas lluvias infiltradas y las de las industrias ubicadas dentro de las ciudades se vacían a las redes y por éstas son conducidas a los cursos receptores.

Los afluentes de aguas servidas domésticas de la población del área, podrán contar con una disposición final, que para los efectos del presente estudio se pueden subdividir en:

- Fosa séptica, pozo negro y otros
- Red de alcantarillado de aguas servidas que reúne los caudales contaminados.

Es altamente improbable que localidades de menos de 600 habitantes (en el Censo de 1970) cuenten en el año 2.000 con red de alcantarillado y por tanto, estas poblaciones no dispondrán de descargas concentradas de sus afluentes; no es posible, determinar los lugares que contaminarán pudiendo, incluso, contaminar las aguas que son actualmente captadas para la bebida, mediante norias.

Se ha estimado que las localidades urbanas de más de 600 habitantes, podrían tener o tienen actualmente red de alcantarillado de aguas servidas.

En el Anexo B - 7.2, se ha analizado el grupo de localidades que merecen atención, como potencialmente contaminantes con afluentes domésticos.

Se puede observar sin embargo, que sólo los afluentes de los caudales de Curicó, Teno y Molina merecen especial atención y serán analizados más adelante.

Se ha estimado los caudales medios de los afluentes considerando la población, la dotación de agua potable, una recuperación del 80 % y que, en el año 2.000, se habrá conectado al servicio a lo menos un 80 % de la población de estas localidades.

El caudal afluente real, será generalmente superior al estimado, pues no se ha considerado infiltración de aguas lluvias y otras que llegan a la red; sin embargo, lo que interesa es el caudal doméstico por ser el contaminado.

El caudal doméstico máximo instantáneo, se ha determinado mediante la fórmula de Harmón.

En el Anexo B - 7.2 "Caudales contaminados por actividad doméstica" se ha hecho un análisis de las cargas domésticas derivadas de las poblaciones de las localidades pobladas.

Para determinar la contaminación derivada de la actividad doméstica y la municipalidad de Curicó y Molina, se ha realizado un análisis de los emisarios de aguas servidas en los colectores mismos y, aguas arriba y aguas abajo de las descargas.

Los resultados de los análisis efectuados por la División de Higiene Ambiental de la U. de Chile, se incluyen en el Anexo B - 7.1, Tabla A.

7.3.2 Caudales Contaminados por Actividad Industrial.

En la cuenca del Río Mataquito y en las cuencas vecinas, existen industrias del tipo agroindustrial, según se puede observar en el Anexo B - 6.4.

Las principales industrias que producen contaminación en el área son:

- a) Industrias situadas dentro de Curicó (excluyendo agroindustrias)
- b) Agroindustrias
- c) IANSA
- d) Alcoholes y Aceites Patria

7.3.2.1 Industrias situadas dentro de Curicó.

Sus residuos se vacían en la red de la ciudad y descargan por los emisarios, sobre el Guaiquillo.

Curtiembre : Curtiembre, fábrica de calzado y de monturas.

Los residuos de este tipo de industria se caracterizan en general por un fuerte contenido de sólidos totales (Principalmente NaCl) DRO, dureza, sulfuros y cromo.

Se consideran valores de 76 kg. de DBO por tonelada de cuero.

Lavanderías:

El uso de jabón, sosa y detergentes para remover la grasa, tierra y almidón de la ropa producen residuos con materia orgánica putrecible de más de 400 a 1.000 mg/l de DBO.

Fundición : Fundición y fábrica de resortes .

Sus residuos se caracterizan por el contenido de sustancias metálicas sólidas, coque, aceites, ácido sulfúrico.

7.3.2.2 Agroindustrias

De acuerdo al Anexo B - 6.4 se puede considerar las siguientes fuentes agroindustriales, contaminantes:

Lecherías : Producen demanda de oxígeno, sedimentación de lodos negros y fuertes olores por la descomposición de la caseña. Se estiman cifras de 10 kg. de DBO por cada 100 lts. de leche entera. Ocupan unos 10 m³ de agua por tonelada de leche.

Mataderos: Los residuos contienen excretas de animales sólidas y líquidas. Tienen alto contenido de materias en suspensión DBO y nitrógeno proveniente de la sangre. Los efectos de estos residuos, pero con contenido considerablemente mayores de materias orgánicas y menor peligro de contaminación patógena.

Las fábricas de cecinas tienen residuos similares.

Vinícolas : Existe gran cantidad de bodegas elaboradas. Los consumos de agua que generalmente se detectan son del orden de 15 m³ por tonelada de materia prima. La concentración de la DBO (5 días) de sus residuos es del orden de los 2.000 mg/l.

Mataderos de aves: En general consumen 25 lts. de agua por ave faenada con una carga de DBO de 11,9 kg. por cada 1.000 aves y S.S.T. de 7,2 kg. por cada 1.000 aves.

Frigoríficos: En general producen residuos amoniacales, aguas de baja temperatura y sólidos suspendidos.

Existen además fábricas de fideos y panaderías con

residuos líquidos importantes; fábricas de jugos concentrados: tabaco y otros cuyo análisis escapa al alcance del estudio.

7.3.2.3 IANSA

La IANSA cuenta con una Planta a orillas del Río Lontué, curso que recibe finalmente sus residuos industriales tratados.

Esta Planta capta sus aguas superficiales desde el río Lontué con un caudal medio de 625 lt/seg. a través de un canal que tiene una capacidad máxima de porteo de 1.000 lt/seg. y en el futuro se ampliará a 1.500 lt/seg. Además, cuenta con una captación de aguas subterráneas de 50 lt/seg con un pozo de 50 m de profundidad.

IANSA contrató el estudio del tratamiento de sus Residuos Industriales Líquidos con el Departamento de Ingeniería Hidráulica de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Católica de Chile que emitió un informe en Diciembre de 1976, titulado "Lagunas piloto para el tratamiento del Residuo Líquido de la Planta IANSA de Curicó". En el resúmen del trabajo se señala:

"Para este estudio se construyeron dos lagunas piloto, anexas a los actuales tranques (que cuentan con una superficie total del orden de las 60 há.s) y se operaron durante 120 días.

La primera laguna, cuyo fin era producir la decantación de los sólidos sedimentables operó con gastos variables entre 1,9 y 9,7 l/s. Se obtuvo un rendimiento de 100 % de sedimentación con períodos de retención de 2 horas. La laguna de oxidación biológica se hizo funcionar con tasas entre 30 y 20,8 grs. de DBO/m²/día y con períodos de retención entre 41 y 415 horas. La reducción del contenido de materia orgánica obtenido durante esta operación fue insuficiente. Se obtuvo variaciones del rendimiento entre 50 % y 10 % para el rango de tasas de aplicación empleadas. Se piensa que los bajos rendimientos obtenidos son el resultado de la insuficiencia de oxígeno en la laguna. Esto último puede deberse al efecto inhibitor que tienen los fangos de cal del residuo, que implican el crecimiento de las algas".

Las principales conclusiones que se desprenden del estudio son:

- El proceso de sedimentación logra remover el 100 % de los sólidos sedimentables con períodos de retención cortos.
- El proceso de oxidación biológica logra rendimientos de aproximadamente el 25 % con tasas de 125 grs. DBO/m²/día.
- Se recomienda seguir investigando para definir criterio de diseño.
- Se obtuvo conocimiento acabado de las características del RIL.

7.3.2.4 Alcoholes y Aceites Patria

La "Industria Alcoholes y Aceites Patria", ubicada en el camino de Lontué a Villa Prat descarga sus afluentes sobre el Estero Seco y sobre un canalito en Viña La Fortuna.

De acuerdo a la información proporcionada por la industria, consumen 25 l/s captados mediante pozo profundo y 15 l/s captados en una noria.

La industria cuenta con una descarga principal de un colector sobre el Estero Seco y una secundaria sobre un canalito aceptor que riega la Viña La Fortuna. Esto produce contaminación de las norias próximas, lo que fue detectado en una noria de la Viña La Fortuna.

En la sección "Análisis de aguas contaminadas" se analiza la situación provocada por esta industria.

7.3.3 Caudales contaminados por actividad agrícola.

Los principales contaminantes derivados del incremento de la productividad agropecuaria son:

- a) Salinidad y sustancias minerales: el arrastre de sustancias minerales del agua a su paso por la tierra aumenta la salinidad de las aguas de riego. Según se puede observar en los análisis con que se cuenta, este fenómeno prácticamente no se produce en el Mataquito.
- b) Residuos animales: El estiércol de los animales es una sustancia consumidora de oxígeno, compuesta por nutrientes y agentes infecciosos. Sin embargo, en los suelos estos elementos son benéficos y deseables para las áreas de pastura si se controla su contacto con el hombre o las epidemias.

Se produce contaminación de consideración cuando el agua pasa por los canales.

- c) Pesticidas: Estos elementos son en general hidrocarburos clorados (DDT, BHC, T.D.E. dieldrín y otros) y fosfatados (Malathion, Parathion, TEPP, EPN, etc.) Uno de los efectos más nocivos e importantes de los pesticidas es su capacidad de concentración selectiva y progresiva en los tejidos grasos, en los elementos sucesivos de las cadenas alimentarias, alcanzándose concentraciones muy importantes y en ciertos casos mortales para la vida de los animales.
Los pesticidas pueden escurrir superficialmente y contaminar las fuentes superficiales, pueden llegar al hombre por percolación hacia aguas subterráneas destinadas a la bebida, etc.

7.3.4 Caudales contaminados por actividad minera.

En la Figura 6.1 se incluye un plano de ubicación de las minas de la VII Región y se puede observar un grupo en el curso superior del río Teno y algunas en el curso medio del Mataquito.

En las minas indicadas, que son principalmente de cobre, oro, plomo-zinc-plata no se encuentran yacimientos explotados de importancia. Sin embargo, cabe reiterar que existen serias posibilidades que en la alta cordillera se encuentre un yacimiento de cobre con características similares al mineral de El Teniente.

No procede, por lo tanto, hacer un análisis de la contaminación por caudales mineros.

7.3.5 Análisis de Aguas Contaminadas.

7.3.5.1 Análisis de la División Ambiental del Departamento de Salud Pública y Medicina Social de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile.

Estos análisis fueron orientados, principalmente a:

- Determinar la composición física, calidad y características de las aguas servidas de Curicó y la contaminación del Estero Guaiquillo como curso receptor de aguas servidas.
- Determinar la composición física, calidad y características de las aguas servidas de Molina y la contaminación del Canal San Pedro como curso receptor de estos caudales.
- Determinar la composición física, calidad y características de los afluentes de la Industria de Alcoholes y Aceites Patria y la contaminación del Estero Seco, como un curso receptor de estos caudales.

7.3.5.1.1 Composición de las aguas servidas de Curicó y Molina.

Algunos parámetros interesantes son los siguientes:

PARAMETRO	NUDO 2B *		NUDO 3B		NUDO 4B		NUDO 1B		NUDO 7B
	15/X	18/X	15/X	18/X	15/X	18/X	15/X	18/X	18/X
Temperatura °C	17°C	18°C	17°C	18°C	17°C	18°C	16°C	19°C	18°C
Residuo Filtrable 103°C	580	510	480	350	410	410	400	420	200
Residuo Filtrable fijo a 550 °C	380	400	320	220	280	280	280	390	140
Residuo Total	605	560	530	400	430	460	426	500	220
RELACION $\frac{RF}{CE}$									
Residuo total fijo	393	430	380	230	310	300	303	400	160
Residuo total volátil	212	130	150	170	120	160	261	100	60
Residuo filtrable volátil	200	110	160	130	130	130	120	30	60
Residuo sedimentable	1.3	1.4	2.0	2.4	0.5	0.9	1.5	0.8	1.5

NOTA:

Los valores de concentración se indican en mg/l, salvo los residuos sedimentables que se expresan en mg/l. Las muestras fueron tomadas en diversas horas del día, lo que altera su representatividad.

* La ubicación de los nudos se muestra en la Figura A del Anexo B-7.1.-

Las consideraciones sobre la calidad y características de las aguas servidas de Curicó y Molina, en función de la clasificación dada por Babbit y Baumann, para los distintos constituyentes se exponen en el Anexo B - 7.3.

7.3.5.1.2 Composición física, química y clasificación de algunos parámetros de la Industria Alcoholes y Aceites Patria.

Las características de las muestras tomadas en el colector de descarga de Alcoholes y Aceites Patria sobre el Estero Seco son las siguientes:

El oxígeno disuelto fué nulo en un control.

Sólidos sedimentables :	Débil
DBO (5 días 20°C) :	Fuerte (Muestra del 18/X/77)
Cloruros :	Media a baja
Alcalinidad :	Media

7.3.5.2 Análisis Químico de Aguas de la Dirección General de Aguas.

Estos análisis han permitido determinar las condiciones que tienen las aguas de la cuenca para usos agrícolas y potable.

En un grupo de estos análisis, realizados en 1976/77, se encuentran valores interesantes de sedimentos.

- Análisis DR-EL/2 de la Dirección General de Aguas.

Estos análisis han complementado a los anteriores para determinar la calidad de aguas de la Cuenca y contienen mediciones de parámetros muy interesantes que son el pH, temperatura, conductividad, ortofosfato, el oxígeno disuelto, la saturación de O₂ y el dióxido de carbono en IANSA y la Industria Alcoholes y Aceites Patria.

Control de Sólidos en Suspensión por la Dirección General de Aguas.

La DGA ha realizado este control sistemático en el Río Teno antes del Claro en el curso superior del Teno cerca de Los Queñes. En la Figura 7.2 se ha gratificado la variación en el transcurso del mes de Noviembre de 1976 y Julio de 1977. Existe además el control de sólidos de suspensión en parte de Junio de 1977 en el Río Claro antes del Teno.

7.4 CONCLUSIONES

7.4.1 Controles y Análisis.

La Dirección General de Aguas ha realizado y continúa realizando el control de la calidad de aguas en el área en estudio. El presente tema ha podido ser abordado gracias a que la D.G.A. ha facilitado los antecedentes correspondientes.

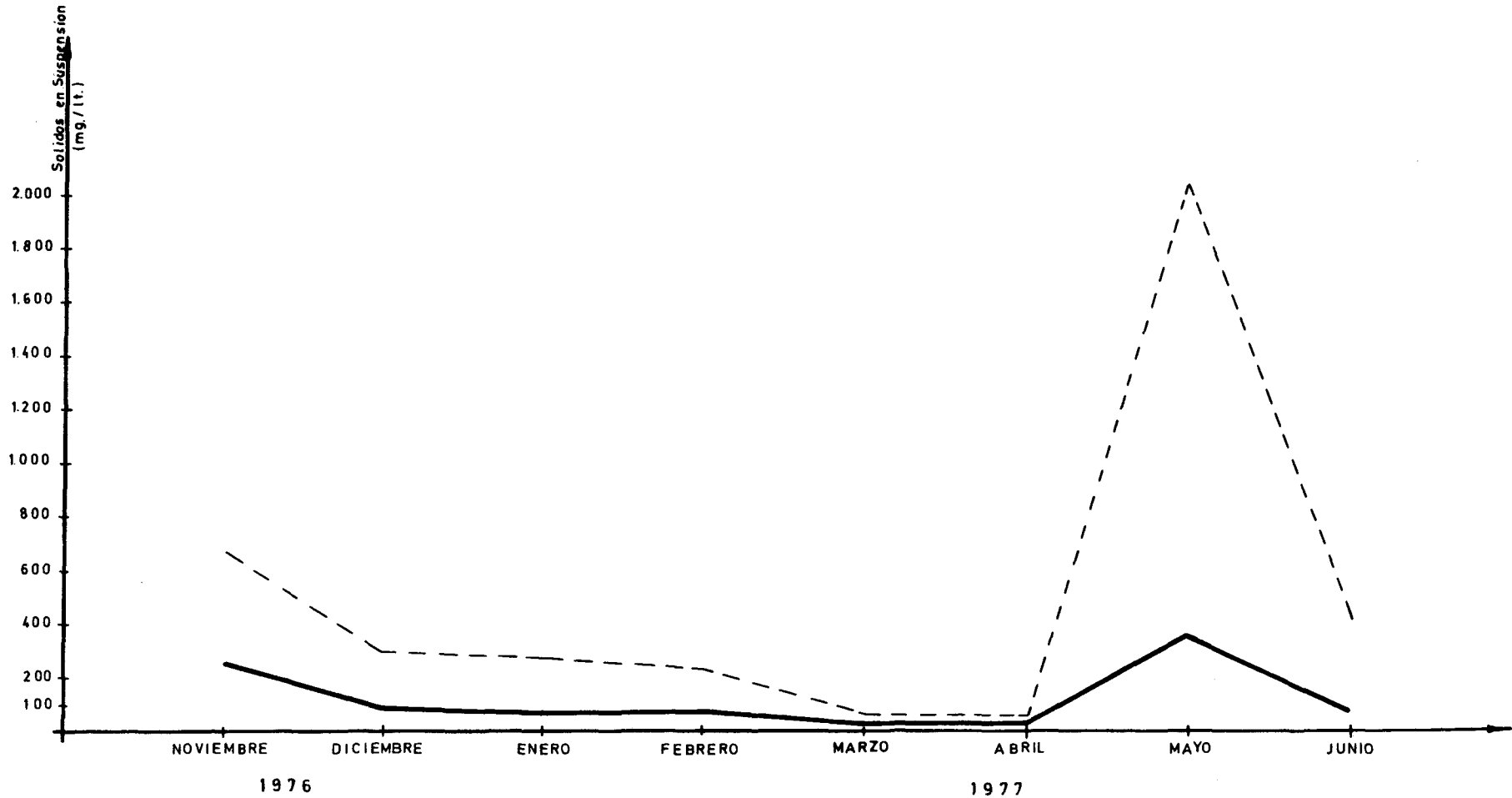
Los criterios y normas de calidad de aguas, se incluyen en el Anexo B-7.4. -

7.4.2 Calidad de Aguas para Uso Agrícola.

| Las aguas de la cuenca no señalan peligro de salinidad ni absorción de Sodio. Las excepciones se producen en las desembocaduras del Estero Iloca, Río Mataquito Cuenca del Llico y en los cursos superiores del Río Lontué y Teno, sectores sin mayor importancia para el regadío. |

El contenido de Boro es mayoritariamente bajo o nulo, con algunas excepciones que requieren cultivos semitolerantes y otras que requerirán gran tolerancia al Boro pero que se producen en el curso superior del Río Teno, en los Baños de Azufre.

GRAFICO "SOLIDOS EN SUSPENSION"
RIO TENO EN LOS QUEÑES



HOYA : RIO MATAQUITO
 SUB-HOYA : RIO TENO
 ESTACION : RIO TENO ANTES RIO CLARO
 (LOS QUEÑES)

SIMBOLOGIA

— Promedio Mensual
 - - - Maximo Mensual

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE AGUAS

FIGURA 7.2

Las concentraciones de micro-elementos indeseables no fueron en general controlados en los análisis, salvo el cobre que presenta muy pocos lugares con problemas, originados, aparentemente, por contaminación de IANSA y de Alcoholes y Aceites Patria.

Los valores de pH son adecuados para los cultivos de verduras y similares, salvo excepciones.

La oxigenación relativa es buena en la mayoría de los puntos controlados, siendo las excepciones los puntos contaminados por IANSA y Alcoholes y Aceites Patria, de acuerdo a los escasos análisis con que se contó.

El contenido de aceites de los caudales de Alcoholes y Aceites Patria es importante y merece ser analizado más profundamente.

7.4.3 Calidad de Aguas para Abastecimiento de Agua Potable.

Aún cuando es muy improbable que se destinen al abastecimiento de agua potable los caudales del Estero Guaiquillo en el sector de las descargas de Curicó, vale la pena destacar los bajos valores alcanzados por el oxígeno disuelto en ese sector. Igual situación se produce en el canal receptor de los afluentes de Molina. La saturación de O_2 cumple con la Norma en la mayoría de los puntos controlados en los cursos receptores, salvo en los sectores contaminados por IANSA y Alcoholes y Aceites Patria.

El contenido de cloruros de las muestras analizadas cumple, en general, con las Normas, salvo en sectores del Río Claro en Los Queñes; Teno, antes del Claro; Teno, antes del Río Pellejo; Guaiquillo en Panamericana y en la desembocadura del Río Iloca; Teno antes del Maitenes; Claro en alta cordillera (Termas de San Pedro) y, Mataquito en desembocadura.

Los valores de pH cumplen mayoritariamente con las Normas, salvo sectores en que es poco probable que se capte a-

gua para la bebida; las excepciones son el Teno en Rauco, Mataquito en La Huerta y en Licantén.

Los lugares en que se determinó color indicaron que la situación era entre regular y buena, sin embargo hay pocos análisis.

Las concentraciones límites nocivas han sido poco controladas, salvo el magnesio, que está excedido principalmente en algunos puntos en el curso superior del Teno y Lontué y en la desembocadura del Mataquito y Estero Iloca.

Los nitratos detectados en los puntos en que se los controló no señalan problemas, los sulfatos señalan algunos problemas en la alta cordillera y desembocadura de los ríos.

Respecto a los nitritos es necesario tener una estadística más amplia para poder deducir una interpretación más segura, ya que es un claro índice de contaminación orgánica.

7.4.4 Contaminación.

Los análisis realizados por la División de Higiene Ambiental no determinaron coliformes; pero los valores de D.B.O. oxígeno disuelto y saturación de O_2 que se establecieron señalan que el Guaiquillo y el Canal San Pedro están libres de contaminación, a poca distancia aguas abajo de las descargas.

El Río Lontué, aguas abajo de la Planta IANSA y, el Estero Seco, aguas abajo de la descarga de la Industria Alcoholes y Aceites Patria, merecen ser estudiados con mayor detención desde el punto de vista de contaminación.

8. CONCLUSIONES

8.1 DESTINO DEL AGUA EMPLEADA

Casi un 99 % del total de agua empleada, corresponde a uso por concepto de regadío.

8.1.1 Regadío.

La superficie servida por regadío en la cuenca de Mataquito, en condiciones medias, alcanza aproximadamente a 90.000 hás, pese a que se encuentran, bajo canal 101.000 hás. Resulta una pérdida neta por concepto de uso-consumo de 629 Mm³ en un año medio y es éste el único consumo irre recuperable para la cuenca.

La más importante fuente de abastecimiento la constituyen los ríos y los esteros de la cuenca, con sus recursos propios en el curso medio y superior. Hay además retornos de regadío y recuperaciones de agua subterránea, en su curso inferior.

8.1.2 Demanda Poblacional.

El consumo total de agua potable cubierto por los Servicios fué en 1970 de 10.5 Mm³/año. Para el año 2000 se prevee una necesidad de 17.2 Mm³/año.

La fuente principal que cubre esta demanda es el agua subterránea con un 80 % del total; el 20 % restante es servido por fuentes superficiales.

8.1.3 Demanda Industrial.

El mayor consumo industrial está compuesto por las necesidades de IANSA que, en volúmen, es comparable al conjunto de las exigencias de las industrias restantes.

Los volúmenes empleados en 1977 y su proyección para el año 2000, son:

año 1977 : 4.2 Mm³/año
 año 2000 : 5.3 Mm³/año

El actual abastecimiento se obtiene prácticamente en iguales proporciones de fuentes superficiales y subterráneas. Su proyección mantiene también esta proporción.

8.1.4 Demanda Minera.

No existen yacimientos de importancia en explotación; la demanda de las pequeñas actividades mineras no merece casi considerarse.

8.2 EFICIENCIA DE RIEGO Y PERDIDAS DE AGUA

8.2.1 Eficiencia de riego.

En general, debido a la relativa abundancia del recurso, la eficiencia de riego a nivel predial, es más bien baja. Actualmente varía entre un 30 y un 40 %, influyendo en ello la carencia de obras de regulación nocturna. Con este tipo de obras, la eficiencia podría incrementarse a valores entre 58 y 70 %.

A nivel global, sin embargo y por la posibilidad de aprovechamiento de los excesos de agua en los sectores inferiores, tales cifras se ven, sustancialmente, aumentadas.

8.2.2 Pérdidas de agua.

Existen pérdidas netas de agua que tienen su origen en la evaporación y evapotranspiración de zona de vegas, en los lechos de los ríos y en las zonas aledañas con vegetación parasitaria. Estas pérdidas durante la temporada de riego, tienen una fuerte incidencia en la disminución de los recursos.

En dicho período y en el sector superior de la cuenca (hasta la junta de los ríos Teno y Lontué) alcanza un valor total de 80.9 Mm^3 , siendo su valor máximo mensual el correspondiente al mes de Enero, con 15.7 Mm^3 .

Para el total de la cuenca, hasta el mar (y en el mismo período) se alcanza una cifra de 120 Mm^3 . Se produce un consumo mensual máximo, en Enero, de 23 Mm^3 .

8.3 OBRAS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS EN REGADIO

Para aprovechar las aguas destinadas a regadío, se ha ido conformando un complejo sistema de canales. Aunque tal red se ha mostrado capaz de cumplir su objetivo, es posible y es necesario mejorarla. Casi la totalidad de los canales posee bocatomas constituidas por patas de cabras y las obras de control tienen problemas para adecuarse a las entregas de los caudales requeridos.

El estado de conservación de los marcos de aforo, es en general, bueno, sin embargo los marcos partidores están en regulares condiciones.

Salvo algunos servicios de riego que se efectúan con elevaciones mecánicas en el sector bajo del río Mataquito, la casi totalidad del abastecimiento es gravitacional. La explotación de aguas subterráneas a través de sondajes carece de importancia para el riego.

8.4 ORGANIZACION LEGAL

Para el manejo legal de los derechos de agua, ha bastado con una simple organización de usuarios en Asociaciones de Canalistas. Cuando las condiciones lo han hecho necesario, se han constituido en Juntas de Vigilancia.

En períodos de escasez se han designado "Jueces de Agua" para el control de los derechos.

En el río Mataquito la abundancia relativa de agua se refleja en la falta de un sistema de derechos legales debidamente constituidos y registrados.

8.5 CALIDAD DE AGUAS Y CONTAMINACION

La calidad de aguas en la cuenca, prácticamente no presenta problemas para los usos habituales a que se le destina. Existen, desde luego, algunas zonas restringidas con deficiente calidad, pero su ubicación en relación al lugar de la eventual demanda, no hace variar esas conclusiones.

En cuanto a la contaminación, la poca actividad industrial y la escasa concentración poblacional, se ha traducido en un leve deterioro de las aguas. Se exceptúan de esta situación general el estero Guaiquillo aguas abajo de las descargas de las aguas servidas de Curicó y el río Lontué y el Estero Seco, aguas abajo de las descargas industriales de las plantas de IANSA y de la Industria Alcoholes y Aceites Patria, respectivamente.

APENDICE

APENDICEINDICE DE ANEXOS

- B-3 Embancamiento de los Canales de los Ríos Teno y Lontué
- B-6.1 Demanda Agua Potable en Localidades con más de 600 habitantes.
- B-6.2 Estimación de Caudales Demandados en 1970 y Proyección de la Demanda para el año 2.000
- B-6.3 Capacidad de Producción de los Sondajes del Area
- B-6.4 Industrias en la Cuenca del Mataquito. Nóminas para Evaluar Posible Contaminación
- B-6.5 Estimación del Consumo de Agua de las Industrias del Area
- B-6.6 Consumo Industrial de Agua por Tonelada de Materia Prima Elaborada.
- B-6.7 Producción de las Industrias del Area
- B-6.8 Abastecimiento de Agua Potable desde Fuentes Superficiales y Subterráneas
- B-6.9 Resumen de Demandas de Agua

CRITERIOS Y NORMAS DE CALIDAD DEL AGUA
SEGUN USOS (Incluir Anexos 7, 8, 9, 10, 11, 12
y 13)

- B-7.1 Resultado de Análisis de Calidad de Aguas
- B-7.2 Caudales Contaminados por Actividad Doméstica
- B-7.3 Clasificación de Parámetros de Aguas Servidas
- B-7.4 Criterios y Normas de Calidad de Aguas

ANEXO B - 3**EMBANCAMIENTO DE LOS CANALES
DE LOS RIOS TENO Y LONTUE**

ANEXO B - 3

EMBANCAMIENTO EN LOS CANALES DE LOS
RIOS TENO Y LONTUE

En Septiembre de 1977 se inspeccionó los canales de los ríos Teno y Lontué con el fin de estudiar su grado de embancamiento.

Los puntos seleccionados para medir el espesor de los embanques, se consideran muestra representativa dentro de cada canal, puesto que se descartaron expresamente aquellos sectores donde se observaron desbordes de importancia causados por limpias anuales.

Los tramos seleccionados se encuentran en los primeros 3 a 5 kms de cada canal antes de que éste ingrese a su área de riego. En puntos situados después de más de 5 marcos partidores aguas abajo, se pudo apreciar embanques que podrían ser inferiores a la mitad de los medidos.

Estas observaciones se efectuaron para obtener una primera impresión respecto al embanque de los canales, lo que explica las limitaciones de la muestra.

Como comentario general puede señalarse que los embanques estaban formados por material más bien grueso; sobre todo, cuando sus bocatomas se hallaban más hacia aguas arriba en el río, lo que puede comprobarse en las tablas que se insertan a continuación.

RIO TENO

Canales visitados 16; Canales con agua 5; Canales medidos 11.

NOMBRE DEL CANAL	(1)	(2)	(3)	(4)	Tipo de material del embanque	(5) x
	Ancho medio m.	Marca de profundidad de aguas máx. m.	Revancha aproximada m.	Espesor del embanque m.		% de aumento de la capacidad.
<u>RIBERA NORTE</u>						
1) Maquis-Macal	3,00	s./o.	0,30	0,63	Arena gruesa, grava y ripio	--
2) Huemul	4,50	0,62	0,30	0,40 y 0,62	Arena gruesa, ripio y bolones	146%
3) Ventanas	5,00	0,70	0,40	0,30	Arena gruesa y grava	71%
4) Agustín Cerda	3,75	0,65	0,20	No tiene	(fondo en tosca)	--
5) Rauco	1,80	0,57	0,60	0,40	Tierra y ripio	122%
6) Comalle	3,20	0,65	0,35	0,63	Arena gruesa y ripio	176%
7) Comp. de Teno	1,70	0,55	0,25	0,15	Arena fina y ripio	44%
<u>RIBERA SUR</u>						
8) Guindos	3,45	0,60	0,15	0,25	Arena gruesa y fina	69%
9) Cañada	3,40	1,00	0,25	0,74	Ripio grueso y bolones	130%
10) Chuñuñe	Variable	s./o.	s./o.	0,34	Ripio grueso y bolones	--
11) Moreno	4,30	0,70	0,20	0,25	Ripio grueso y arena	58%

NOTA: (a) Profundidad total al fondo original = (2) + (3) + (4)

$$x \text{ (b) } \% \text{ aumento de la capacidad aprox.} = \frac{(2) + (4)}{(2)}^{1,5} - 1 \times 100$$

En los canales con bocatomas al oriente del camino longitudinal se observó que los embanques están formados principalmente por material grueso y muy grueso.

En los canales con bocatomas al poniente de dicho camino, los sedimentos son de menor dimensión, pero, en ningún caso, se observaron impedimentos que pudieran disminuir la capacidad de los canales, como lamas o restos de troncos, ramas, etc.

RIO LONTUE

Canales visitados 17; Canales con agua 6; Canales medidos 11.

NOMBRE DEL CANAL	(1)	(2)	(3)	(4)	Tipo de material del embanque	(5) % de aumento de la capacidad.
	Ancho medio m.	Marca de profundidad de aguas máx. m.	Revanca aproximada m.	Espesor del embanque m.		
<u>RIBERA NORTE</u>						
1) Ramírez Martínez	s./o.	s./o.	s./o.	--	Ripio grueso y bolones	--
2) Comunero Florida	2,0	0,43	0,15	0,30	Arena gruesa	121%
3) Peumo	1,8	0,65	0,20	No tiene	--	--
4) Nuevo Los Niches	3,2	0,40	0,15	0,30	Ripio grueso y gravilla	132%
5) Viejo Los Niches	3,5	0,50	0,25	0,20	Arena, gravilla, ripio	66%
6) La Obra Arriba	3,5	s./o.	s./o.	No tiene	--	--
<u>RIBERA SUR</u>						
7) Purísima	4,5	1,0	0,30	0,35	Grava, ripio, bolones	57%
8) Valdés Carrera	3,5	0,65	0,35	No tiene	--	--
9) Pelarco B. Unión	4,0	0,66	0,25	0,24 a 0,30	Ripio y bolones	67%
10) Ramírez Rincon.	2,8	0,50	0,20	0,33	Arena gruesa y bolones	114%
11) Trapiche	2,0	0,50	0,40	0,25	Arena fina	84%

NOTA: (a) Profundidad total al fondo original = (2) + (3) + (4)

De las observaciones efectuadas en los canales del río Lontué se concluye que los embanques están formados, principalmente, por material grueso y muy grueso.

Algunos canales de la ribera norte han sido horadados en terreno agrícola cuya capa subyacente está formada por un conglomerado de bolones, ripio, arena y arcilla. En la ribera sur, el fondo de los canales es de material más fino como arcilla, limo y arena.

Como conclusión general se puede sostener que si se desea aumentar la capacidad de algunos canales es posible hacerlo extrayendo el embanque que probablemente tengan en importantes sectores. Puede sostenerse con cierta certeza, que sus capacidades fueron mayores en tiempos pasados.

ANEXO B - 6 . 1

**DEMANDA AGUA POTABLE EN LOCALIDADES
CON MAS DE 600 HABITANTES**

A N E X O B - 6.1

"DEMANDA DE AGUA POTABLE DE LOCALIDADES DE MAS DE 600 HABITANTES"

	DEMANDA AGUA POTABLE 1970			CAPACID. CAPTACION ACTUAL			Población 2000	Caudal medio	Caudal bombeo	Observaciones.
	Población 1970	Caudal Medio	Caudal Bombeo	Superficie	Subterrán.	% Pobl. Servid.				
	(Hab.)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(%)	(Hab.)	(l/s)	(l/s)	
<u>REGION VI</u>										
<u>Provincia de Colchagua</u>										
Pichilemu	2.722	7,88	15,76	25	6	98	4.603	13,32	26,64	Balneario (Peak)
Paredones	601	1,74	3,48	--	--	0	1.117	3,23	6,46	
Lolol	979	2,83	5,66	--	10	90	1.636	4,73	9,46	
	4.302	12,45	24,90	25	16		7.356	21,28	42,56	
<u>REGION VII</u>										
<u>Provincia de Curicó</u>										
Hualañé	1.825	5,28	10,56		44	100	2.465	7,13	14,26	
La Huerta	811	2,35	4,70		5,5		901	2,61	5,22	S. N. S.
Rauco	976	2,82	5,64				2.471	7,15	14,30	
Teno	3.067	8,87	17,74		35		5.941	17,19	34,38	
Licantén	1.747	5,06	10,12		38	70	3.629	10,50	21,00	
Curicó	41.262	119,39	238,78	70	180	95	85.139	246,35	492,70	
Sagrada Familia	886	2,56	5,12		1		1.636	4,73	9,46	S. N. S.
Villa Prat	1.996	5,78	11,56		6		3.132	9,06	18,12	S. N. S.
Molina	9.410	27,22	54,44		60	98	18.482	53,48	106,96	
Lontué	2.754	7,97	15,94		56	90	6.567	19,00	38,00	
	64.734	187,30	374,6	70	425,5		130.363	377,20	754,40	
<u>Provincia de Talca</u>										
Curepto	1.867	5,40	10,80	9	-	90	2.771	8,02	16,04	
Putú	663	1,92	3,84	9	-	75	1.424	4,12	8,24	
	2.530	7,32	14,64	18	-		4.195	12,14	24,28	
TOTAL AREA	71.566	207,07	414,14	113	441,5		141.914	410,62	821,24	

ANEXO B - 6.2

**ESTIMACION DE CAUDALES DEMANDADOS EN 1970 Y
PROYECCION DE LA DEMANDA PARA EL AÑO 2.000**

A N E X O B - 6.2

"ESTIMACION DE CAUDALES DEMANDADOS EN 1970 Y PROYECCION DE LA DEMANDA AL AÑO 2000"

	Población		Dotación	Consumo medio diario		Caudal medio diario		Caudal Máximo diario		Caudal de Bombeo	
	1970	2000		1970	2000	1970	2000	1970	2000	1970	2000
	(Hab)	(Hab)	(l/h/d)	(m ³ /d)	(m ³ /d)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)	(l/s)
<u>Provincia de Colchagua</u>											
Grupo I	4.302	7.356	250	1.075,5	1.839,0	12,45	21,28	18,67	31,92	24,90	42,56'
Grupo II	12.147	17.222	120	1.457,6	2.066,6	16,87	23,92	25,31	35,88	50,61	71,76''
Grupo III	15.326	21.730	60	919,6	1.303,8	10,64	15,09	15,96	22,64	10,64	15,09'''
TOTAL:	31.775	46.308		3.452,7	5.209,4	39,96	60,29	59,94	90,44	86,15	129,41
<u>Provincia de Curicó</u>											
Grupo I	64.730	130.363	250	16.182,5	32.590,8	187,30	377,21	280,95	565,81	374,60	754,42
Grupo II	37.143	33.724	120	4.457,2	4.046,8	51,59	46,84	77,39	70,26	154,77	140,52
Grupo III	46.868	42.552	60	2.812,1	2.553,1	32,55	29,55	48,83	44,33	32,55	29,55
TOTAL:	148.741	206.639		23.451,8	39.190,7	271,44	453,60	407,17	680,40	561,92	924,39
<u>Provincia de Talca</u>											
Grupo I	2.530	4.195	250	632,5	1.048,8	7,32	12,14	10,98	18,22	14,64	24,28
Grupo II	6.435	8.639	120	772,2	1.036,7	8,94	12,00	13,41	18,00	26,82	36,00
Grupo III	8,20	10.902	60	487,2	654,1	5,64	7,57	8,46	11,34	5,64	7,57
TOTAL:	17.085	23.736		1.891,9	2.739,6	21,90	31,71	32,85	47,56	47,10	67,85
TOTALES GENERALES											
AREA DEL ESTUDIO:	197.601	276.683		28.796,4	47.139,7	333,30	545,60	499,96	814,40	694,17	1.121,65

NOTA 1: Los caudales de bombeo para localidades urbanas de más de 600 hab. Grupo I, (con dotaciones estimadas actuales y futuras de 250 l/h/d) se consideran iguales al doble del caudal medio diario.

NOTA 2: Los caudales de bombeo para localidades del Grupo II (Dotación de 120 l/h/d) se consideran como 3 veces el caudal medio.

NOTA 3: Los caudales del Grupo III no serán bombeados y por tanto se consideran iguales al caudal medio diario.

ANEXO B - 6.3.

**CAPACIDAD DE PRODUCCION DE
LOS SONDAJES DEL AREA**

A N E X O B - 6.3

CAPACIDAD DE PRODUCCION DE LOS SONDAJES EXISTENTES EN EL AREA.

REGION PROVINCIA COMUNA	SONDAJE	NOMBRE	AGUA POTABLE		INDUSTRIA AZUCARERA	INDUSTRIA ACEITERA	INDUSTRIA VINICOLA, FRUTICOLA Y OTROS. (l/8)		
			D. O. S.	S. N. S.					
REGION VII									
Provincia de Curicó									
Curicó	34°50' 71°10'	B-1 Fundo El Monte					78		
		B-2 Viña Santa Olga							
		C-1 Tutuquén		15			41		
		C-2 Fundo Las Melosas					84		
		D-1 A. P. Curicó	10						
		D-2 A. P. Curicó	70						
		D-3 A. P. Curicó	64						
		D-4 A. P. Curicó	36						
		D-5 A. P. Curicó	55						
		D-6 A. P. Curicó El Bordo	66						
	D-7 A. P. Curicó El Bordo	70							
	D-8 Enafri					1			
	D-9 Enafri					20			
	D-10 Pueblo Sarmiento		15						
	D-11 Central Frutícola					25			
	D-12 Fundo Santa Ana					70			
	D-20 Fundo Santa Gloria					100			
	D-21 A. P. Curicó - El Bordo	60							
	D-22 A. P. Curicó - El Bordo	60							
	D-23 A. P. Curicó - El Bordo	60							
	D-24 Viña Santa Elisa					30			
	D-25 Asentamiento Los Cristales					12			
	D-26 Coop. Agrícola Balmaceda					40			
	35°00' 71°10'	B-1 Asentamiento El Salvador					40		
		B-2 IANSA Curicó			39,5				
B-3 IANSA Curicó				46,0					
B-4 Asentamiento San Alberto						22			
D-1 Huerto Montecarlo						17			
			551	30	85,5		580		
Romeral	34°50' 71°00'	C-1 A. P. Romeral	10,6						
		C-2 A. P. Romeral	12,0						
		C-3 Fundo					72		
		C-4 A. P. Romeral							
		C-5 A. P. Romeral							
		C-6 A. P. Romeral							
		D-1 Asentamiento Guaico					5		
			22,6				77		
Teno	34°50' 71°00'	A-1 A. P. Teno	22						
		A-2 A. P. Teno	22						
		A-3 Endesa San Rafael					25		
		B-1 Asentamiento Cisne					40		
		B-2 Asentamiento Sta. Susana					4		
	34°50' 71°10'	A-1 A. P. Cornalle		10					
		A-2 Viña Santa Julia					100		
		A-3 Fundo Las Moreras					50		
		D-13 Fundo Montecristo					63		
		D-14 Chacra San Joaquín					48,5		
		D-15 Viña El Yalu					61		
		D-16 Comite Las Acacias					65		
		D-17 Fundo Santa Clara					60		
		D-18 Fundo San Francisco					65		
		D-19 Chacra Esperanza					60		
					44	10			641,5
		Rauco	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -
		Licantén	34°50' 71°50'	C-1 A. P. Licantén	18				
				C-2 A. P. Licantén					
C-3 A. P. Licantén	17								
			35						
Vichuquén	- -	- -	- -	- -	- -	- -	- -		
Hualañé	34°50' 71°40'	C-1 A. P. Hualañé	48						
		C-2 A. P. Hualañé	16,5						
		C-3 A. P. Hualañé	16						
			80,5						
Provincia de Talca									
Curepto									
Molina	35°00' 71°10'	A-1 A. P. Lontué	20						
		A-2 A. P. Lontué	25						
		A-3 Viña Casablanca					75		
		A-4 Pueblo Santa Rosa-Lontué		15					
		C-1 A. P. Molina	20						
C-2 A. P. Molina	20								
			85	15			75		
Sagrada Familia	34°50' 71°20'	D-1 A. P. Pueblo Lo Valdivia		8					
		A-5 Aceites y Alcoholes Patria				25 (15)			
	35°00' 71°20'	A-1 Asentamiento Nueva Esperanza					35		
		35°00' 71°30'	B-1 Pueblo Villa Prat						
B-2 Pueblo La Huerta									
B-3 Pueblo La Huerta		15							
B-4 A. P. Villa Prat	3								
			3	23		25 (15)	35		
TOTALES			821,1	78	85,5	25 (15)	1.408,5		

ANEXO B - 6.4

**INDUSTRIAS EN LA CUENCA DEL MATAQUITO,
NOMINAS PARA EVALUAR POSIBLE CONTAMINACION**

ANEXO B-6.4

INDUSTRIAS EXISTENTES EN LA CUENCA DEL MATAQUITO Y VECINAS. LISTADO PARA EVALUAR POSIBLE CONTAMINACION

COMUNA	Nº Establ. Censo Industrial	Clasif. Industrial Uniforme N° Actividad económica	SUBSECTOR	Nº	MATERIA PRIMA	PROCESAMIENTO		PRODUCCION		PRODUCTO
						ANUAL	UNID.	ANUAL	UNID.	
REGION VI										
PROVINCIA COLCHAQUI										
PICHILEMU	7	3.111	Matanza de ganado	Matadero y Centro de beneficio	1	Vacunos, Cerdos y ovejas	Muy bajo		Muy bajo	
		3.114	Elab. pescados y otros productos del mar	Pescados y mariscos	1	-	Sin datos		Sin datos	
MACHIGUE	-	3.121	Elab. prod. alimenticios diversos	Criaderos y faenamiento de aves	1	-	Sin datos		Sin datos	
PURBANGUE	2	3.111	Matanza de ganado	Matadero y centro de benef.	2	Vacunos, cerdos y ovejas	Muy bajo		Muy baja	
LOLAI	7	1.111	Matanza de ganado	Matadero y centro de benef.	1	Vacunos, cerdos y ovejas	Mediano		Mediana	
PARETONES	2	3.111	Matanza de ganado	Matadero y centro de benef.	1	Vacunos, cerdos y ovejas	Mediano		Mediana	
		3.112	Industrias Lácteas	Lecherías	1	Leche	Sin datos		Sin datos	
		3.311	Aserradero	Maderera	1	Madera	Sin datos		Sin datos	
REGION VII										
PROVINCIA CURICO										
Curicó	95	3.111	Prep. y Conserv. Carne	Chacinería	4	Carne de Cerdo	442	Ton-	382	Ton
		3.111	Matanza de Ganado	Matadero y centro de beneficio	2	Vacunos	6.779	Nº	1.753	Ton
						Ovinos	1.785	Nº	31	Ton
						Porcinos	6.699	Nº	455	Ton
		3.112	Industrias Lácteas	Helados	3	Leche	65.000	Lt.	90.000	Lt.
		3.113	Conservas de frutas	Frigoríficos	8	Manzanas, Peras	905.600	Cajas	18.112	Ton
		3.113	Envasado de frutas	Embalaje frutas	32	Manzanas, Peras	1.675.300	Cajas	33.506	Ton
		3.316	Prod. molinería	Molinos de Trigo	3	Trigo	338.000	qqa	236.440	qqa
		3.316	Prod. molinería	Fideos	1	Harina			3.068	Ton
		3.316	Prod. molinería	Industria arroceras	1	Arroz	1.347	Ton	1.076	Ton
		3.117	Fabrica prod. panadería	Panadería	13	Harina	Sin datos		Sin datos	
		3.118	Fabrica y Ref. de azúcar	Arúcar	1	Remolacha	116.407	Ton	15.400	Ton
		3.121	Elaboración Prod. alimenticios diversos	Industrias Hortaliceras	1	Hortalizas y otros	367	Ton	450	Ton
		3.121	Elaboración de Prod. alimenticios diversos	Industria Hortalicera	1	Aji, Pimentón	48	Ton	40	Ton
		3.122	Fábrica y Refinería azúcar	Arúcar	1	Remolacha			5.600	Ton
		3.132	Industria Vinícola	Vendimia uva	40	Uvas			265.000	a
									2.081	a
		3.132	Industria vinícola	Elaboración	11	Uvas			708.000	a
		3.132	Industria vinícola	Aprov. sub-productos	1	Borras	3.000	Ton	600	Ton
		3.132	Industria vinícola	Aprov. sub-productos	1	Vinagre			118.400	Lt
		3.220	Fabr. prendas vestir	Géneros	3	Prendas vestir	Sin datos		Sin datos	
		3.231	Curtidurías y Talleres	Curtiembre	1	Cueros	Sin datos		Sin datos	
		3.233	Fábrica prod. de cueros	Cuero	1	Monturas y otros	Sin datos		Sin datos	
		3.240	Fábrica de calzado	Cuero	1	Calzado	Sin datos		Sin datos	
		3.311	Aserradero	Madera	4	Madera	Sin datos		Sin datos	
		3.420	Imprenas, Editoriales	Imprenta	1	Papel	Sin datos		Sin datos	
		3.693	Fábrica prod. cemento para construcción	Fábrica de Baldosas y Tubos	1	Cemento	Sin datos		Sin datos	
		3.813	Fábrica Prod. metálicos estructurales	Estructuras metálicas	1	Acero	Sin datos		Sin datos	
		3.819	Fábrica prod. metálicos ep.	Acero	1	Acero	Sin datos		Sin datos	
		3.822	Const. máquin. y equip.agric.	Implementos agrícolas	1		Sin datos		Sin datos	
Bombal	18	3.112	Industrias Lácteas	Lechería	1	Leche	300.000	Lts.	27.000	Eg
		3.113	Industria frutícola	Deshidratación uvas	1	Uvas	130	Ton	24	Ton
		3.113	Industria frutícola	Embalaje fruta	9	Manzanas, Peras	737.000	Cajas	14.740	Ton
						Quindas	22.000	Cajas	230	Ton
		3.117	Fábr. Prod. panadería	Pañ	1	Harina	Sin datos		Sin datos	
		3.132	Industria vinícola	Vendimia uvas	24	Uvas			139.000	a
									280	a
		3.132	Industria vinícola	Elaboración	5	Uvas			49.000	a
Yeno	12	3.111	Matanza de Ganado	Mataderos y Centros de Benefic.	2	Vacunos	1.200	Nº	312	Ton
						Ovinos	400	Nº	7	Ton
						Porcinos	500	Nº	3,7	Ton
		3.112	Industrias Lácteas	Helados	1	Leche	9.000	Lt	4.800	Lt
		3.117	Fábrica Prod. panadería	Panadería	1	Harina	Sin datos		Sin datos	
		3.132	Industria vinícola	Vendimia uvas	11	Uvas			16.884	a
									555	a
Sanco	5	3.121	Elaboración Prod. alimenticios diversos	Jugos concentrados	1	Manzana	80.000	Cajas	1.600	Ton
								(Cap. inst.)		
		3.132	Industria vinícola	Elaboración	1	Uvas			21.810	a
		3.132	Industria vinícola	Vendimia uva	34	Uvas			73.852	a
									1.236	a
		3.140	Industria del tabaco	Horneado	1	Tabaco	(75/76) 7.620	qqa	12.480	qqa
Licantén	3	3.111	Matanza de Ganado	Mataderos y Centros de Benef.	1	Vacunos	230	Nº	59	Ton
						Ovinos	100	Nº	1,7	Ton
						Porcinos	250	Nº	17	Ton
		3.112	Industrias Lácteas	Helados	1	Leche	3.000	Lts	5.400	Lts.
		3.112	Industrias Lácteas	Lechería	1	Leche	511.000	Lts	36.000	Eg
		3.132	Industria Vinícola	Vendimia uva	42	Uvas			16.750	a
									1.364	a
Victoria	6	3.132	Industria vinícola	Vendimia uva	35	Uvas			12.218	a
									1.298	a
Palau	7	3.111	Matanza de Ganado	Matadero y Centros de Benef.	1	Vacunos	250	Nº	65	Ton
						Ovinos	150	Nº	2,6	Ton
						Porcinos	400	Nº	27	Ton
		3.116	Prod. molinería	Molino	1	Trigo	14.400	qqa	5.101	qqa
		3.132	Industria vinícola	Productores	29	Uvas			21.838	a
									1.517	a
		3.132	Industria vinícola	Elaboración	1	Uvas			16.907	a
									(Cap. inst.)	
		3.140	Industria del Tabaco	Horneado	1	Tabaco	(75/76) 1.680	qqa	2.100	qqa
REGION VIII										
PROVINCIA DE TALCA										
Curepto	3	3.112	Industrias Lácteas	Lechería	1	Leche	120.000	Lts	10.300	Eg
		3.140	Industria del Tabaco	Horneado	1	Tabaco	(75/76) 180	qqa	300	qqa
Molina	82	3.111	Matanza de ganado	Matadero y Centros de Benefic.	1		Sin datos		Sin datos	
		3.111	Prep. y Conserv. carnes	Chacinería	3	Carne de Cerdo	60.650	kg	30.900	kg
		3.112	Industria Lácteas	Lechería	1	Leche	133.400	Lts	11.801	kg
		3.113	Conservación fruta	Frigorífico	3	Manzanas, Peras	69.000	Cajas	1.380	Ton
		3.116	Productos de Molinería	Molino	1	Trigo	96.597	qqa	89.026	qqa
		3.117	Productos de Panadería	Panadería	2	Harina	Sin datos		Sin datos	
		3.121	Elaboración Prod. alimenticios diversos	Jugos concentrados	8	Manzanas, Peras	434.000	Cajas	8.680	Ton
		3.132	Industrias vinícolas	Productoras	278	Uvas			415.587	a
		3.132	Industrias vinícolas	Elaboración	10	Uvas			415.587	a
Sagrada Familia	28	3.111	Matanza de Ganado	Mataderos y Centros de Benef.	2		Sin datos		Sin datos	
		3.115	Fábrica de Aceite	Aceite	1	Aceitunas	313.995	kg	48.454	Lts
						Maravilla	3.172	Ton	11.500	Ton
						Soya	288	Ton	Sin datos	
						Papa de uva	3.500	Ton	Sin datos	
		3.117	Fábrica de Prod. Panadería	Panadería	1	Harina	Sin datos		Sin datos	
		3.121	Elaboración Prod. alimenticios diversos	Industria hortaliza	2	Aji - Pimentón	190	Ton	180	Ton
		3.121	Elaborac. Prod. Alimenticios diversos	Jugos concentrados	3	Manzanas - Peras	90.000	Cajas	1.800	Ton
						Ciruelas	20.000	Cajas	200	Ton
		3.121	Elaboración Prod. Alimenticios diversos	Criadero y faenam. de aves	1		Sin datos		Sin datos	
		3.132	Industria vinícola	Productores	136	Uvas			378.475	a
		3.132	Industria vinícola	Elaboración	5	Uvas			74.759	a
									(Cap. inst.)	
		3.140	Industria del Tabaco	Horneado	1	Tabaco	(75/76) 7.620	qqa	12.480	qqa

ANEXO B - 6.5

**ESTIMACION DEL CONSUMO DE AGUA
DE LAS INDUSTRIAS DEL AREA**

ANEXO B - 6.5

ESTIMACION DEL CONSUMO DE AGUA POR LAS INDUSTRIAS DEL AREA EN BASE A CONSUMOS UNITARIOS POR PRODUCCION

REGION PROVINCIA COMUNA	Industrias Lacteas (m ³ /año)	Industrias de carne (m ³ /año)	Mataderos y centros de benef. (m ³ /año)	Industria Azucarera (m ³ /año)	Industria Arrocera (m ³ /año)	Industria Aceitera (m ³ /año)	Industria Cerealera (m ³ /año)	Industria Hortalicera (m ³ /año)	Industria Embalaje y varios (m ³ /año)	Frutícola Frigorí- ficos (m ³ /año)	Aprovecham. Sub-product. (m ³ /año)	Industria Vinícola		Total (m ³ /año)	Medio Anual (m ³ /seg)	Máximo Instantáneo (lt/seg.)	Capacidad Sondaje (l/s)
												Bodegas Product. (m ³ /año)	Bodegas Elaborad. (m ³ /año)				
REGION VII																	
Provincia Curicó																	
Coricó	325	1.887	8.999	2.095.326	5.388		167.472	5.358	134.024	72.448	46.770	45.476	120.508	2.703.981	0.08574	857.40	665.5
Romeral	1.500								60.360			23.773	8.339	93.972	0.00298	29.80	77.0
Teno	45		1.291									97.224		98.560	0.00315	31.50	641.5
Rauco												12.774	3.708	22.882	0.00073	7.30	
Licantén	2.555		314									3.079		5.948	0.00019	1.90	
Vichuquén												2.298		2.298	0.00007	0.70	
Hualañé			380				5.760					3.970	2.874	12.984	0.00041	4.10	
	4.425	1.887	10.984	2.095.326	5.388		173.232	5.358	200.784	72.448	46.770	188.594	135.429	2.940.625	0.09327	932.70	1.384.0
REGION VII																	
Provincia Talca																	
Carepto	600														0.00002	0.20	
Molina	682	243							38.639			34.720		293.625	0.00948	94.80	75.0
Sagrada Familia							145.480					250.984		921.587	0.02922	292.20	60.0
	1.282	243					145.480		38.639			285.704	83.488	364.275	0.03872	387.20	135.0
# Este valor significa un caudal medio de: $\frac{4.161.884 \text{ m}^3/\text{año}}{365 \text{ días/año} \times 86.400 \text{ seg/día}} = 0.132 \text{ m}^3/\text{seg.}$														TOTALES 4.161.884 # 0.132 (m ³ /seg) 1.320 (l/s) 1.519. - (l/s)			

ANEXO B - 6.6**CONSUMO INDUSTRIAL DE AGUA POR TONELADA
DE MATERIA PRIMA ELABORADA**

A N E X O B - 6.6CONSUMO INDUSTRIAL DE AGUA POR TONELADA DE MATERIA PRIMA
ELABORADA.

	<u>CONSUMO DE AGUA m³/ton.</u>
INDUSTRIAS LACTEAS	5
INDUSTRIAS DE LA CARNE	4
MATADEROS Y CENTROS DE BENEFICIO	4
INDUSTRIA AZUCARERA (REMOLACHA)	18
INDUSTRIA ARROCERA	4
INDUSTRIA ACEITERA	20
INDUSTRIA CEREALERA (MOLINO Y FIDEOS)	4
INDUSTRIA HORTALICERA (Pickles, Vinagre y Salsa de Ají)	10
INDUSTRIA FRUTICOLA (EMBALAJE Y DESHIDRATACION)	4
INDUSTRIA FRUTICOLA (FRIGORIFICOS)	4
INDUSTRIA VINICOLA (APROVECHAMIENTO SUB - PRODUCTOS)	15
INDUSTRIA VINICOLA (BODEGAS PRODUCTORAS)	15
INDUSTRIA VINICOLA (BODEGAS ELABORADAS)	15
INDUSTRIA DEL TABACO (HORNEADO Y PROCESADO)	4

ANEXO B - 6.7

PRODUCCION DE LAS INDUSTRIAS DEL AREA

A N E X O B - 6.7

PRODUCCION DE LAS INDUSTRIAS DEL AREA POR RUBRO Y POR COMUNA

REGION PROVINCIA COMUNA	Industrias Lacteas	Industrias de la carne	Mataderos y centros de benef.	Industria Azucarera	Industria Arrocera	Industria cerealera	Industria hortalic.	Industria embalaje y varios	Frutícola frigorífi- cos	Aprovech. sub-pro- ductos	Industria Bodegas productoras	Vinícola Bodegas elaborad.
	(Lts)	(Kg.)	(Ton. m.)	(Ton. m.)	(Ton. m)	(qq. m.)	(Ton. m.)	(Ton. m.)	(Ton. m.)	(Ton. m)	(Arrobas)	(Arrobas)
<u>REGION VII</u>												
<u>Provincia Curicó</u>												
Curicó	65.000	471.820	2.249,77	116.407	1.347	418.680	535,8	33.506	18.112	3.118	267.509	708.873
Romeral	300.000							15.090			139.838	49.056
Teno	9.000		322,74								571.904	
Rauco								1.600			75.138	21.810
Licantén	511.000		78,55								18.114	
Vichuquén											13.516	
Hualañé			94,83			14.400					23.355	16.907
	885.000	471.820	2.745,89	116.407	1.347	433.080	535,8	50.196	18.112	3.118	1.109.374	796.646
	Lacteas	Carne	Matadero	Azucarera	Aceitera	Cerealera	Hortalic.	Embalaj.	Frutícola	Sub-p.	B. product.	B. elaborad.
<u>REGION VII</u>												
<u>Provincia de Talca</u>												
Curepto	120.000											
Molina	136.400	60.650				96.597		8.680	20.872		415.588	415.587,7
Sagrada Familia					7.274			62.746			1.727.204	1.361.751
	156.400	60.650			7.274	96.597		71.426	20.872		2.142.792	1.777.338,7

ANEXO B - 6.8**ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DESDE
FUENTES SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS**

A N E X O B - 6.8ABASTECIMIENTO ACTUAL DE AGUA POTABLE DESDE FUENTES
SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS.(LOCALIDADES DE MAS DE 600 HABITANTES)

	Capacidad de las		Porcentaje Población Abastecida	Demanda Caudal Medio diario	Año 2000 Caudal Bombeo
	Superficial (l/s)	Subterránea (l/s)			
<u>I. - Cuenca Pichilemu</u>					
Pichilemu	25	8	98	13	30
<u>II. - Cuenca de Nilahue</u>					
Lolol	--	10	90	5	11
<u>III. - Cuenca Vichuquén</u>					
Paredones	--	--	0	2	6
<u>IV. - Cuenca Mataquito</u>					
Romeral	--	18	62	10	25
Teno	--	35	90	17	38
Curicó	70	180	95	270	608
Comalle	--	2,5	90	2,5	6
Lontué	--	56	90	20	45
Molina	--	60	98	52	120
Rauco	--	15	50	7	16
Sagrada Familia	--	1	90	2,3	5
Villa Prat	--	6	90	4,5	10
La Huerta	--	5,5	90	1,3	3
Hualañé	--	44	100	7	16
Licantén	--	38	70	10	23
Curepto	9	--	90	8	19
Convento Viejo	--	1,5	90	1,5	3
Rauquén	--	--	0	1,5	3
Casablanca	--	--	0	2	4,5
<u>V. - Cuenca Huenchullami</u>					
Putú	9	--	75	4	6
TOTALES	113 (l/s)	480,5 (l/s)		440,6 (l/s)	997,5 (l/s)

ANEXO B - 6.9

RESUMEN DE DEMANDAS DE AGUA

A N E X O B - 6.9

RESUMEN DE DEMANDAS DE AGUA

Fuente Superficial				Fuente subterránea			
Consumo medio		Caudal máx. inst.		Consumo medio		Caudal máx. inst.	
1977	2000	1977	2000	1977	2000	1977	2000
(m3/año)	(m3/año)	(l/s)	(l/s)	(m3/año)	(m3/año)	(l/s)	(l/s)

DEMANDA DE AGUA POTABLE

VI REGION

Prov. Colchagua	0,252x10 ⁶	0,38x10 ⁶	17,23	25,88	1,008x10 ⁶	1,521x10 ⁶	68,92	103,53
Total región	0,252x10 ⁶	0,38x10 ⁶	17,23	25,88	1,008x10 ⁶	1,521x10 ⁶	68,92	103,53

VII REGION

Prov. Curicó	1,712x10 ⁶	2,86x10 ⁶	112,38	184,88	6,848x10 ⁶	11,443x10 ⁶	449,54	739,51
Prov. Talca	0,138x10 ⁶	0,20x10 ⁶	9,42	13,57	0,553x10 ⁶	0,800x10 ⁶	37,68	54,28
Total región	1,85 x10 ⁶	3,06x10 ⁶	121,80	198,45	7,401x10 ⁶	12,243x10 ⁶	487,22	793,79
Totales del área	2,102x10 ⁶	3,44x10 ⁶	139,03	224,33	8,409x10 ⁶	13,764x10 ⁶	556,14	897,32

DEMANDA DE AGUA INDUSTRIAL

VII REGION	2,081x10 ⁶	2,660x10 ⁶	660,00	843,5	2,08 x10 ⁶	2,660x10 ⁶	660,00	843,50
	2,081x10 ⁶	2,660x10 ⁶	660,00	843,5	2,08 x10 ⁶	2,660x10 ⁶	660,00	843,50

DEMANDA TOTAL DEL AREA

VI REGION	0,252x10 ⁶	0,38x10 ⁶	17,23	25,88	1,008 x10 ⁶	1,521x10 ⁶	68,92	103,53
VII REGION	3,931x10 ⁶	5,720x10 ⁶	781,80	1,041,95	9,481 x10 ⁶	14,903x10 ⁶	1.147,22	1.637,29
AREA DEL ESTUDIO	4,183x10 ⁶	6,10x10 ⁶	799,03	1,067,83	10,489x10 ⁶	16,424x10 ⁶	1.216,14	1.740,82

ANEXO B - 7.1**RESULTADO DE ANALISIS DE CALIDAD DE AGUAS**

A N E X O B - 7.1RESULTADO DE LOS ANALISIS DE CALIDAD DE AGUAS1. - Calidad de las aguas para uso agrícolaClasificación USSLS:

Conductancia específica: El peligro de salinidad determinado por la conductancia específica es entre medio y bajo en la mayoría de las Estaciones controladas, con excepción de las Estaciones:

Curso superior del Teno

Estación 3 : Teno en la alta cordillera.

8 : Teno en la alta cordillera.

18 : Teno en Los Queñes.

Curso superior de Hoya Lontué	Estación 47 : y 48 : Baños de Azufre 1 y 2 en la alta cordillera.
Curso inferior del Mataquito	Estación 42 : En la desembocadura.
Curso inf. Lontué en Río Seco	Estación 52 : Contaminación de Al- coholes y Aceites Pa- tria en Viña La For- tuna.
Cuenca del Llico	Practicamente toda la Cuenca que se desarrolla en la Costa.

Es decir, los pocos lugares en que tienen proble-
mas se encuentran principalmente en la alta cordillera y en las de-
sembocaduras, además de la contaminación introducida por indus-
trias.

La razón de absorción de Sodio (SAR) en la Cuenca
es en la inmensa mayoría, bajo, encontrándose problemas solamente
en:

Desembocadura del Estero Iloca	(Estación 43)
Cuenca del Llico	(Estaciones 4 V y 5 V)
Curso inf. Río Lontué-Estero Seco	Desague de alcoholes y Aceite Patria (Estación 52) (Contamina- ción).
Curso sup. Río Lontué	Termas de San Pedro, Alta Cordillera. (Estación 45)
Curso inf. Río Mataquito	(Estación 42) Desembocadura (Estación 40) Río Mataquito en Hualañé.

Es decir, existe algún problema en la alta Cor-
dillera del río Lontué, desembocadura del Iloca, Llico y Mataquito
y por la contaminación de Alcoholes y Aceites Patria sobre el estero
Seco, afluente del Lontué en su curso inferior.

Las Clasificaciones USSLS de las aguas del área en estudio son en general $C_1 - S_1$ y $C_2 - S_1$, salvo en las estaciones:

Desembocadura del Estero Iloca	$C_4 - S_4$
Desembocadura del Río Mataquito	$C_3 - S_1$
Curso superior Cuenca Río Lontué (Alta Cordillera) (Baños de Azufre)	$C_3 - S_1$
Curso superior Río Teno (Antes del Malo en Alta Cordillera)	$C_3 - S_1$
Cuenca del Llico (Estaciones 3 V y 4 V)	$C_4 - S_3$
Canal de desagüe de Alcoholes y Aceites Patria en Viña La Fortuna	$C_3 - S_1$

Es decir, de acuerdo a la Clasificación USSLS prácticamente todas las aguas que se utilizan para regar en el área en estudio tienen muy buenas características en cuanto a contenido de Sodio, alcalinidad y por lo tanto son aptas para regadío con muy pocos problemas.

b) Contenido de Boro:

La gran mayoría de las aguas del área en estudio tienen un contenido de Boro satisfactorio para todos los cultivos.

Existen algunas limitantes de menor importancia para los cultivos sensibles al Boro en:

Río Claro	Estaciones 19 y 20
Cuenca Lontué-Curso Medio-Estero Upeo en Upeo.	Estación 33

Se requiere cultivos semi tolerantes al Boro, pues los sensibles tienen disminución de rendimiento y vigor en:

Cuenca Río Lontué - Curso Superior (Río Pa-	Estaciones 27 y 28
los y Río Colorado)	
Cuenca Río Teno Curso Medio	Estación 21 A.

Existirían problemas importantes de rendimiento en el Curso Superior del Lontué, en los Baños de Azufre, de acuerdo a lo controlado por la Estación 45. -

c) Concentración de micro-elementos:

El grupo de Estaciones en que se controla el hierro indican valores inferiores a las concentraciones máximas recomendables, salvo en las Estaciones 47 y 48 en Baños de Azufre (Alta Cordillera de la Cuenca del Lontué) en que se controlaron 20 mg/l (máximo recomendable es 5 mg/l).

El cobre fue controlado en un grupo importante de Estaciones de la Cuenca, con concentraciones nulas de Cobre, salvo:

Cuenca inferior Río Lontué (Canal de desague Alcoholes y Aceites Patria)	8,72 mg/l de cobre
Curso inferior Río Lontué (En entrada y salida de IANSA)	1.00 mg/l
Mataquito en Licantén	0.18 mg/l

d) Valores del pH

Considerando las aguas para cultivos como verduras, frutillas, cítricos y otros cultivos, se puede apreciar en los análisis que los pH no exceden de 9,0 ni son inferiores a 5,5; es decir, no tienen problemas para usarlas en riego.

Las únicas excepciones, en que el pH excede 9,0 son:

Estación 39 : Río Mataquito en La Huerta	9,50	(17/3/76)
	9,50	(16/2/77)
	9,60	(16/3/77)
Estación 40 : Río Mataquito en Hualañé	9,10	(16/3/77)
	9,20	(23/9/77)
Estación 51 : Canal Desague Aceites Patria antes del Río Seco	9,60	(29/1/76)
	9,20	(16/3/77)
	10,00	(22/9/77)
Estación 52 : Desague Aceites Patria en Viña La Fortuna	9,00	(20/4/77)

e) Oxigenación relativa:

La oxigenación relativa controlada en los Tests DR-EL/2 indican saturaciones que alcanzan el 191%; sin embargo, en los siguientes puntos baja de 50% y hay problemas:

Estación 51 : Canal receptor desague Alcoholes Patria antes del Río Seco.	0 %	(20/10/76)
	18 %	(29/12/76)
	0 %	(26/10/77)
Estación 60 : Pozo Viña La Fortuna	41 %	(20/10/77)
Estación 53 : Salida tranque IANSA	13 %	(22/ 9/77)

f) Aceites:

Existe una situación de cuidado en el desague de 'Alcoholes y Aceites Patria' en que en el canal receptor se controló 315 mg/lt (18/10/77) en el nudo 5B a 30 mt aguas abajo de la descarga, y 42 mg/lt (18/10/77) a 80 mt de dicho nudo. Los valores máximos aceptables son 3 mg/lt. Estos fueron los únicos puntos en que se controló grasas. -

g) Temperatura:

En los Tests DR-EL/2 de la D.G.A., se detectó temperaturas de 51°C en Viña La Fortuna (Estación 52) el 11/11/76 y 40°C y 38°C en diversas oportunidades en 1977, alcanzando 50°C el 26/10/77. El Canal de regadío receptor del desague tenía 32°C en Abril de 1977. Es decir, se excede el máximo aceptable de las Normas Internacionales y criterios nacionales.

2. - Calidad de las aguas en las fuentes para abastecimiento de agua potable.

a) Control de DBO (5 días) mg/l. -

La DBO fue controlada por la División de Higiene Ambiental según los análisis de Agua incluidos en la Tabla A. El resto de los análisis con que se cuenta no controlaron la DBO. En todo caso los análisis indican valores de la DBO antes de recibir las descargas de aguas servidas.

Río Guaiquillo antes descargas de Curicó

(Nudo 2 A): DBO (20°C): 3, 3 y
4, 7 mg/l.

Canal de riego receptor descarga de aguas servidas de Molina, antes de la descarga

(Nudo 7 A): DBO(20°C): 2, 0 mg/l

Estero Seco antes descarga laguna de estabilización de Lontué

(Nudo 6 A): DBO(20°C): 2, 0 y
1, 3 mg/l

Estero Seco antes descarga de Alcoholes y Aceites Patria

(Nudo 5 A): DBO(20°C): 1, 5 y
3, 0 mg/l

Es decir, prácticamente todos los valores de DBO medidos por la División de Higiene Ambiental en los puntos antes de las descargas de aguas servidas al Guaiquillo, Estero Seco y Canal San José de Molina indican aguas que cumplen con el requisito correspondiente de la Norma para ser usadas como fuentes de agua potable.

b) Oxígeno disuelto.

Todos los valores de oxígeno medido por la División de Higiene Ambiental, en los puntos antes de las descargas de aguas servidas controlados indican que los cursos son aptos como fuentes de agua potable:

<u>Curso de agua</u>	<u>Nudo</u>	<u>Oxígeno disuelto</u> (mg/l)
Guaiquillo	2 - A	5,0 y 11,0
Estero Seco (Panamericana)	6 - A	8,5 y 9,4
Estero Seco (Aceites Patria)	5 - A	9,5 y 8,2
Canal de Riego en Molina	7 - A	8,1

Los valores controlados por los Tests de la DGA señalan valores de oxígeno disuelto superiores al mínimo exigido por la Norma N CH 777 en todos los puntos controlados, salvo en:

Canal aceptor de Alcoholes y Aceites Patria antes de descargar al Río Seco	: 0,0 ppm/20/10/76 1,6 ppm/29/12/76 0,0 ppm/26/10/77
Salida tranque IANSA	: 1,2 ppm/29/ 9/77

c) Saturación de O₂ (%)

De los análisis realizados por la DGA se deduce que el % de saturación de O₂ supera al 75 % en la gran mayoría de las Estaciones controladas, es decir, buena calidad.

Supera el 60 % en las estaciones:

60 Pozo Viña La Fortuna (Anexo a Aceites Patria)	65 %
51 Desague de Aceites Patria a Canal aceptor (Afluente Río Seco)	67 %
51 Canal de Regadío aceptor del desague de Aceites Patria	63 %

Es decir, son de calidad regular como fuente, des
de este punto de vista.

51	Canalceptor desague Aceites Patria antes Río Seco.	(20/10/76)	0,0 %
51	Canalceptor desague Aceites Patria antes Río Seco.	(20/12/76)	18,0 %
51	Canalceptor desague Aceites Patria antes Río Seco.	(26/10/77)	0,0 %
60	Pozo Viña La Fortuna (Casa Sr. Al- berto González)		41,0 %
53	Salida Tranque IANSA	(22/ 6/77)	49,0 %
		(27/ 7/77)	58,0 %
		(22/ 9/77)	13,0 %

Son por lo tanto de calidad deficiente como fuente de agua para
agua potable.

d) Turbiedad:

Los Test determinaron turbiedad en las Estaciones:

18	Río Teno antes del Claro (Los Queñes)	0,35 (FTU)
22	Río Teno en Rauco	9,00 (FTU)
39	Río Mataquito en la Huerta	50,00 (FTU)
41	Río Mataquito en Licantén	8,00 (FTU)

Según las Normas Internacionales para el agua potable, dadas por
la Organización Mundial de la Salud de los valores de turbidez se
deduce que el agua del Río Teno antes del Río Claro (Los Queñes)
está bajo la concentración máxima deseable (5 unidades FTU); el
agua del Río Teno en Rauco y del Río Mataquito en Licantén, su-
peran éste, pero no alcanzan el valor de 25 unidades FTU de la
concentración máxima admisible y, el Río Mataquito, en la Huer-
ta, supera este valor.

e) Cloruros :

Los análisis químicos de la D.G.A. señalan valores de Cloruros que indican aguas de buena calidad, salvo:

Estación 18	: Río Claro en Los Queñes	: Regular
Estación 43	: Estero Iloca en desembocadura	: Deficiente
Estación 3	: Río Teno antes Río Malo	: Regular
Estación 9	: Río Maitenes antes Teno	: Regular
Estación 8	: Río Teno antes Río Maitenes	: Deficiente
Estación 14	: Río Teno antes Estero Las Jaulas	: Deficiente
Estación 15	: Estero Las Jaulas antes del Río Teno	: Deficiente
Estación 18	: Río Teno antes del Río Claro	: Regular
Estación 45	: Termas de San Pedro	: Deficiente
Estación 47	: Baños de Azufre	: Regular
Estación 48	: Baños de Azufre	: Regular
Estación 5	: Río Teno antes del Río del Pellejo	: Regular
Estación 42	: Río Mataquito en desembocadura	: Regular
Estación 12	: Río Teno antes Río Infiernillo	: Regular
Estación 51	: Canal desagüe Aceites Patria antes Río Seco.	: Regular
Estación 3V	: Lago Vichuquén en Camino a Llico	: Deficiente
Estación 4V	: Río Llico en pueblo de Llico	: Deficiente
Estación 5V	: Río Llico en desembocadura	: Deficiente

En los tests se determinó que los contenidos de cloruros controlados en las aguas cumplen con la Norma.

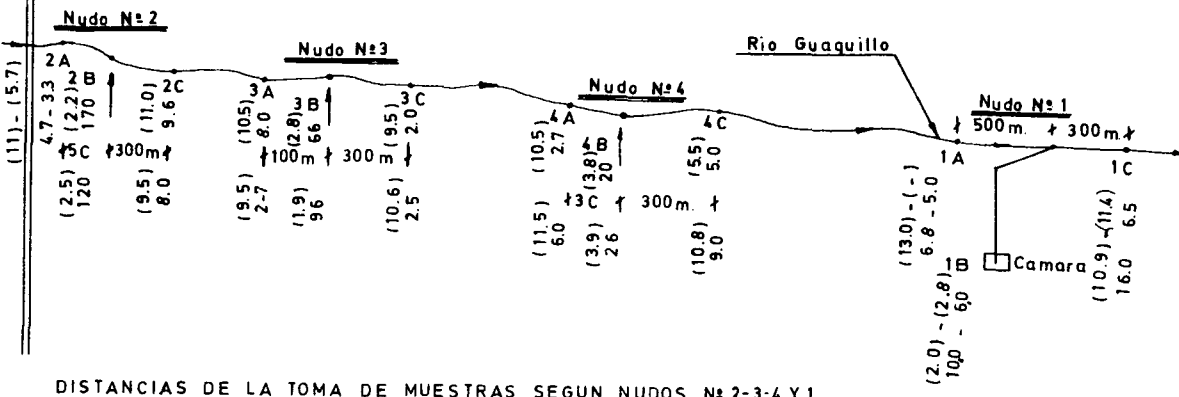
En los análisis de agua de la División de Higiene Ambiental (Ver Tabla A) y (Figura A), se puede observar que la mayoría de las concentraciones de cloruros, cumplen con la Norma salvo:

Nudo 2B	: Colector Calle Membrillar de Curicó (Curicó, descargas)	: Regular
---------	---	-----------

CROQUIS DE UBICACION DE LOS NUDOS CONTROLADOS POR LA DIVISION DE HIGIENE AMBIENTAL

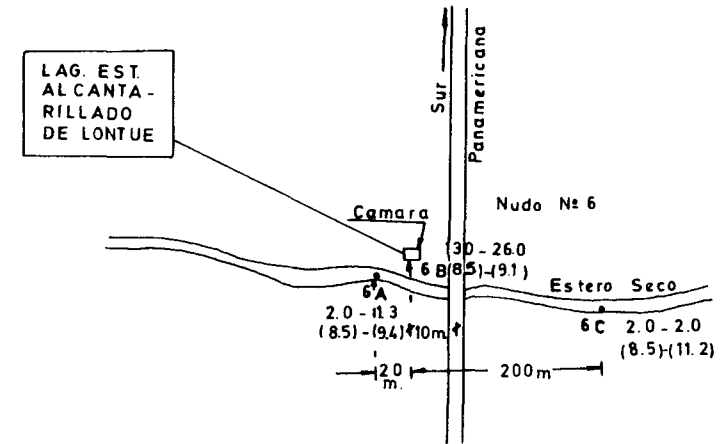
a) UBICACION DE NUDOS DE TOMA DE MUESTRAS DESCARGAS DE CURICO.

NOTA LAS CANTIDADES ENTRE PARENTESIS INDICAN VALOR DE OXIGENO DISUELTO
LAS CANTIDADES SIN PARENTESIS INDICAN VALORES DE D.B.O. 5 DIAS



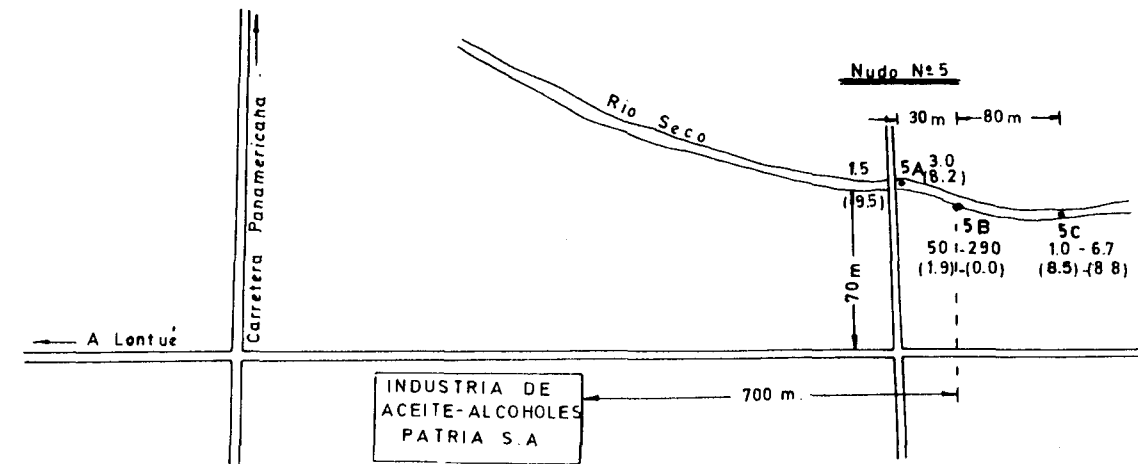
DISTANCIAS DE LA TOMA DE MUESTRAS SEGUN NUDOS N° 2-3-4 Y 1
 LAS MUESTRAS A Y C FUERON TOMADAS AGUAS ARRIBA Y ABAJO RESPECTIVAMENTE.
 LAS MUESTRAS B FUERON TOMADAS EN EL EMISARIO ADYACENTE AL RIO, SALVO MUESTRA 1B QUE SE TOMO EN LA CAMARA

c) UBICACION DE NUDOS DE TOMAS DE MUESTRAS EN LONTUE.



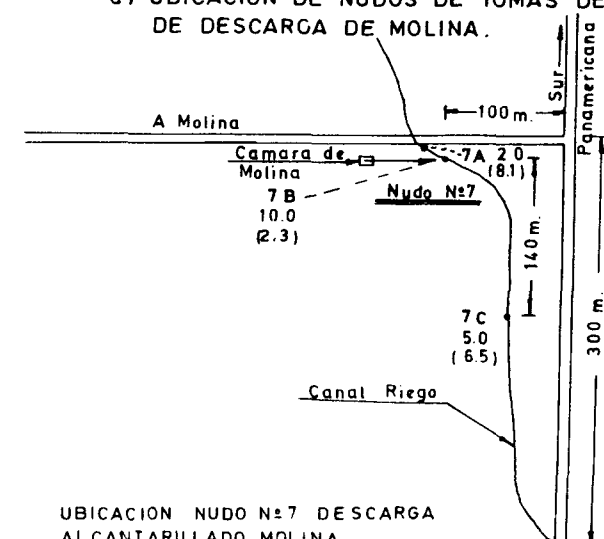
UBICACION NUDO N° 6
 DESCARGA LAG. EST. AGUAS SERVIDAS ALC. LONTUE.

b) UBICACION DEL NUDO DE TOMA DE MUESTRAS EN ALCOHOLES Y ACEITES PATRIA.



UBICACION NUDO N° 5 INDUSTRIA DE ACEITE-ALCOHOLES PATRIA S.A.

d) UBICACION DE NUDOS DE TOMAS DE MUESTRAS DE DESCARGA DE MOLINA.



UBICACION NUDO N° 7 DESCARGA ALCANTARILLADO MOLINA.

Nudo 1B	: Colector Alcantarillado Hijuela El Vaticano (Curicó, descargas)	: Regular
Nudo 4B	: Descarga Avenida Trapiche (Cu ricó, descargas)	: Regular
Nudo 3B	: Colector Pobl. Dragones (Curi- có, descargas)	: Regular

f) Valores de Ph :

Los valores promedio de Ph medidos por la DGA señalan buena calidad en todas las estaciones, salvo:

Estación 47	: Baños del Azufre-Alta Cord. Río Lontué	: Ph:8,6(Regular)
Estación 40	: Río Mataquito en Hualañé	: Ph:9,0(Regular)
Estación 26	: Río Teno antes Lontué	: Ph:9,17(Regular)
Estación 52	: Canal desagüe Aceites Patria en Viña La Fortuna	: Ph:8,93(Regular)

Los valores medidos por los Tests D.R. EL/2 indican valores de Ph que cumplen con la Norma en gran parte de las Estaciones, salvo:

Estación 39	: Río Mataquito en la Huerta	: Ph: 8,61(Regular)
Estación 41	: Río Mataquito en Licantén	: Ph: 8,95(Regular)
Estación 51	: Canal receptor desagües Aceites Patria	: Ph: 8,9 (Regular)
	antes Río Claro	: Ph: 5,60(Regular)
		: Ph: 9,60(Defic.)
		: Ph: 9,20(Defic.)
		: Ph:10,00(Defic.)
Estación 52	: Desagüe de Aceites Patria en Viña La Fortuna	: Ph: 8,7 (Regular)
Estación 22	: Río Teno en Rauco	: Ph: 9,22(Defic.)
Estación 53	: Salida de Tranque IANSA	: Ph: 5,20(Regular)
Estación 54	: Entrada Tranque IANSA	: Ph: 9,50(Defic.)

Los análisis realizados por la División de Higiene Ambiental de la U. de Chile, señalan valores de Ph que indican buena calidad, salvo:

Nudo 5A : Estero Seco antes de la descarga de Alcoholes y Aceites Patria. : Ph: 5, 5 (Regular)

Nudo 3A : Guaiquillo en Curicó antes de recibir el Colector Dragones : Ph: 5, 5 (Regular)

g) Color:

Se detectó valores para las Estaciones:

Estación 18	: Río Teno antes del Claro (Los Queñes)	: 25 (Regular)
Estación 22	: Río Teno en Rauco	: 25 (Regular)
Estación 39	: Río Mataquito en La Huerta	: 15 (Buena)

h) Concentraciones límites:

h-1 Concentraciones de sustancias nocivas: No han sido controladas en ninguno de los análisis disponibles, salvo cromo hexavalente que fue controlado con concentración nula. En Marzo de 1976.

h-2 Características químicas del agua potable:

Los "Cloruros" ya fueron analizados en las fuentes.
El "Cobre" fue controlado en los tests D.R. EL/2 en las Estaciones 18, 22, 39 y 41 detectando concentraciones nulas.
En la Cuenca del Río Llico se controló el cobre en las Estaciones IV, 3V, 4V y 5V con concentraciones nulas.

h-3 "Extracto - carbón - Cloroformo"

No ha sido controlado, desconociéndose la concentración de insecticidas en el agua.

h-4 El "Fierro disuelto"

Fue controlado y se encontraron concentraciones excesivas de hierro disuelto solo en:

Estación 51 : Canal aceptor desagues
 Aceites Patria antes Río Seco : 0,5 mg/l
 (máx.tolerabl.)

h-5 El "Manganeso": los Tests señalan concentraciones nulas.
 (En Marzo de 1976)

h-6 El "Magnesio"

Controlado por la D.G.A. en los Análisis Químicos, excede los valores de la Norma en:

Estación 43 : Estero Lloca en desembocadura (Tolerable, pues el Mg es menor que 125 mg/l y el Sulfato es inferior a 200 mg/l.

Estación 8 : Río Teno antes Río Maitenes (El Magnesio con concentración de 54 mg/l es inaceptable pues el contenido de Sulfato es muy superior a 200 mg/l.

Estación 45 : Termas de San Pedro : Inaceptable

Estación 47 : Baños de Azufre : (es tolerable)
 pues la concentración del magnesio vale 88,6 mg/l y la de sulfato es inferior a 200 mg/l.)

Estación 48 : Baños de Azufre : Tolerable
 (Por razón similar a la 47.)

Estación 42 : Río Mataquito en desembocadura : (Inaceptable)
 Se controló exceso de Magnesio en la Estación:

Estación 5V : Río Llico en desembocadura : Tolerable

En los análisis de la División de Higiene Ambiental de la Universidad de Chile se controló Magnesio, encontrando que todos los valores cumplen con las concentraciones máximas de la Norma.

h-7 Nitratos (NO_3) y Nitritos (NO_2)

Mediante los tests se controló en varias Estaciones encontrando:

		<u>Nitratos(mg/l)</u>	<u>Nitritos(mg/l)</u>
Estación 18	: Río Teno antes Río Claro (Los Queñes)	0,19	0.248
Estación 22	: Río Teno en Rauco	3,52	0.043
Estación 39	: Río Mataquito en La Huerta	7,14	0.023
Estación 41	: Río Mataquito en Licantén	8,80	0.076

El límite máximo aceptado en las Normas Chilenas de agua potable para Nitratos es de 45 mg/lit (NO_3^-), como se puede deducir de estos análisis efectuados en el terreno por la D.G.A. en Marzo de 1976, ninguno sobrepasa este límite. El límite para Nitritos (NO_2^-) es de 0,013 mg/lit por lo que el agua analizada de todas estas estaciones supera dicho límite.

h-8 Sólidos totales disueltos : (Residuo a los 105° C)

Los Análisis de la División de Higiene Ambiental señalan valores que merecen consideración:

Nudo 5B : Colector de Alcoholes y Aceites
Patria : Tolerable

Nudo 2B : Colector Calle Membrillar : Tolerable

h-9 Sulfatos (SO_4)

Los Análisis químicos de la D.G.A. indican valores aceptables por la Norma, salvo en:

Estación 8 : Río Teno antes Río Los Maitenes : Inaceptable

Estación 14 : Río Teno antes Estero Las Jaulas : Inaceptable

Estación 45 : Termas de San Pedro : Inaceptable

Estación 42 : Mataquito en desembocadura : Inaceptable

Se controlaron excesos de sulfatos en:

Estación 5V : Río Llico en desembocadura : Inaceptable

ANEXO B - 7.2**CAUDALES CONTAMINADOS POR ACTIVIDAD DOMESTICA**

ANEXO B - 7.2CAUDALES CONTAMINADOS POR ACTIVIDAD DOMESTICAI. Cuenca de Pichilemu.1. PichilemuSituación actual:

El sector de Pichilemu cuenta con red parcial de aguas servidas que descargan junto a la laguna Petrel, en las playas al mar.

El sector de Infernillo no cuenta con red de alcantarillado público y algunas viviendas desaguan directamente.

Existe un proyecto de "Instalación del Servicio con Planta de Tratamiento", que ha sido realizado recientemente.

Situación futura:

Suponiendo construido el proyecto mencionado anteriormente, no habría peligro de contaminación y el caudal medio afluente, sería de 9 (l/s) en el año 2.000.

II. Cuenca de Nilahue.1. LololSituación actual:

Recientemente se ha terminado de construir la Instalación del Servicio. La descarga actual se realiza sobre el estero Las Ovejas que es afluente del Estero Lolol. La Planta de Tratamiento proyectada no ha sido construida.

Situación futura:

Suponiendo que se cumpla con lo proyectado para tratamiento de las aguas (Proyecto D.O.S. 7224) el afluente medio tratado que se descargaría en el estero sería de 3(l/s).

III. Cuenca de Vichuquén.

En la Cuenca de Vichuquén, no hay antecedentes que permitan inferir que vaya a haber instalación de servicio de Alcantarillado.

IV. Cuenca del Mataquito.1. Romeral.Situación actual:

Se está construyendo parcialmente el "Proyecto de Instalación del Servicio".

La explotación provisoria consulta una descarga en el Canal La Cañada.

Situación futura:

Una vez completada la construcción total del Proyecto de Instalación del Servicio, las aguas se descargarán previo tratamiento, al Estero Guaiquillo con un caudal medio futuro de 6(l/s) Año 2.000.

El Estero Guaiquillo en el sector tiene un caudal mínimo estimado superior a 1 (m³/seg.)

2. TenoSituación actual:

Existe servicio de alcantarillado que descarga ac -

tualmente en un canal de regadío; estas aguas se usan totalmente para riego aguas abajo.

Situación futura:

El afluente medio futuro de Teno será de 11 (l/s); este caudal deberá ser a lo menos conducido al Estero Bastidas - Comalle que tiene un caudal del orden de los 1.000 l/s; si se desean seguir utilizando en riego inmediatamente aguas abajo de su descarga actual, será necesario realizar un tratamiento de las aguas.

3. Curicó

Situación actual:

Existe Servicio de Alcantarillado en gran parte de la ciudad y en un número de nuevas poblaciones.

Las descargas se realizan mediante cuatro colectores que conducen las aguas servidas al Estero Guaiquillo.

La descarga de la Avenida Trapiche evacúa principalmente el sector Nor-Poniente de Curicó, además de las poblaciones Aguas Negras, Balmaceda y otras del sector Sur-Poniente.

Otra descarga se realiza por un colector que va por el Camino Viejo a Lontué, es la que porta alrededor del 70 % del caudal medio total de aguas servidas de Curicó que supera los 100(l/s).

Debido a la importancia de este caudal, y a que la ciudad se ha acercado a los puntos de descarga, se estima necesario analizar las condiciones sanitarias de esta descarga, en el presente estudio.

Situación futura:

En el futuro las descargas de aguas servidas de Curicó sobrepasarán los 200 l/s, lo que agudizará la situación

actual.

Se estima que en el corto plazo será necesario efectuar obras de mejoramiento de las descargas y/o tratar los afluentes.

4. Lontué.

Situación actual:

Existe servicio de alcantarillado en toda la localidad y el afluente es conducido a una planta de tratamiento consistente en lagunas de estabilización; el caudal tratado se vacía al Río Seco.

Situación futura:

El caudal medio futuro será de 13 l/s y después de tratado irá al estero.

5. Molina

Situación actual:

Existe servicio de alcantarillado en gran parte de la ciudad, las aguas servidas son conducidas por un Emisario por Avda. Estación hacia el Poniente y la descarga única se realiza sobre el canal San Pedro, en un punto ubicado a 200 m al Oriente del Camino Longitudinal.

El Canal San Pedro tiene aproximadamente caudales mínimos de menos de 200 l/s, recibe un caudal medio doméstico del orden de 20 l/s y las aguas de este canal se ocupan en regadío de viñas principalmente. El caudal máximo instantáneo afluente del Emisario sobre el canal, supera los 60 l/s, pues hay gran infiltración.

Situación futura:

El caudal medio futuro (año 2.000) será de 35 (l/s) y el caudal máximo instantáneo será de 92 (l/s); en atención a las condiciones en que deberá efectuarse la descarga.

6. Rauco.Situación actual:

No cuenta con servicio de alcantarillado de aguas servidas.

Situación futura:

Lo más probable es que esta localidad tenga servicio en el futuro de ser así, la descarga sería al estero "Rauco", ya que este dispone de buen caudal para la dilución (aproximadamente $3 \text{ m}^3/\text{s}$). El caudal aportante de aguas servidas domésticas será del orden de 5 l/s .

7. Sagrada FamiliaSituación actual:

Recientemente ha sido instalado el servicio de alcantarillado el que descarga sin tratamiento, provisoriamente al estero Pichuco, puesto que aún la planta de tratamiento no ha sido construída.

Situación futura:

El caudal medio futuro será del orden de los 3 l/s el que seguramente será tratado en la planta proyectada (Proyecto D.O.S. N° 7095) que aún no ha sido construída.

8. Villa PratSituación actual:

Esta localidad no tiene servicio de alcantarillado de aguas servidas.

Situación futura:

En el futuro cuando disponga de servicio de alcantarillado, evacuará un caudal medio de 6 l/s que se descargará en el río Mataquito, sin planta de tratamiento puesto que de

bido a los caudales habrá una buena dilución.

9. Hualañé

Situación actual:

En este lugar también recientemente se ha terminado de construir servicio de alcantarillado de aguas servidas. La descarga se efectúa en un brazo seco del río Mataquito, puesto que los lugareños han concentrado las aguas en una sola de las ramas que tiene este lugar.

Situación futura:

Dado que no es posible ubicar una planta de tratamiento antes de la descarga habrá que procurar que la rama del río en que se realiza la descarga no permanezca seca para asegurar una buena dilución. El caudal medio futuro de aguas servidas será de unos 5 l/s.

10. Licantén

Situación actual:

Esta localidad no tiene instalación de servicio de alcantarillado.

Situación futura:

En el futuro cuando se construya alcantarillado, la descarga de aguas servidas se harán directamente al río Mataquito. Dicha descarga tendrá un caudal medio aproximado de los 7 l/s.

Debido al caudal que lleva el río Mataquito en este sector, no será necesario construir planta de tratamiento.

11. Curepto.

Situación actual:

En este pueblo no se ha instalado aún servicio de

alcantarillado de aguas servidas.

Situación futura:

Cuando en el futuro disponga de alcantarillado probablemente la descarga se hará en el estero Curepto, afluente del río Mataquito.

El caudal medio futuro del afluente de aguas servidas será aproximadamente de 5 l/s.

V Cuenca de Huenchullami

En esta cuenca no hay servicios de alcantarillado y según los antecedentes de que se dispone no se prevee a futuro su materialización en ninguna localidad.

ANEXO B - 7.3**CLASIFICACION DE PARAMETROS DE AGUAS SERVIDAS**

A N E X O B - 7.3

CLASIFICACION DE ALGUNOS PARAMETROS DE LAS AGUAS SERVIDAS DE CURICO Y MOLINA EN COMPARACION CON LOS VALORES DE BABBIT Y BAUMANN

	<u>BABBIT Y BAUMANN</u>			<u>DESCARGAS DE CURICO</u>								<u>DESCARGA DE MOLINA</u>
	<u>DEBIL</u>	<u>MEDIA</u>	<u>FUERTE</u>	<u>2B</u>		<u>3B</u>		<u>4B</u>		<u>1B</u>		<u>7 B</u>
				<u>15/x</u>	<u>18/x</u>	<u>15/x</u>	<u>18/x</u>	<u>15/x</u>	<u>18/x</u>	<u>15/x</u>	<u>18/x</u>	<u>18/x</u>
SOLIDOS SEDIMENTABLES	4	8	12	1,3 débil	1,4 débil	2,0 débil	2,4 débil	0,5 débil	0,9 débil	1,5 débil	0,8 débil	1,5 débil
D.B.O. (5 días 20°C)	100	200	300	170 Media	120 Media	66 débil	96 débil	20 débil	26 débil	6,0 débil	10,0 débil	10,0 débil
OXIGENO DISUELTO	0	0	0	2,2	2,5	2,8	1,9	3,8	3,9	2,8	2,0	2,3
CLORUROS	15	100	175	79,4 Media	60 Media	62,5 Media	46,5 Media	60,0 Media	44,9 Media	50,0 Media	55,0 Media	20,0 Media
ALCALINIDAD	50	100	200	234 Fuerte	190 Fuerte	147 Fuerte	120 Fuerte	120 Fuerte	142 Fuerte	120 Fuerte	123 Fuerte	70 Fuerte

ANEXO B - 7.4

CRITERIOS Y NORMAS DE CALIDAD DE AGUAS

VALORES DE NORMAS INTERNACIONALES PARA AGUA POTABLE
(Aguas ya sometidas a tratamiento)

Cuadro N° 1

Límites provisionales para las sustancias tóxicas en el agua potable

<u>Sustancia</u>	<u>Concentración máxima</u>
Arsénico (en As)	0.05 mg/l
Cadmio (en Cd)	0.01 mg/l
Cianuro (en Cn)	0.05 mg/l
Mercurio total (en Hg)	0.001 mg/l
Plomo (en Pb)	0.1 mg/l
Selenio (en Se)	0.01 mg/l

Cuadro N° 2

Concentraciones de fluoruros recomendadas para el agua potable

<u>Promedio anual de temperaturas máximas del aire en °C</u>	<u>Límites recomendables para los fluoruros</u>	
	<u>(en mg/l de F)</u>	
	<u>Inferior</u>	<u>Superior</u>
10.0 - 12.0	0.9	1.7
12.1 - 14.6	0.8	1.5
14.7 - 17.6	0.8	1.3
17.7 - 21.4	0.7	1.2
21.5 - 26.2	0.7	1.0
26.3 - 32.6	0.6	0.

Cuadro N° 3

Sustancias y Propiedades Químicas que influyen sobre la Aceptabilidad del Agua para usos domésticos

<u>Sustancia o Propiedad</u>	<u>Concentración máxima deseable</u>	<u>Concentración máxima admisible</u>
Sustancias colorantes	5 unidades	50 unidades
Sustancias olorosas	ninguna	ninguna
Sustancias que dan sabor	ninguna	ninguna
Materias en suspensión y turbiedad	5 unidades	25 unidades
Sólidos totales	500 mg/l	1.500 mg/l
pH	7.0 a 8.5	6.5 a 9.2
Detergentes aniónicos	0.2 mg/l	1.0 mg/l
Aceite mineral	0.01 mg/l	0.30 mg/l
Compuestos Fenólicos (en Fenol)	0.001 mg/l	0.002 mg/l
Dureza total (MgCaCO ₃ /l)	100 mg/l	500 mg/l
Calcio (en Ca)	75 mg/l	200 mg/l
Cloruros (en Cl)	200 mg/l	600 mg/l
Cobre (en Cu)	0.05 mg/l	1.5 mg/l
Hierro total (en Fe)	0.1 mg/l	1.0 mg/l
Magnesio	30 mg/l o menos si hay 250 mg/l de sulfatos; si la concentración de sulfatos es inferior, pueden permitirse hasta 150 mg/l de Magnesio	150 mg/l
Manganeso (en Mn)	0.05 mg/l	0.5 mg/l
Sulfato (en SO ₄)	200 mg/l	400 mg/l
Zinc (en Zn)	5.0 mg/l	15 mg/l

FUENTE: "Normas internacionales para el agua potable 3a. edición"
" Organización Mundial de la Salud"

CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES PARA ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

CARACTERISTICA	CRITERIO PERMISIBLE	CRITERIO DESEABLE
Microbiología		
Organismos coliformes	10.000/100 ml.	100/100 ml.
Coliformes fecales	2.000/100 ml.	20/100 ml.
Comp. inorgánicos		
Amonio	0.5 (como N)	0/01
Arsénico	0.05	ausente
Bario	1.0	
Boro	1.0	
Cadmio	0.01	
Cloruro	250	25
Cromo (+ 6)	0.05	ausente
Cobre	1.0	ausente
Oxígeno disuelto	,4 (prom. mensual) ,3 (muestra individual)	cerca saturación
Hierro (filtrable)	0,3	ausente
Plomo	0.05	ausente
Manganeso (filtrable)	0.05	ausente
Nitratos más nitritos	10 (como N)	ausente
pH	6-8.5	
Selenio	0.01	ausente
Plata	0.05	
Sulfato	250	50
Sólidos disueltos totales (residuo filtrable)	500	200
Uranilo	5	ausente
Cinc	5	ausente
Fenoles	0.001	
Comp. Orgánicos		
Extracto Carbón Cloroformo	0.15	0.04
Cianuro	0.20	ausente
Grasas y Aceites	ausente	
Pesticidas		
Aldrin	0.017	
Clordano	0.003	
DDT	0.042	

FUENTE: Report of the Committee on Water Quality Criteria Federal Water Polutron Control Administration. US. Department of the Interior.

CALIDAD DE AGUA EN LA FUENTE SUPERFICIAL DE SUMINISTRO PARA AGUA POTABLE
N Ch 777 of. 71 (Aguas aún no tratadas)

TABLA N° 1
CALIDAD DEL AGUA

Designación	Buena	Regular	Deficiente
DBO (5 días) mg/l			
Promedio mensual	0,75 - 1,5	1,5 - 2,5	2,5
Máximo diario	1,0 - 3,0		4,0
Indice Coli-NMP - 100 ml.			
Promedio mensual	50 - 100	100 - 5.000	5.000
Máximo diario	100 en 5% muestras	5.000 en 20% muestras	20.000 en 5% muestras
Oxígeno disuelto (mg/l)	4,0 mín.	4,0 mínimo	4,0
Saturación, %	75	60	
pH promedio	4,0 - 8,5	5,0 - 9,0	3,8 - 10,5
Cloruros (mg/l)	50	50 - 350	350
Fluoruros (mg/l)	1,5	1,5 - 3,0	3,0
Compuestos fenólicos (mg/l)	0	0,005	0,005
Color, (unidades escala PT-Co)	0 - 20	20 - 150	150
Turbiedad, (unidades Jackson)	0 - 10	10 - 250	250

Calidad del agua: Características físicas, químicas y bacteriológicas, conocimiento de las fuentes de contaminación, su calidad y volumen, etc.

El contenido de sustancias y los límites aceptables de ellas serán los que se indican en la Tabla N° 1, los que servirán de guía para la elección de la fuente.

Las aguas de las fuentes, para ser consideradas como buenas deberán cumplir, además, con lo indicado en 6,5 a 6.5.4 y Tabla 4 de N Ch 409. Of. 70.

Las aguas calificadas como buenas requerirán solamente desinfección. Las otras requerirán tratamiento hasta que cumplan con los requisitos totales de N CH 409 Of. 70.

Norma Chilena N Ch 777 Of. 71 - Tabla N° 1.

REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR EL AGUA POTABLE PARA LA BEBIDA

A.- REQUISITOS

REQUISITOS FISICOS:

- 1.- Turbiedad y color en agua filtrada (A la salida del filtro).-
 - 1.1.- Turbiedad (Unidades de Jackson) : 5 (máximo aceptable)
 - 1.2.- Color (Unids.escala Pt-Co) :20 (máximo tolerable)
- 2.- Turbiedad y color en aguas no filtradas:
 - 2.1.- Turbiedad (Unidades de Jackson) : 5 (máximo aceptable)
 - 2.2.- Color (Unids.escala Pt-Co) :20 (máximo tolerable)
- 3.- Olor y Sabor :
 - 3.1.- Localidades de más de 1.000 habit):Inodora e incolora
 - 3.2.- Localidades de menos 1.000 habit): (Ver norma)

REQUISITOS QUIMICOS :

- 1.- Sustancias minerales en disolución: Debe contener cantidades beneficiosas para el organismo humano.-
- 2.- Impurezas y sustancias químicas en concentraciones nocivas : No debe contener concentraciones peligrosas para la salud de los consumidores.
- 3.- Carácter corrosivo e incrustante : No debe ser excesivamente corrosiva o incrustante para el sistema de abastecimiento.
4. Control de ingreso del agua al sistema de abastecimiento. Deberá ser tal que no permita que ingresen al sistema sustancias que tengan efectos fisiológicos o de letereos desconocidos.
5. Concentraciones límites:
 - 5.1 Concentraciones límites de sustancias nocivas : Ver Tabla N° 1
 - 5.2 Límites máximos de la concentración de sustancias disueltas que pueden ser nocivas al organismo humano : Ver Tabla N° 2
 - 5.3 Excepción para 5.1 y 5.2 : Cuando por tratamiento sea removida la o las sustancias y cumpla con los límites de las Tablas N° 1 y 2.
- 5.4 Extracción de muestras : De acuerdo a Norma NCH 411 of. 63.
6. Tratamiento : No podrán emplearse sustancias capaces de producir efectos fisiológicos o de letereos desconocidos.
7. Características químicas del agua potable:
 - 7.1 Concentración de sustancias químicas. Serán inferiores o iguales a los valores indicados en Tablas N° 1, 2 y 3.
 - 7.2 Aceptación de los valores de la Columna "Máximo tolerable de la Tabla N°3 : Solo la autoridad competente.
 - 7.3 p.H: Agua ácida:pH 7
Agua neutra:pH =7
Agua básica:pH 7
Límites admisibles del pH : 6,5 pH 9,2
 - 7.4 Fluor (por agreg. artificial) : 1 mg/l Valor medio máximo.
0,9 mg/ Valor verano máximo.
1,1 mg/l Valor invierno máximo.
 - 7.5 Sustancias radioactivas : Ver Tabla N° 4.

REQUISITOS BACTERIOLOGICOS

1. Exámenes efectuados en porciones de 10 ml.
 - 1.1 Presencia de colibacilos en las muestras mensuales que se deben realizar. : 10% máx. de las muestras podrán indicarlo.
 - 1.2 Excepciones a 1.1 : Ver Norma.

2. Exámenes efectuados en porciones de 100 ml.
 - 2.1 Presencia de colibacilos en las muestras mensuales que se deben realizar. : 60% máx. de las muestras podrán indicarlo.
 - 2.2 Excepciones a 2.1 : Ver Norma.

Técnica de la membrana filtrante

- 3.1 Media aritmética de la densidad de coliformes de todas las muestras analizadas en un mes: : 1 colibacilo por 100 ml.
- 3.2 Número de colonias coliformes por muestra : 3 colibacilos por 50 ml.
4 colibacilos por 100 ml.
7 colibacilos por 200 ml.
13 colibacilos por 500 ml.
- 3.3 Número más probable (N.M.P.) : Ver Tabla N° 5

ANALISIS MICROSCOPICO:

1. Definición: Consiste en una enumeración de las clases de organismos microscópicos y una estimación de su cantidad expresa en unidades volumétricas.
2. Otros parámetros que debe expresar: Causas del olor, color, turbiedad y sabor para interpretar el Análisis Químico.

EXTRACCION DE MUESTRAS:

1. Muestras para análisis químicos y organolépticos:
 - 1.1 Puntos de extracción: Puntos representativos de la red, estanque, pozos, río, etc.
 - 1.2 Prescripciones de extracción: Norma NCH 411 of. 63 - Apéndice A - 2.
2. Muestras para los exámenes bacteriológicos: N° de muestras mens. según N° hab. Tabla 6.

B.- TABLAS

TABLA N° 1

CONCENTRACIONES LIMITE DE SUSTANCIAS NOCIVAS

Sustancia	Expresado en	Límite máximo (mg/l)
Arsénico	As	0,12
Bario	Ba	1,0
Cadmio	Cd	0,01
Cianuro	Cn	0,2
Cromo hexavalente	Cr	0,05
Plata	Ag	0,05
Plomo	Pb	0,1
Selenio	Se	0,01

TABLA N° 2

LIMITE DE CONCENTRACION DE FLUOR Y NITROGENO

Sustancia	Expresado en	Límite máximo (mg/l)
Fluor	F1	1,2
Nitrógeno de nitratos	N	10 (*)

(*) Para el caso de fuentes subterráneas se aceptarán aguas hasta con un máximo de 15 mg/l.

TABLA N° 3

LIMITE DE SUSTANCIA QUIMICAS PRESENTES EN EL AGUA POTABLE

Sustancia	Límite superior	Máximo aceptable	Máximo tolerable
Expresado en	mg/l	mg/l	mg/l
Alquil-benceno-sulfonato	ABS	0,5	0,5
Cloruros	Cl-1	200	350
Cobre	Cu	1	1,5
Extracto-carbón-cloroformo	BCC	0,2	0,2 (**)
Hierro disuelto	Fe	0,3	0,5 (**)
Manganeso	Mn	0,1	125 (***)
Nitrógeno de moníaco	N	0,25	
Nitrógeno de albúminas	N	0,1	
Nitrógeno de nitratos	N	0,004	0,004
Oxígeno consumido	O	2,5	
Sólidos totales disueltos	-	500	1.500
Sulfatos	SO ₄	250	400
Zinc	Zn	5	5

(*) Para los casos en que se alcance o se sobrepase este valor se investigará la causa.
 (**) La autoridad competente podrá sólo autorizar el suministro de agua con estos valores en los casos de servir a grupos poblacionales de menos de 1.000 habitantes.
 (***) Se aceptará este valor sólo cuando el sulfato presente sea menor a 200 mg/l.

TABLA N° 4

LIMITE DE SUSTANCIAS RADIOACTIVAS PRESENTES EN EL AGUA

Sustancias radioactivas	Límite máximo aceptable pc/l
Estroncio 90	10
Radiaciones beta	1.000
Radio 226	3

TABLA N° 5

N.M.P. DE COLIBACILOS EXISTENTES EN UNA MUESTRA DE AGUA

Número de porciones		Número más probable de Colibacilos x 100 ml	
Negativas	Positivas	Cuando se examinan cinco porciones de 10 ml.	Cuando se examinan 5 porciones de 100 ml.
5	0	menos de 2,2	menos de 0,22
4	1	2,2	0,22
3	2	5,1	0,51
2	3	9,2	0,92
1	4	16,0	1,60
0	5	más de 16,0	más de 1,60

TABLA N° 6 (*)

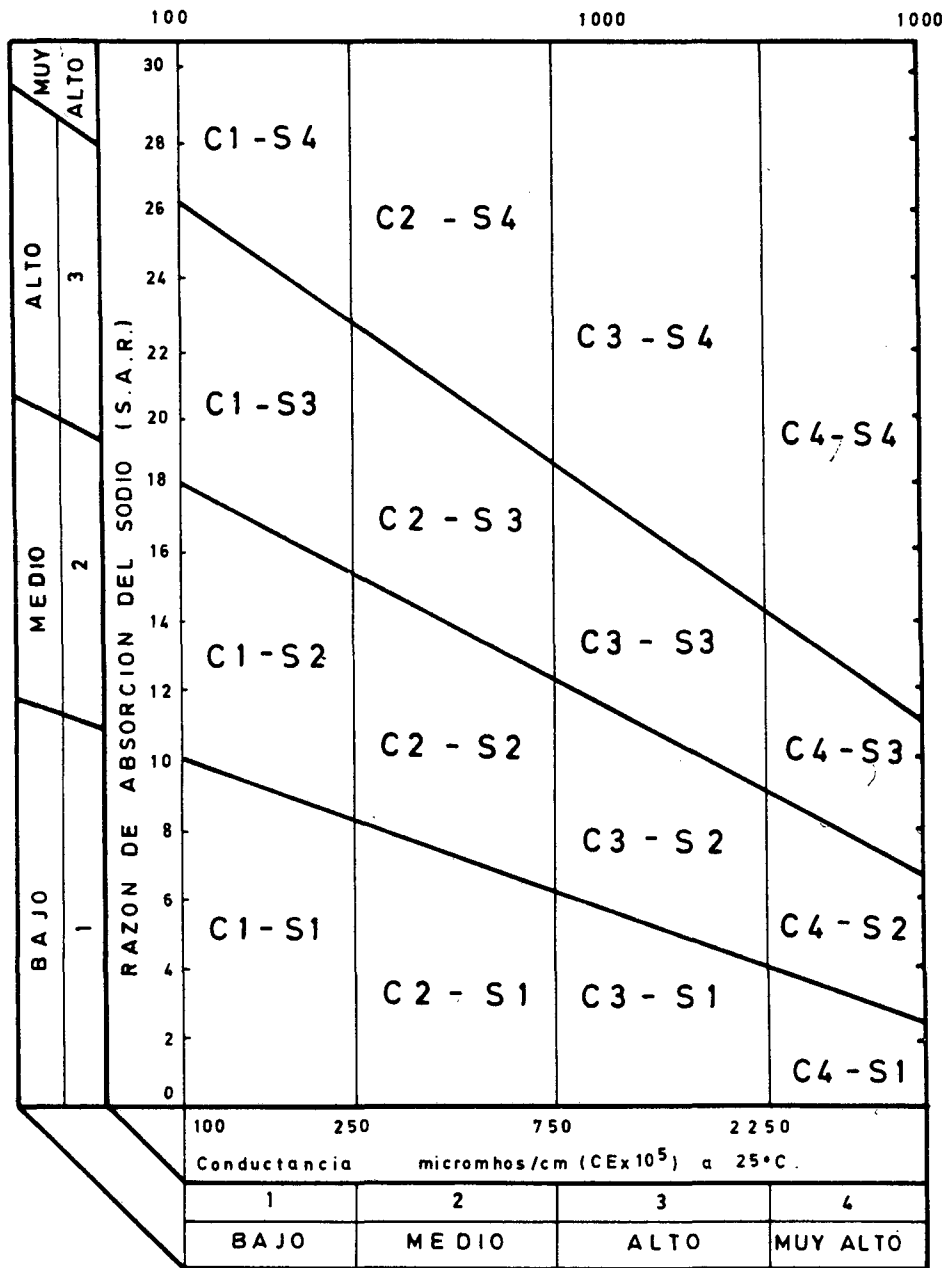
CANTIDAD DE MUESTRAS MENSUALES

Número de habitantes,	Cantidad mínima de muestras
2.000 h	2
5.000 h	5
10.000 h	10
25.000 h	25
100.000 h	100
1.000.000 h	300
1.000.000 h	390

(*) Los valores intermedios se interpolan linealmente

DIAGRAMA PARA CLASIFICACION DE LAS AGUAS DE RIEGO

(CLASIFICACION U.S.S.L.S.)



PELIGRO DE SALINIDAD

FUENTE: AGRICULTURAL HANBOOK No 60
U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE

CONTENIDO DE BORO Y CONCENTRACION DE MICROELEMENTOS EN AGUAS PARA RIEGO

- CONTENIDO DE BORO:

Menos de 0,5 mg/lt	Satisfactorio para todos los cultivos.
0,5 - 1,0 mg/lt	Satisfactorio para la mayoría de los cultivos; cultivos sensibles pueden mostrar daño (pueden mostrar daño en las hojas, el rendimiento puede no salir afectado).
1,0 - 2,0 mg/lt.	Satisfactorio para cultivos semi-tolerantes. Cultivos sensibles generalmente ven disminuidos el rendimiento y vigor.
2,0 - 10,0 mg/lt	Solo los cultivos tolerantes pueden producir rendimientos satisfactorios.

- MICROELEMENTOS (Concentraciones máximas recomendadas en uso contínuo, todos en mg/lt).

Aluminio	5,00	Hierro	5,00
Arsénico	0,10	Plomo	5,00
Berilio	0,10	Litio	2,50
Boro	0,75	Manganeso	0,20
Cadmio	0,01	Molibdeno	0,01
Cromo	0,10	Niquel	0,20
Cobalto	0,05	Selenio	0,02
Cobre	0,20	Vanadio	0,10
Fluor	1,00	Zinc	2,00

FUENTE: University of California, Cooperative Extension, Enero 15, 1975.

TABLA A

REQUISITOS DE CUERPOS RECEPTORES DE AGUAS SERVIDAS Y RESIDUOS INDUSTRIALES LIQUIDOS DESTINADOS A OTROS USOS QUE SE INDICAN

Características	Usos: Recreio, Baño y Natación		Navegación Deportiva y Pesca	Vida Acuática Peces		Aves	Miticultura (Ostricultura y similar.)	Verduras y similares (Frutillas)	Riego Cítricos	Otros Cultivos	Abastecimiento Industrial		Refrigerac. y otros usos Agua dulce	Agua Salada
	Agua dulce	Agua Salada		Agua dulce	Agua Salada						Elaboración Alimentos Agua dulce	Agua Salada		
1. Bacterias: (B/100 ml)														
Coliformes (*)	0	100	1.000	1.000	1.000	10.000	0	100	1.000	10.000	(D)	100	100	1.000
Coliformes (**)	500	1.000	10.000	10.000	10.000	100.000	100	1.000	10.000	50.000	(D)	300	1.000	10.000
2. Oxidación (mg/l)														
DBO (5 d 20°C) (*)	5	5	10	10	10	10	5				0	1	5	5
DBO (5 d 20°C) (**)	10	10	30	30	30	50	20				2	2	10	20
OD (mínimo aceptable)	6	5	5											
OD (mínimo tolerable)	2	2	5	5									3	3
Oxigenación relativa (%)							50			50				
3. Reacción: pH (mínimo)	5,5	6,0		5,5	6,5	6,5	6,6	5,5	5,5	5,5	5,5	6,0	5,0	4,0
pH (máximo)	8,5	8,5		9,0	8,5	8,5	8,0	9,0	9,0	9,9	9,0	9,0	10,0	10,0
4. Físicas (mg/l)														
Turbiedad (*)	5	5	10	5	5	10	5				0	5		
Turbiedad (**)	30	30	50	50	20	100	50				10	10		
Color (*)	10	10	10	5	5	10	10				10	10		
Color (**)	30	30	50	10	20	100	50				30	50		
Sólidos suspendidos (*)	50	50		10	10	50	10				5	10	50	50
Sólidos suspendidos (**)	100	100		70	50	250	100				20	100	150	150
5. Químicas (mg/l)														
Sólidos totales (*)				1.000				500	1.500		500		1.000	
Sólidos totales (**)				5.000				1.500		2.000	1.500		1.500	
Sólidos disueltos								10						
Acetate (*)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5
Acetate (**)	1	1	3	5	5	5	1	3	3	3	1	3	10	10
Cl ⁻ (*)				1.000				200	500		250		250	
Cl ⁻ (**)				2.500				750			750		1.000	
F ⁻ (*)								1						
F ⁻ (**)								5						
Metales tóxicos (*)	0,1	0,5		0,5	0,5		0	0,1			(D)	0		
Metales tóxicos (**)	5	5		10	10		0,1	2,5			0,5	0,5		
Fenol (*)	5 (A)	50 (A)	1	0,1	0,5	5	1 (A)	5 (A)			1 (A)	5 (A)		
Fenol (**)	50 (A)	1	10	1,0	5	25	10 (A)	20 (A)			10 (A)	50 (A)		
Boro (*)									0,5	1,0				
Boro (**)									1,0	5,0				
Na, % (*) (2)								35	35	35				
Na, % (**) (2)								80	75	80				
6. Temperatura (°C)	30	30	20				21						90	
7. Olor (máximo) (3)	P	P	M	M	M	M	P	F	F	F	P	P	F	F
8. Gusto (máximo) (3)	M	D		M	M	M	P				P	P		

(1) Ver la Tabla: Máximo de sustancias tóxicas en el agua de los cuerpos receptores, cuyos usos principales son: abastecimiento de agua potable, pesca, baño y elaboración de productos alimenticios.

(A) Partes por billón.

(2) El Na % (sodio porcentual) es la relación porcentual existente entre el Na y la suma de los iones Na, Ca, Mg y K, expresados en miliequivalentes. La temperatura del cuerpo del agua, sólo puede ser aumentada en 3°C, por efecto de una descarga de residuos industriales líquidos.

(3) Claves: D: desagradable M: marcado P: perceptible F: ofensivo

(D) Debe cumplir con lo dispuesto en la Norma de agua potable vigente

(*) Máximo aceptable

(**) Máximo tolerable

T A B L A B

MAXIMOS ADMISIBLES DE SUSTANCIAS TOXICAS EN EL AGUA DE CUERPO RECEPTORES,
CUYOS PRINCIPALES USOS SON: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, PESCA, BAÑO
Y ELABORACION DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS

SUSTANCIA	mg/l	SUSTANCIA	mg/l
Arsénico	0.12	Mercurio orgánico	0.005
Alquilbenceno sulfonato (ABS)	0,5	Metiletilacetona	1.0
Amoníaco	0,1	Nafténicos, Acidos	0.3
Amonio, Sales de	5.0	Niquel	0.1
Bario	4.0	Nitratos (N)	12.0
Benceno	0.5	Nitrilacrílico, Acido	2.0
Bencina	0.1	Nitroclorobenceno	0.005
Butílico, Alcohol	1.0	Nitroformo	0.01
Cadnio	0.01	Plata	0.02
Cianuros	0.01	Parafina	0.3
Ciclohexano	1.0	Paratión (Tiofos)	0.003
Cinc	15.0	Petróleo y sus derivados, antes de ser desulfurados	0.1
Cloropreno(2 cloro-butadieno)	0.1	Petróleo y sus derivados, desulfurados	0.3
Clorobenceno	0.1	Petróleo y sus derivados, en solución y emulsión	0.05
Cobalto	1.0		
Cobre	3.0		
Cromo hexavalente	0.05		
Cromo trivalente	0.5	Picrico, Acido	0.5
DDT técnico #	0.2	Piridina	0.2
Diclorobenceno	0.03	Plomo	0.1
Dicloroetano	2.0	Plomo, tetraetilo	0.0
Dimetilformalina	10.0	Resinas	2.0
Dinitrobenceno	0.5	Saponina	0.2
Dinitronaftaleno	1.0	Sistox-éster tiofosfórico (Hercatofos)	0.02
Esencia trementina	0.2	Sulfuros	0.0
Estireno, $C_6H_5CH = CH_2$	0.1	Sulfuro de carbono	1.0
Fenoles **	0.001	Sulfatos	250
Fluoruros, como F^-	1.5	Taninos	10.0
Formaldehído	0.5	Tetracloruro de carbono	5.0
Hexaclorobenceno	0.05	Tetranitrometano	0.0
Hexógeno	0.1	Tributiltiofosfato (metafos)	0.02
Hidrógeno sulfurado	0.5	Triclorobenceno	0.03
Hierro y manganeso	0.3	Trinitrotolueno	0.5
Isobutílico, alcohol	1.0	Ursol	0.1
Magnesio	100.0	Xileno	0.05
Malatión	0.01		

Si el DDT está disuelto en tetracloruro de benceno o en parafina, se deben considerar las concentraciones máximas permitidas de estos solventes.

** No debe producir olor a clorofenol en aguas potables cloradas.

TABLA C

REQUISITOS DE RESIDUOS INDUSTRIALES LIQUIDOS DESCARGADOS A COLECTORES, SEGUN SEAN CONDUCIDOS A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS O AL CUERPO RECEPTOR, DIRECTAMENTE

	A PLANTA DE TRATAMIENTO	AL CUERPO RECEPTOR
DBO (5 d, 20°C) (mg/l)	750	
pH (mínimo)	5,5	5,5
pH (máximo)	10,0	10,0
Sulfatos como SO ₃ máximo (mg/l)	300	300
Temperatura máxima, °C	45	45
Sólidos sedimentables en 10 minutos	0	0
Sólidos sedimentables en 1 hora (máx. mg/l)	20	20
Grasa (mg/l)	200	200
Cr VI (mg/l)	5	
Fe ++ (mg/l)	15	
CN ⁻ (mg/l)	2	
Cu ++ (mg/l)	3	
Zn ++ (mg/l)	3	
Demanda de cloro = 30 (mg/l)		

TABLA D

REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS DESCARGAS DE LIQUIDOS SOBRE LAGOS Y EMBALSES

pH	6,0 a 9,0	
Sólidos sedimentables, 2 horas	0,3	(mg/l)
Sólidos totales suspendidos:	30	(mg/l)
DBO, 5 días, 20°, promedio :	20	(mg/l)
Oxígeno consumido (KMnO ₄) :	80	(mg/l)
Sulfuros :	0	(mg/l)
Sustancias tóxicas :	0	(mg/l)
Grasa, aceites :	10	(mg/l)
Fósforo total :	1,0	(mg/l)

Además, deberá cumplirse lo prescrito en la Tabla B y la calidad resultante en la masa del lago deberá cumplir con lo prescrito en la Tabla A.