



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
DPTO. DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN

**PLAN DIRECTOR PARA LA GESTIÓN
DE LOS RECURSOS HÍDRICOS
CUENCA DEL RÍO MAULE**

**FASE II
ACTUALIZACIÓN DEL MODELO DE
OPERACIÓN DEL SISTEMA
Y FORMULACIÓN DEL PLAN**

RESUMEN EJECUTIVO

REALIZADO POR:

**LUIS ARRAU DEL CANTO
CONSULTORES EN INGENIERÍA HIDRÁULICA Y DE RIEGO**

S.I.T. N° 134

SANTIAGO, MAYO, 2008

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Ministro de Obras Públicas
Ingeniero Civil Industrial Sr. Sergio Bitar H.

Director General de Aguas
Abogado Sr. Rodrigo Weisner L.

Jefe Departamento de Estudios y Planificación
Ingeniero Civil Sr. Pedro Rivera I.

Inspector Fiscal
Ingeniero Civil Sr. Andrés Arriagada T.

Profesionales Departamento Estudios y Planificación
Ingeniero Civil Sra. Ana María Gangas P.
Ingeniero Civil Sr. Miguel Ángel Caro H.
Ingeniero Civil Sra. Andrea Osses V.

Asesor Inspección Fiscal
Jorge Baechler R.

LUIS ARRAU DEL CANTO

Jefe de Proyecto
Ingeniero Civil Sr. Felipe Espinoza C.

Profesionales

Ingeniero Agrónomo Sr. Jorge Vergara C. (Coordinador)
Ingeniero Civil Sr. Luis Arrau del C.
Ingeniero Civil Sr. Enrique Kaliski K.
Ingeniero Civil Sr. Álvaro Chávez V.
Ingeniero Rec. Nat. Renovables Sra. Claudia Lizana Z.
Ingeniero Civil Sra. Scarlett Vásquez P.
Abogado Sr. Álvaro Villablanca
Antropólogo Sr. Luis Hernández A.
Ingeniero Rec. Nat. Renovables Sr. Yuri Castillo A.
Ingeniero Civil Srta. Bárbara Astudillo C.
Antropólogo Sr. Andrés Lagarrigue I.
Ingeniero Rec. Nat. Renovables (E) Sr. Wilson Ureta P.
Ingeniero Rec. Nat. Renovables (E) Srta. María Inés Cartes
Ingeniero Rec. Nat. Renovables (E) Srta. Pía García P.
Ingeniero en Medio Ambiente y Recursos Naturales (E) Sr. Raimundo Barrios O.

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO PD MAULE

Página

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
1.1	INTRODUCCIÓN	1
1.2	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	3
1.2.1	OBJETIVO CENTRAL	3
1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.3	AREA DE INFLUENCIA DEL ESTUDIO	6
1.3.1	DIVISIÓN ADMINISTRATIVA	6
1.3.2	CUENCAS HIDROGÁFICAS	6
1.3.3	POBLACIÓN	10
1.3.4	ACTIVIDAD ECONÓMICA	10
1.3.5	CLIMA Y AGROCLIMA	11
1.4	PROBLEMÁTICA GENERAL DE LOS PLANES DIRECTORES Y SU RELACION CON LA CUENCA DEL RÍO MAULE	11
2	RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES	13
3	DIAGNÓSTICO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS	15
3.1	MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL	15
3.2	CANTIDAD DE RECURSOS HIDRICOS	17
3.2.1	OFERTA DE RECURSOS HIDRICOS	17
3.2.1.1	Pluviometría	18
3.2.1.2	Estaciones Calibración Modelo MAGIC-Maule	23
3.2.1.3	Fluviometría: Generación de Caudales en Cuencas No-Controladas	27
3.2.1.4	Estado de los Embalses Considerados	39
3.2.1.5	Caudales Medios Mensuales de los Canales de Riego	43
3.2.1.6	Recursos Subterráneos	44
3.2.1.7	Demandas de Agua	49
3.3	CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y MEDIO AMBIENTE	65
3.3.1	CALIDAD DE AGUA A NIVEL DE RÍO	65
3.3.2	CALIDAD DE AGUA A NIVEL DE CANALES	66
3.3.3	CALIDAD DE AGUA Y PRODUCTIVIDAD DE LA TIERRA	67
3.3.4	ASPECTOS AMBIENTALES	68
3.3.4.1	Recursos Hídricos	68
3.3.4.2	Suelos	71
3.3.4.3	Zonas de Importancia Natural	72
3.3.4.4	Conclusiones	74
3.4	INFRAESTRUCTURA DE APROVECHAMIENTO Y MONITOREO	75
3.4.1	INFRAESTRUCTURA DE APROVECHAMIENTO	75
3.4.1.1	Infraestructura para Riego	75

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO PD MAULE

Página

3.4.1.2	Infraestructura para Agua Potable	79
3.4.1.3	Infraestructura para Generación Hidroeléctrica	80
3.4.1.4	Infraestructura Sanitaria	82
3.4.1.5	Infraestructura de Monitoreo	84
4	ACCIONES, PLANES Y PROGRAMAS	87
5	DEFINICIÓN DE OBJETIVOS PRIORITARIOS Y PERTINENCIA DE INICIATIVAS MOP Y OTRAS INSTITUCIONES PUBLICAS	93
5.1	GENERALIDADES	93
5.2	OBJETIVOS GENERALES	94
5.3	OBJETIVOS PRIORITARIOS POR ÁREA TEMÁTICA JERARQUIZADOS	94
6	MODELI MAGIC-MAULE	100
6.1	INTRODUCCIÓN	100
6.2	CALIBRACIÓN/VERIFICACIÓN MODELO MAGIC-MAULE	105
6.2.1	PROCESO DE CALIBRACIÓN/VERIFICACIÓN	105
6.2.2	PARÁMETROS DE CALIBRACIÓN	107
6.2.3	RESULTADOS DEL PROCESO DE CALIBRACIÓN	108
6.2.3.1	Estaciones Fluviométricas de Calibración	111
6.2.3.2	Embalses de Calibración	111
6.2.3.3	Análisis de la Variación del Volumen del Acuífero	112
6.2.3.4	Análisis de los Flujos de Entrada y Salida a los Sectores Acuíferos	114
6.2.3.5	Conclusiones del Proceso de Calibración	115
7	FORMULACIÓN DEL PLAN DIRECTOR	117
7.1	INTRODUCCIÓN	117
7.2	DESCRIPCIÓN DE ESCENARIOS DE EVALUACIÓN	117
7.2.1	ESCENARIO #0: ESCENARIO BASE	117
7.2.2	ESCENARIO #1: PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA DEL RIEGO	118
7.2.2.1	Tecnificación del Riego (Componente a)	118
7.2.2.2	Regulación Nocturna (Componente b)	118
7.2.2.3	Mejoramiento de Infraestructura Principal y Canales Secundarios (Componente c)	119
7.2.2.4	Efecto Combinado Tecnificación + Regulación Nocturna + mejoramiento Infraestructura (Componente d)	119
7.2.2.5	Área Futura de Riego con Tecnificación (Componente e)	119
7.2.2.6	Efecto Combinado Riego Futuro + Regulación Nocturna + Mejoramiento Infraestructura (Componente f)	119

ÍNDICE
RESUMEN EJECUTIVO PD MAULE

Página

7.2.3	ESCENARIO #2: EVALUACIÓN DEK POTENCIAL DE RECURSOS HÍDRICOS TRANSFERIBLE A OTROS USOS	120
7.2.4	METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA	120
7.2.5	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA	120
7.3	FORMULACIÓN DE NUEVOS PROYECTOS A NIVEL DE IDEA	122
7.4	PRIORIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE SOLUCIONES	126
7.5	FORMULACIÓN DEL PLAN DIRECTOR	129
7.6	IMPLEMENTACIÓN PLAN DIRECTOR	135
7.7	RESUMEN IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DIRECTOR	143

ÍNDICE FIGURAS RESUMEN EJECUTIVO

Página

1.2.2-1	PASOS PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN DIRECTOR	5
1.3.1-1	UBICACIÓN GENERAL DE LA CUENCA DEL MAULE	7
3.2.1.1-1	ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS SELECCIONADAS Y CURVAS ISOYETAS ANUALES	21
3.2.1.2-1	ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS USADAS EN CALIBRACIÓN	25
3.2.1.3-1	CUENCAS LATERALES Y APORTES NATURALES	29
3.2.1.3-2	TIPO DE REGIMEN DE SUB-CUENCAS	31
3.2.1.4-1	UBICACIÓN EMBALSES	41
3.2.1.4-2	EVOLUCIÓN VOLUMEN EMBALSADO, EMBALSES DE RIEGO	43
3.2.1.4-3	EVOLUCIÓN VOLUMEN EMBALSADO, EMBALSES PARA HIDROELECTRICIDAD	43
3.2.1.6-1	ZONIFICACIÓN ACUÍFEROS CUENCA RÍO MAULE	45
3.2.1.7-1	DEMANDA HISTÓRICA MEDIA DE AGUA POTABLE URBANA	56
3.2.1.7-2	PROYECCIÓN DEMANDA MEDIA DE AGUA POTABLE URBANA	57
3.2.1.7-3	CENTRALES HIDROELÉCTRICAS	61
3.4.1.1-1	ESQUEMA SISTEMA DE REGADÍO MAULE	78
3.4.1.3-1	ESQUEMA UBICACIÓN CENTRALES HIDROELÉCTRICAS	82
6.1-1	EJEMPLO RED DE MODELACIÓN CUENCA RÍO MAULE	103
6.2.3-1	ELEMENTOS DE CALIBRACIÓN	109
7.3-1	DISTRIBUCIÓN DE PROYECTOS PROPUESTOS	123
7.4-1	ÁRBOL DE JERARQUÍAS NO-ESTRUCTURAL	127
7.4-2	ÁRBOL DE JERARQUÍAS ESTRUCTURAL	128
7.5-1	FORMULACIÓN PLAN DIRECTOR DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE COSTOS	132
7.5-2	FORMULACIÓN PLAN DIRECTOR DISTRIBUCIÓN GLOBAL DE COSTOS	133
7.5-3	FORMULACIÓN PLAN DIRECTOR DISTRIBUCIÓN COSTOS POR INSTITUCIÓN PROYECTOS NO-ESTRUCTURALES	133
7.4-4	FORMULACIÓN PLAN DIRECTOR DISTRIBUCIÓN COSTOS POR INSTITUCIÓN PROYECTOS ESTRUCTURALES	134
7.6-1	DIAGRAMA DE FLUJO ADOPCIÓN PLAN DIRECTOR	137

ÍNDICE CUADROS		Página
RESUMEN EJECUTIVO		
3.2.1.1-1	ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS CONSIDERADAS	19
3.2.1.1-2	PRECIPITACIONES PROMEDIO ESTACIONES SELECCIONADAS (mm)	19
3.2.1.2-1	ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS CONSIDERADAS PARA LA CALIBRACIÓN	23
3.2.1.2-2	CAUDALES PROMEDIO ESTACIONES SELECCIONADAS (m ³ /s)	23
3.2.1.3-1	CARACTERIZACIÓN APORTES NATURALES	33
3.2.1.3-2	CARACTERIZACIÓN TRASVASE DE CUENCAS	33
3.2.1.3-3	CARACTERIZACIÓN CUENCAS LATERALES	34
3.2.1.3-4	CAUDALES PROMEDIOS APORTES NATURALES Y CUENCAS LATERALES (m ³ /s) PERÍODO 1980-2006	37
3.2.1.4-1	EMBALSES CONSIDERADOS	39
3.2.1.5-1	CAUDALES MEDIOS MENSUALES CANALES DE RIEGO (m ³ /s)	44
3.2.1.6-1	PARÁMETROS ACUÍFEROS CUENCA RÍO MAULE	47
3.2.1.6-2	FACTORES DE USO	49
3.2.1.7-1	NECESIDADES NETAS MENSUALES (mm)1980-1990	50
3.2.1.7-2	NECESIDADES NETAS MENSUALES (mm)1991-2006	53
3.2.1.7-3	DEMANDA DE AGUA POTABLE RURAL AÑO 2006	58
3.2.1.7-4	PROYECCIÓN DEMANDA DE AGUA POTABLE RURAL	59
3.2.1.7-5	GENERACIÓN ELÉCTRICA EN LA CUENCA DEL RÍO MAULE AÑO 2006	60
3.2.1.7-6	DEMANDA DE AGUA PARA GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA SITUACIÓN FUTURA	63
3.2.1.7-7	DEMANDAS FUTURAS DE RECURSO HÍDRICO PARA USO INDUSTRIAL SOBRE LA CUENCA	64
3.2.1.7-8	CAUDALES ATRIBUIBLES A TURISMO Y SUS ACTIVIDADES RELACIONADAS	65
3.3.4.3-1	CARACTERIZACIÓN HUMEDALES CUENCA RÍO MAULE	73
3.4.1.1-1	OBRAS DE ACUMULACIÓN DESTIADOS AL RIEGO MAYORES Y MEDIANAS	76
3.4.1.1-2	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES CANALES DE RIEGO	76
3.4.1.2-1	RESUMEN CARACTERÍSTICAS CAPTACIONES AGUA SUBTERRÁNEA	80
3.4.1.3-1	CARACTERÍSTICAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS	81
3.4.1.3-2	CARACTERÍSTICAS CENTRALES TERMOELÉCTRICAS	81
3.4.1.4-1	CARACTERÍSTICAS PLANTAS DE TRATAMIENTO AGUAS SERVIDAS	83
3.4.1.5-1	DENSIDAD DE ESTACIONES PLUVIOMETRICAS POR SUBCUENCA	85

3.4.1.5-2	DENSIDAD DE ESTACIONES FLUVIOMETRICAS POR SUBCUENCA	85
4-1	INSTITUCIONES Y LINEAS DE ACCIÓN	87
4-2	PROYECTOS EN LA CUENCA DEL MAULE	88
4-3	CODIGO DE PROYECTOS EN LA CUENCA DEL MAULE	89
5.1-1	RESUMEN DE PROBLEMAS DETECTADOS POR ÁMBITO TALLERES DE PARTICIPACIÓN #1: TALCA Y LINARES	93
5.3-1	RESUMEN OBJETIVOS PRIORITARIOS JERARQUIZADOS FORMULACIÓN PLAN DIRECTOR CUENCA RÍO MAULE	95
5.3-2	OBJETIVOS PRIORITARIOS CUENCA ÁMBITO: CANTIDAD RECURSO AGUA	95
5.3-3	OBJETIVOS PRIORITARIOS CUENCA ÁMBITO: CALIDAD RECURSO AGUA Y AMBIENTAL	96
5.3-4	OBJETIVOS PRIORITARIOS CUENCA ÁMBITO: INFRAESTRUCTURA	97
5.3-5	OBJETIVOS PRIORITARIOS CUENCA ÁMBITO: LEGAL Y GESTIÓN	98
6.1-1	OBJETOS MODELO MAGIC	101
6.2.3-1	ESTACIONES INCLUIDAS EN PROCESO DE CALIBRACIÓN	108
6.2.3-2	EMBALSES INCLUIDOS EN PROCESO DE CALIBRACIÓN	108
6.2.3.1-1	RESULTADOS PROCESO DE CALIBRACIÓN: ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS	111
6.2.3.2-1	RESULTADOS PROCESO DE CALIBRACIÓN: EMBALSES	112
6.2.3.3-1	RESULTADOS VOLÚMENES SECTORES ACUÍFEROS	113
6.2.3.4-1	CAUDALES DE ENTRADA Y SALIDA SECTORES ACUÍFEROS	114
7.2.5-1	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA POR ESCENARIO DE EVALUACIÓN	121
7.3-1	NUEVOS PROYECTOS, CÓDIGO, TIPO Y NOMBRE	123
7.5-1	FORMULACIÓN PLAN DIRECTOR CORTO PLAZO	129
7.5-2	FORMULACIÓN PLAN DIRECTOR MEDIANO PLAZO	130
7.5-3	FORMULACIÓN PLAN DIRECTOR LARGO PLAZO	131
7.6-1	INDICADORES DE LOGROS PARA CADA TIPO DE PROYECTO	141
7.7-1	CARACTERIZACIÓN DE LOS PROYECTOS INCLUIDOS EN EL PLAN DIRECTOR	145

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 INTRODUCCIÓN

El Plan Director para la gestión de recursos hídricos en una cuenca debe ser abordado de modo que se constituya en una herramienta para el desarrollo, económico y social, del territorio comprendido dentro de la cuenca.

En efecto, para un territorio con el potencial de desarrollo económico y social como la cuenca del río Maule, el recurso agua, en sus múltiples expresiones y usos, se transforma en un elemento de importancia primordial, que puede facilitar el desarrollo futuro de la región, así como limitarlo, en el caso de que su uso y gestión sea inadecuada.

Como en todo sistema conformado por una componente física natural que admite múltiples componentes antrópicas, los problemas y conflictos pueden llegar a ser de gran complejidad. Es por ello, que para abordar dichos problemas y conflictos, se han considerado dos criterios importantes.

- El primero de los criterios adoptados para abordar los problemas y conflictos, guarda relación con las potencialidades de los recursos hídricos en la cuenca, es decir, tiene relación con el aprovechamiento y gestión de los mismos.
- El segundo de los criterios adoptados tiene relación con lograr alcanzar el objetivo principal de un Plan Director, el cual es contribuir a la maximización de la función económica, social y ambiental (en el corto, mediano y largo plazo) del agua. Ante el surgimiento de conflictos, debilidades, carencias, o problemas para alcanzar metas de desarrollo de los recursos hídricos, se pueden concebir muchas soluciones alternativas o combinaciones sinérgicas de ellas.

En ese contexto, el campo de acción de la Dirección General de Aguas, se enmarca dentro del ámbito de acción definido por las políticas gubernamentales, por su propia normativa legal y por la legislación específica existente relacionada.

La Dirección General de Aguas ha estado trabajando en la identificación de formas de gestión que permitan enfrentar los desafíos existentes para lograr avanzar en una utilización armónica del agua, conciliando intereses públicos y privados. En este marco se ha elaborado la Política Nacional de Recursos Hídricos, dentro de la cual se proponen un conjunto de acciones para abordar los problemas y desafíos existentes. De las acciones destinadas a la planificación surgen los planes directores como instrumentos de planificación indicativa destinada a orientar el accionar de los actores que interactúan dentro de una cuenca o en su área de influencia.

El concepto de Plan Director para la gestión de los recursos hídricos tomó forma por primera vez en Chile como resultado del Estudio de Factibilidad Manejo de Cuencas

Hidrográficas, realizado en el año 1994-95, el cual fue realizado para 6 cuencas críticas del país.

Para las cuencas estudiadas y como resultado final de un proceso de evaluación de todas las acciones inicialmente propuestas, dentro de la componente de gestión y conservación de los recursos hídricos, se planteó la necesidad de elaborar Planes Directores para el ordenamiento y manejo de los recursos hídricos. Estos Planes tienen por objetivo fundamental constituir un elemento de planificación indicativa dentro de la cuenca respectiva, que, naciendo de las inquietudes y necesidades reales detectadas en ella, y enfocado hacia metas y objetivos desprendidos de esta realidad, constituya un ente de coordinación para las decisiones del sector público, como también una orientación para la acción privada.

Debido a su trascendencia, el Plan se ha desarrollado bajo los principales lineamientos del mensaje transmitido por S.E. la Presidenta de la República, Michelle Bachelet, en la Cuenta Pública del 21 de mayo de 2006, en el que destacó el incremento de la importancia medioambiental, el manejo integral de las cuencas, y la participación ciudadana en la toma de decisiones, haciendo hincapié en el apoyo “extraordinario” que se dará a la agricultura, a la vez que se apoyarán las obras hidráulicas que sean indispensables para el desarrollo de la misma. Se plantea como desafío el encontrar un equilibrio entre crecimiento, desarrollo y protección ambiental.

Del mensaje presidencial se infiere claramente que el Plan Director es un elemento clave para lograr un manejo integral de los recursos hídricos en el país, y en particular en la cuenca del río Maule. De esta manera se potencia el desarrollo económico en forma sustentable tanto medioambientalmente como con respecto a los actores involucrados.

Adicionalmente, y en el marco de las XI Jornadas del Programa Hidrológico Internacional (Santiago, Noviembre 2007), el Ministro de Obras Públicas Sr. Eduardo Bitrán insistió en la necesidad de ir hacia una política nacional del manejo integrado de los recursos hídricos, en particular expresando la necesidad de incrementar el reuso del agua, especialmente en lo que se refiere a las aguas servidas tratadas, aumento en la fiscalización del uso efectivo de las aguas y otros temas relativos.

Dentro de este contexto se enmarca la elaboración del Plan Director para la Cuenca del Río Maule. El desarrollo de este plan se ha dividido en 2 fases. La primera fase corresponde al estudio “Bases para la Formulación del Plan Director Para la Cuenca del Río Maule” desarrollada por la empresa consultora AC Ingenieros Consultores, la que se concluyó en Diciembre de 2003 y la fase actual, titulada “Formulación del Plan Director Para la Cuenca del Río Maule”.

1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.2.1 OBJETIVO CENTRAL

El objetivo principal del estudio es la elaboración de un Plan Director para la cuenca del río Maule. Este Plan Director será un instrumento de planificación que considerará los efectos agregados de las diversas intervenciones locales de tal manera que contribuya a orientar las decisiones públicas y privadas, con el fin último de maximizar la función económica, social y ambiental del agua, en armonía con el medioambiente y con condiciones de equilibrio que permitan la sustentabilidad dentro de una visión de corto, mediano y largo plazo.

Para lograr este objetivo, previo a la formulación del Plan, se actualiza y calibra el modelo desarrollado en el estudio “**Estudio e Implementación de Modelos Hidrológicos Acoplados a SIG Para el Manejo y Planificación, Cuencas de Maule, Mataquito e Itata**” desarrollado por GCF Ingenieros Consultores Ltda. en el año 2006, con el fin de *disponer de una herramienta matemática adecuada para describir la operación del sistema Maule, tanto en situación actual como futura, y - de esta manera -facilitar la formulación del Plan.*

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

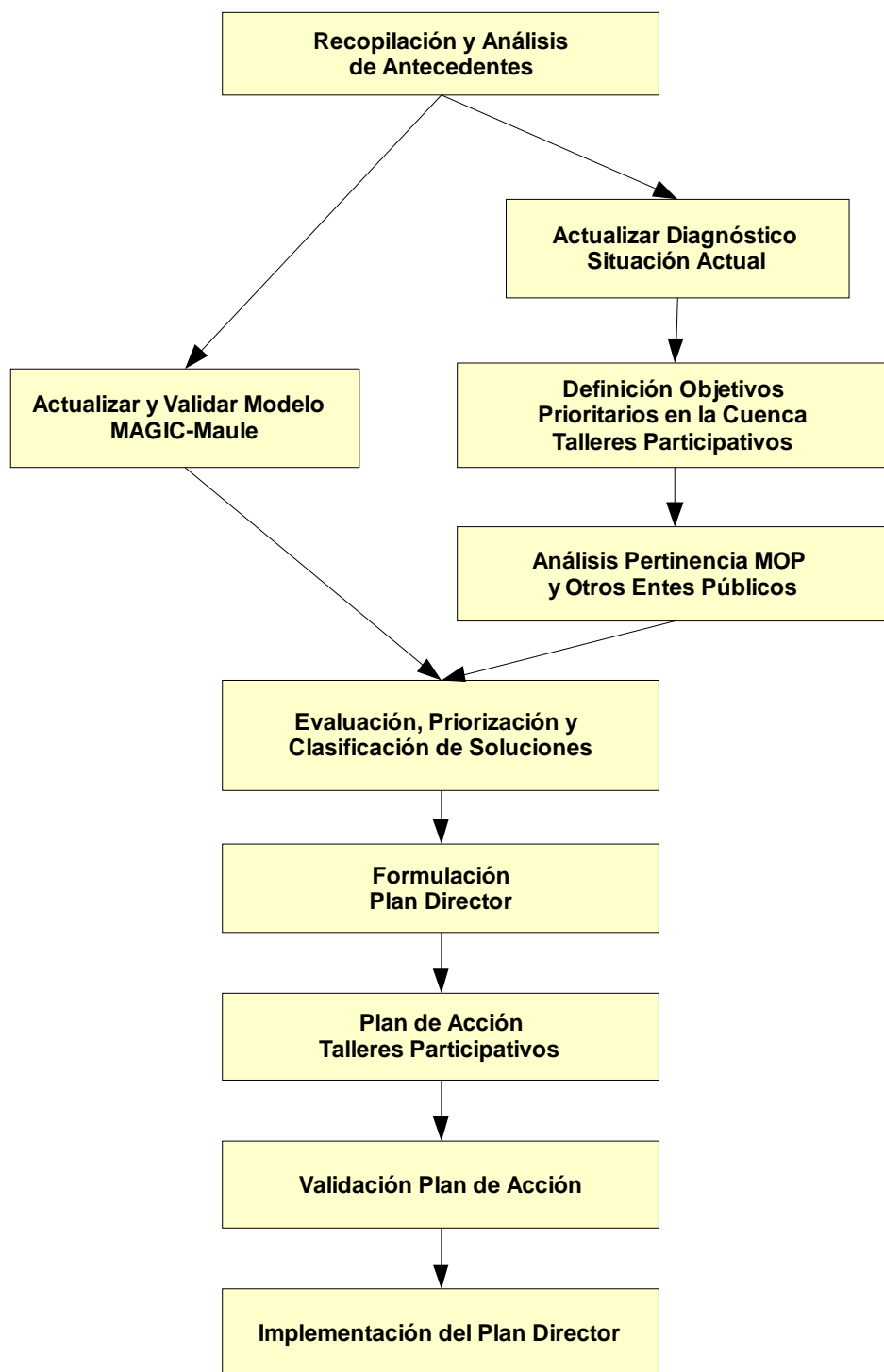
Teniendo en consideración el objetivo central, el presente estudio persigue los siguientes objetivos específicos:

- **Disponer del Modelo MAGIC-Maule Actualizado y Calibrado**, como una herramienta de análisis que permita representar la situación actual, y para la posterior evaluación de los escenarios futuros a la hora de proponer el Plan
- **Actualizar el Diagnóstico de la Cuenca** elaborado en el estudio “Bases Para la Elaboración del Plan Director Cuenca Río Maule” desarrollado para la DGA por AC Ingenieros Consultores (2003).
- **Efectuar un Ordenamiento y una Sistematización de la Información** entregada por el diagnóstico actualizado, y obtener así las necesidades del territorio en el ámbito del agua, considerando los objetivos estratégicos de apoyo a los sectores productivos y competitividad, y las acciones para mejorar la calidad de vida de la población
- **Establecer Objetivos Prioritarios para la Cuenca** en el ámbito del agua y los recursos naturales, en base a la problemática y necesidades del territorio levantadas anteriormente

- **Analizar las Intervenciones del MOP propuestas** para ser iniciadas en los siguientes 10 años, en el marco de los objetivos prioritarios y con la idea de evaluar su pertinencia, particularidades, y detectar los efectos sinérgicos entre las iniciativas sectoriales.
- **Analizar las Intervenciones de otros Entes Fiscales** siguiendo el mismo lineamiento seguido para el caso del MOP
- **Confeción de la Matriz de Intervenciones/Objetivos Prioritarios** en base a la cartera de proyectos actualizada
- **Formular un Plan de Acciones en la Cuenca** (estudios, programas, proyectos y obras), que agrupe las iniciativas de todas las instituciones publicas y privadas
- **Realizar la Evaluación Económica del Plan**, a través de escenarios de desarrollo, radicado en la institución que corresponda, y priorizadas en un plan de acción de corto (5 años), mediano (10 años), y largo plazo (20 años)
- **Proponer las Formas de Coordinación entre Instituciones Públicas y/o Privadas**, para la concreción de dichas acciones y la implementación del plan como instrumento de apoyo, designando específicamente las formas de financiamiento y los responsables de cada acción
- **Validar el Plan Director Propuesto**, basado en la interacción con los usuarios del agua
- **Proponer los Mecanismos para la Implementación del Plan Director propuesto**, basado en la interacción con los usuarios del agua y analizando su factibilidad social

El proceso de formulación del Plan Director tal como ha sido presentado, se presenta esquemáticamente en el diagrama de flujo de la Figura 1.2.2-1. Este diagrama de flujo muestra cómo los objetivos específicos se relacionan para formar una secuencia de acciones conducentes a la formulación del plan.

**FIGURA 1.2.2-1
PASOS PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN DIRECTOR**



Fuente: Elaboración Propia

1.3 ÁREA DE INFLUENCIA DEL ESTUDIO

1.3.1 DIVISIÓN ADMINISTRATIVA

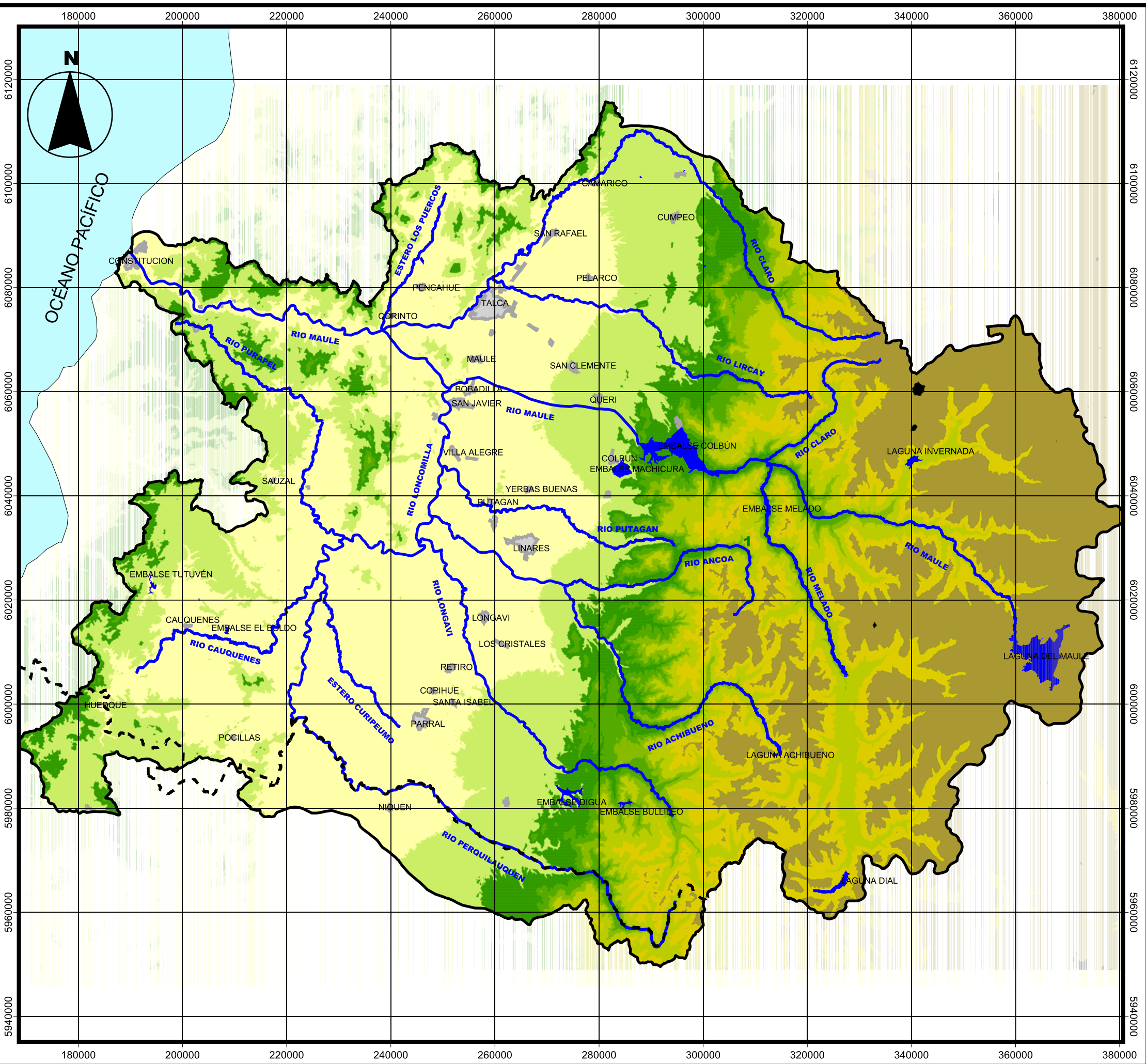
La cuenca del Río Maule se encuentra casi en su totalidad en la región de Maule (20 comunas), y 2 comunas que se encuentran en la región del Bío-Bío. Las 22 comunas que están contenidas en la cuenca, ya sea total o parcialmente son: Talca, Empedrado, Constitución, Curepto, Penciahue, Molina, Maule, San Rafael, Pelarco, Río Claro, San Clemente, Parral, Retiro, Longaví, Colbún, Linares, Villa Alegre, Yervas Buenas, San Javier, Cauquenes. Por otra parte, las comunas que se ubican en la región del Bío-Bío son Quirihue y Ñiquén.

La cuenca del río Maule pertenece mayoritariamente a la Región del Maule, y posee una superficie de 20.295 km², de la cual aproximadamente un 97% forma parte de la Región del Maule. En la Figura 1.3.1-1 se presenta la ubicación general de la cuenca incluyendo los elementos principales de la red de drenaje, principales embalses, y centros urbanos.

1.3.2 CUENCAS HIDROGRÁFICAS

El río Maule nace en el extremo norponiente de la laguna del Maule red de drenaje río Maule); corre por 6 km al Norte y luego hacia el Noroeste por un lecho angosto y encajonado por altas montañas. A 31 km de su nacimiento, se le une el río Puelche y a partir de ese punto toma rumbo definitivo al WNW, que mantendrá hasta su desembocadura después de recorrer 240 km. A 90 km de su origen, el Maule expande su cauce para atravesar en un recorrido de 80 km la llanura aluvial central y penetrar en la cordillera de la Costa, donde se le une por el norte el río Claro, uno de los más importantes de sus tributarios. A partir de esa junta, corre confinado por cerros de la cadena costera y sólo en sus últimos 10 km se ensancha en un estuario que en su boca tienen cerca de 900 m de ancho. En esta travesía por la cordillera de la Costa, el Maule recibe escasos afluentes que sólo llevan agua en la época de lluvias; el principal es el estero Los Puercos, que drena el amplio valle de Penciahue. En cambio, los más importantes tributarios provienen de la cordillera andina, aunque muchos de ellos se le unen en la Depresión Intermedia.

En el ámbito andino, el Maule recibe tributarios de envergadura; entre los que se cuenta el ya mencionado río Puelche y el río Los Cipreses, efluente de la laguna La Invernada, de 5 km² de superficie. A 75 km de su nacimiento, el Maule aumenta considerablemente su caudal con el aporte del río Melado, que le afluye por el sur.



SIMBOLOGÍA

<ul style="list-style-type: none"> Límite Cuenca Maule Límite regional VIII Océano Pacífico Embalses Hidrografía principal Centros Urbanos 	<p>Elevación (m.s.n.m)</p> <ul style="list-style-type: none"> 0 - 200 200 - 400 400 - 600 600 - 800 800 - 1000 1000 - 1500 1500 - 2000 2000 - 3500
--	---

Datos Cartográficos
Proyección Universal Transversal Mercator
Huso 19
Zona Sur

Datos Geodésicos
Elipsoide Internacional 1909
Provisional South American Datum 1956

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

CONSULTORES: LUIS ARRAU DEL CANTO CONSULTORES EN INGENIERÍA HIDRÁULICA Y DE RIEGO	PROYECTO: PLAN DIRECTOR PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS CUENCA DEL RÍO MAULE	PLANO: UBICACIÓN GENERAL
--	--	-----------------------------

DIRECTOR GENERAL DE AGUAS SR. RODRIGO WEISNER	JEFE DE DEPARTAMENTO SR. PEDRO RIVERA	INSPECTOR FISCAL SR. ANDRÉS ARRIAGADA
--	--	--

ESCALA 1:750000 	FIGURA: 1.3.1-1	FECHA: MAYO DE 2008
------------------------	--------------------	------------------------

El río Guaiquivilo-Melado mantiene un rumbo de sur a norte y constituye un típico valle interandino longitudinal. En su recorrido de 7 km queda flaqueando a su izquierda por el cordón Melado, que ostenta cumbres sobre 2.500 m y la separa de las cuencas de los ríos Longaví, Achibueno y Ancoa, subtributarios del propio Maule. El río Guaiquivilo-Melado nace de la confluencia de los ríos Cajón Troncoso, que drena un amplio sector fronterizo, y Palaleo, que desagua la laguna Dial, situada a unos 70 km aguas arriba de esa junta. De la cadena del Melado descienden hacia el Guaiquivilo numerosos arroyos que profundizan los cajones glaciales, escindiendo las montañas. Por la ribera derecha, el más importante afluente del Melado es el río San Pedro o La Puente que se genera en un glaciar relacionado al volcán San Pedro o Las Yeguas. A partir de esa junta, el río deja de llamarse Guaiquivilo para tomar el nombre de Melado.

El Maule atraviesa la mayor parte de la llanura aluvial del Valle Central sin recibir tributarios. Los ríos generados en la cordillera de los Andes aquí corren más bien paralelos a su curso y son captados por el río Loncomilla, que drena toda la cuenca sur, y por el Claro, que colecta las aguas del sector norte.

El río Loncomilla, sin duda el afluente más importante del Maule, se le une por el sur, cerca de San Javier; su cauce ancho y de baja pendiente se sitúa paralelo junto al flanco oriental de la cordillera de la Costa. Se forma a partir de la confluencia de los ríos Longaví y Perquilauquén, que proceden del oriente y occidente, respectivamente. Recorre así, pausadamente, 36 km hacia el norte y puede ser navegado por lanchas planas o de escaso calado. Por su ribera occidental recibe como afluentes sólo dos esteros de poca monta; en cambio, por su ribera oriental recibe dos ríos importantes, el Achibueno y el Putagán, aparte de otros menores.

El río Ancoa es un aportante del río Achibueno. El río Longaví tiene sus cabeceras en un cordón andino de orientación norte-sur de unos 2.000 m de altitud media, pero su principal afluente, el río Blanco, drena el faldeo suroriental del nevado Longaví o Lonquén, de 3.230 m de elevación. En la hoya del Longaví se construyó, en la primera mitad del siglo, el embalse Bullileo, de 60 Mm³ de capacidad, y en la segunda mitad, el embalse Digua, que se alimenta a través de un canal del río Longaví.

El Perquilauquén, cuyo cauce se extiende por 190 km y que drena una hoya de 5.023 km², presenta una trama de drenaje muy compleja, ya que desagua un sector de precordillera andina, parte de la depresión intermedia y una porción de la cordillera de la Costa. Esta última comprende una intrincada red hidrográfica que se canaliza por el río Cauquenes y se vacía hacia el oriente, en el Valle Central. Otro afluente del Perquilauquén y que también drena parte de la cordillera de la Costa es el río Purapel, que confluye a sólo 2 km aguas abajo de la junta del río Cauquenes; cubre un área orientada según la tectónica local de NW a SE de 755 km².

El efluente más importante de la ribera derecha del Loncomilla es el Achibueno, tanto que algunos autores consideran formado el Loncomilla a partir de su junta. Su curso superior se desarrolla al occidente del cordón Melado, también confinado por elevadas

montañas de Los Andes, y nace en la laguna homónima al pie oriental del nevado Longaví. En este primer tramo recibe, especialmente por su flanco derecho, varios torrentes que descienden de esa cordillera.

El sector norte de la hoya del Maule es drenado por el río Claro, cuyo curso superior corre paralelo al río Lontué, afluente del Mataquito, del cual le separan apenas 8 km. Su red de captación en la cordillera es de tipo dendrítico con múltiples ramificaciones dominadas por el volcán Descabezado Grande. Una notable característica de la trayectoria de este río es su brusco cambio de rumbo en las proximidades de Molina, variando en 90° hacia el SW, rumbo que conserva hasta su junta al Maule, bordeando el pie oriental de la cordillera de la Costa. En esta trayectoria recoge afluentes importantes, como el estero Pangue y el río Lircay. Entre los afluentes del curso inferior del Maule en el sector de la cordillera de la Costa, el más importante es el estero Los Puercos, que con su curso de rumbo N-S drena un típico valle tectónico.

1.3.3 POBLACIÓN

Desde el punto de vista de la población, el Censo de 2002 indica que la población de la Región del Maule asciende a 904.104 habitantes, lo que corresponde al 6% del total nacional, esta cifra disminuyó en un 0,3% respecto al censo anterior. El 33,2% de la población vive en zonas rurales, muy por encima de los 13,4% de la media nacional. No obstante esta cifra ha disminuido con respecto al censo de 1992, donde alcanzaba un 40,2 % de la población regional. El 66,8 % de su población urbana se concentra en ciudades intermedias como son Talca, Curico y Linares. La primera de ellas es la capital regional y además la ciudad más poblada de la cuenca, su tasa de crecimiento intercensal alcanzó un 21,3%. El crecimiento intraprovincial de la población se concentra en las ciudades cabeceras, muy por el contrario las demás comunas y centros urbanos tienen crecimientos muy lentos, incluso las comunas de Sagrada Familia, Pencahue y Villa Alegre, las dos últimas pertenecientes a la cuenca, poseen tasas de crecimiento negativo.

1.3.4 ACTIVIDAD ECONÓMICA

Desde el punto de vista económico, la Región del Maule presenta un Producto Interno Bruto (PIB) que se sitúa en torno a los 2.066.072 millones de pesos de 2003 para el año 2005, lo que representa un 3,6% respecto del PIB nacional (Banco Central, 2007).

La Región del Maule fue una de las cuatro regiones que para el 2005 tuvieron un mayor crecimiento, esto gracias al buen desempeño de las actividades de producción de electricidad, gas y agua potable, (21,8% a nivel agregado).

La evolución del PIB por región para el año 2004 fue de 5,9%, muy parecido al 6% experimentado a nivel nacional. Por otra parte, el PIB fue de 8,4% para el año 2005, superando el 5,7% del total país.

1.3.5 CLIMA Y AGROCLIMA

En la Región del Maule existe un clima mediterráneo templado cálido, sin embargo, se observan variaciones en cuanto a precipitaciones, temperaturas y humedad atmosférica. Las precipitaciones de aguas lluvias se concentran en los meses de invierno, las mayores temperaturas se presentan en verano, y hacia el sector de la cordillera de Los Andes, por razones de altitud, el clima se torna más frío. Las precipitaciones de aguas lluvias son abundantes en la época invernal, las temperaturas veraniegas son altas, sobre todo en la depresión intermedia y en el interior, en tanto que los períodos secos oscilan entre cinco y siete meses, rango que está estrechamente vinculado con la longitud geográfica.

En términos generales se puede señalar que en la cuenca se registra un aumento perceptible de las precipitaciones y una disminución de las temperaturas medias respecto de las regiones situadas más al norte. La distribución de las lluvias a través del año también se altera, abarcando seis meses del año aproximadamente.

1.4 PROBLEMÁTICA GENERAL DE LOS PLANES DIRECTORES Y SU RELACIÓN CON LA CUENCA DEL RÍO MAULE

En general, la formulación de un Plan Director para la gestión de recursos hídricos en una cuenca debe realizarse armónicamente balanceando el contexto general del desarrollo de su territorio y las necesidades específicas de los usuarios de agua en la cuenca. En particular, en el caso del recurso agua, un recurso escaso en cuanto a su distribución temporal y espacial, la adecuada formulación del plan director puede facilitar el uso adecuado de los recursos disponibles.

Siguiendo esta línea de pensamiento, el accionar de la Dirección General de Aguas, debe seguir las directrices definidas por las políticas gubernamentales, y en segundo término por las directivas de estado, definidas por el Código de Aguas y la legislación relacionada.

Es importante notar que durante casi dos décadas, el accionar del gobierno ha mantenido reglas económicas sin alteraciones sustantivas, lo que ha permitido un sostenido y notorio desarrollo de la economía, con las correspondientes variaciones naturales asociadas a los cambios experimentados por la economía mundial. Dado que estas políticas son ampliamente compartidas por los diferentes grupos sociales del país, se espera su mantención en el mediano y largo plazo.

Dentro de estas políticas globales, destacan el rol subsidiario del Estado, junto a su papel fiscalizador y coordinador en algunas materias. Adicionalmente, se considera la profundización de políticas regionalizadoras, lo que se manifiesta en la nueva división geográfico-política del país en 15 regiones.

Es importante indicar, que el crecimiento económico del país y la región, se presenta con un sostenido crecimiento de las demandas de agua principalmente destinadas a uso potable y riego.

En lo que respecta al rol subsidiario del estado, se ha implementado como subsidio directo el programa de Agua Potable Rural destinado a disminuir el déficit de cobertura en la distribución de agua potable a nivel rural. Adicionalmente puede considerarse el mejoramiento de sistemas de riego mediante concursos de la ley de fomento a las obras de riego (Ley 18.450

El esquema anterior de subsidios directos es complementado con el nuevo sistema de concesiones de obras hidráulicas. En este esquema de inversiones, las obras de abastecimiento de aguas son financiadas y construidas por empresas privadas, las que posteriormente las administrarán, cobrando por dicho concepto una suma a los usuarios que haga rentable dichas inversiones. Tal es el caso del Embalse Convento Viejo en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins. La ventaja de este tipo de programas está en la liberación de recursos fiscales, los que pueden aplicarse a programas de menor retorno privado pero mayor retorno social.

En el contexto de las mayores demandas de agua para el uso potable y de riego, es importante notar que a la Dirección General de Aguas le corresponde, entre otras atribuciones, la planificación y el desarrollo del recurso en las fuentes naturales con el fin de formular recomendaciones para su aprovechamiento, tal como lo establece el Código de Aguas, en su Título II, Artículo 299.

En el particular caso de esta cuenca, el crecimiento poblacional de la mano con un crecimiento de la superficie de la ciudad, trae aparejado un crecimiento en el mercado inmobiliario, un crecimiento de los sectores agroindustrial, industrial, y el turístico. Adicionalmente, el crecimiento de las demandas energía a nivel del país, implica en la necesidad de aumentar la generación hidroeléctrica. Esto trae como consecuencia la necesidad de analizar la interacción entre los diferentes actores para la correcta formulación del plan.

2. RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES

Con el objetivo central de levantar la información básica para la realización de este estudio, se analizaron como fuente de información un total de 32 estudios, los que han sido agrupados en las siguientes áreas temáticas:

- **Estudio Base (Ref. 1):** Este estudio corresponde a “Bases para la Formulación de un Plan Director para la Cuenca del Río Maule”, preparado por AC Ingenieros para la DGA (2003). En este estudio se incluye toda la información necesaria para caracterizar los recursos hídricos de la cuenca, incluyendo los antecedentes necesarios para operar el modelo MAGIC-Maule para la simulación de los recursos hídricos en la cuenca.
- **Planes Directores:** En esta sección se incluyen los antecedentes de dos de los tres planes directores realizados previamente por la DGA, dado que consideran metodologías de trabajo, que pueden usarse parcialmente para la formulación de este nuevo plan director. No se consideró incluir el plan director del Río San José ya que su metodología de trabajo no se estima aplicable a este nuevo estudio. En este ítem se incluyen los siguientes 2 planes directores:
 - **Ref. 2:** Aconcagua
 - **Ref. 3:** Imperial
- **Estudios de tipo general:** Estos estudios presentan conceptos o lineamientos de tipo general, y que serán utilizados como referencia para la formulación del Plan Director. En este ítem se incluyen los siguientes 4 estudios:
 - **Ref. 4:** Estudio de Factibilidad. Programa Manejo de Cuencas Hidrográficas. Plan de Ordenamiento y Programa de Manejo, Cuenca del Río Maule
 - **Ref. 5:** Política Nacional de los Recursos Hídricos
 - **Ref. 6:** Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos de la VIª Región
 - **Ref. 7:** Evaluación de los Recursos Hídricos Superficiales en la Cuenca del Río Maule
- **Estudios de Ingeniería Civil:** Estos estudios presentan información del área Ingeniería Civil que será utilizada para la formulación del Plan Director. En esta área se incluyen 8 estudios, los que se enumeran a continuación:
 - **Ref. 8:** Modelo de Simulación Hidrológico Operacional de la Cuenca del Río Maule (VII Región). MODMAULE.
 - **Ref. 9:** Asesoría a la Dirección General de Aguas para Formación Rol de Regantes Río Maule
 - **Ref. 10:** Asesoría Para el Complemento y Actualización de la Modelación Hidrológica de la Cuenca del Río Maule
 - **Ref. 11:** Estudio e Implementación de Modelos Hidrológicos Acoplados a SIG Para el Manejo y Planificación, Cuencas de Maule, Mataquito e Itata

- **Ref. 12:** Programa de Capacitación en Gestión Integrada de Recursos Hídricos
 - **Ref. 13:** Determinación de Áreas Agrícolas de Mayor Importancia Productiva y Zonas con Suelos Especiales, para fines de Valoración del Territorio Rural
 - **Ref. 14:** Identificación de las Principales Áreas Agrícolas y de Interés para el MINAGRI como aporte para el Ordenamiento Territorial del País
 - **Ref. 15:** Uso Actual y Futuro Aguas Cuenca del Río Maule
- **Estudios Agronómicos:** En esta sección se incluyen 12 estudios que presentan información de tipo agronómico, tales como suelos y cultivos:
 - **Ref. 16:** Estudio Agrológico, Materiales y Símbolos, VII Región
 - **Ref. 17:** Clasificación de las Explotaciones Agrícolas del VI Censo Nacional Agropecuario (1997) Según Tipo de Productor y Localización Geográfica
 - **Ref. 18:** Catastro Frutícola: Principales Resultados. VII Región
 - **Ref. 19:** Diagnóstico del Riego en Chile: Región del Maule
 - **Ref. 20:** Sistema Integral de Riego Electrónico (e-SIIR)
 - **Ref. 21:** Mejoramiento Readecuación del Riego Sector Maule Sur, VII Región. Factibilidad con Diseño
 - **Ref. 22:** Catastro Vitícola Nacional 2004
 - **Ref. 23:** Construcción Embalse Ancoa VII Región. Estudio Factibilidad.
 - **Ref. 24:** Distribución Espacial de los Huertos Frutícolas de Chile
 - **Ref. 25:** Actualización Estudio de Diseño de Obras de Riego Sistema Embalse Tutuvén, VII Región
 - **Ref. 26:** Compendio Estadístico Silvoagropecuario 1990-2004
 - **Ref. 27:** Centro de Investigación y Transferencia en Riego y Agroclimatología
- **Estudios de Calidad de Aguas:** En esta sección se incluyen 2 estudios que presentan aspectos de la calidad de las aguas en la cuenca:
 - **Ref. 28:** Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad. Cuenca del Río Maule
 - **Ref. 29:** Diseño de un Sistema de Medición y Alerta Temprana de la Contaminación del Río Maule
- **Estudios Relacionados con la Planificación Territorial:** En esta sección se incluyen 3 estudios que presentan información relativos a la planificación territorial en la cuenca:
 - **Ref. 30:** Plan Regional de Desarrollo Urbano (PRDU)
 - **Ref. 31:** Planes Reguladores Intercomunales (PRI)
 - **Ref. 32:** Planes Reguladores Comunes (PRC)

3. DIAGNÓSTICO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

El diagnóstico de los recursos hídricos se presenta separado en 4 componentes principales:

- Marco Legal e Institucional
- Cantidad de Recursos Hídricos
 - Oferta de Recursos Hídricos
 - Demandas de Agua
- Calidad de los Recursos Hídricos y Medio Ambiente
- Infraestructura de Aprovechamiento y Monitoreo

3.1 MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL

Este capítulo se presenta un análisis legal que incluye la legislación vigente relacionada con el agua, legislación ambiental, las instituciones ligadas al agua (directa o indirectamente), los derechos de agua, y el mercado del agua. El análisis se divide en las siguientes componentes:

- **Marco Legal:** Incluye un análisis del Código de Aguas y la legislación ambiental vigente
- **Marco Institucional:** El marco institucional de la cuenca del río Maule corresponde a los entes públicos y privados que se organizan en torno a la aplicación y ejecución de las normas, planes y programas relativos a la cuenca o bien cumplen funciones de administración de los recursos
- **Problemática Interinstitucional:** Se incluye un análisis de la coordinación institucional en torno al agua, tanto desde el punto de vista institucional como de sus usuarios. El análisis se divide en 2 puntos principales:
 - Interacción entre Instituciones
 - Interacción entre Usuarios e Instituciones

En lo que respecta a la relación entre instituciones, se puede concluir que:

- Al relacionarse distintos servicios que tienen dependencias jerárquicas distintas, cada uno su propio director nacional o equivalente, sus funciones no están exentas de problemas prácticos al no existir una visión común de las políticas públicas que se desarrollan en este ámbito

Por otra parte, en lo que respecta a la relación entre usuarios e instituciones, se puede concluir que:

- Las organizaciones no se relacionan en forma fluida con todas las instituciones relacionadas a la gestión de los recursos hídricos, esto puede provenir de desconocimiento o malas experiencias históricas
 - Las organizaciones se relacionan directamente con instituciones de fomento a la infraestructura y asignación de derechos de aguas
 - Las vinculaciones/interacciones, de existir, son no formales, por lo tanto el acoplamiento estructural con otras instituciones es incipiente y muy precario, lo que implica una pérdida de oportunidades disponibles para mejorar la gestión
- **Derechos de Agua:** El derecho de aprovechamiento es un derecho real que recae sobre las aguas y consiste en el uso y goce de ellas, con los requisitos y en conformidad a las reglas que prescribe el código de aguas.

En lo que respecta a los derechos de aguas superficiales, se observa que la información catastral presentada en el estudio de la Ref. 1, y actualizada para el período 2002-2006 con información obtenida del Catastro Público de Aguas (CPA) de la DGA muestra que cerca del 40% de las solicitudes por derechos consuntivos son por menos de 10 L/s. Por otra parte, sólo el 26% de las solicitudes son por más de 100 L/s. Adicionalmente, se observa que las solicitudes de derechos no-consuntivos se ubican al principio y al final del período de análisis, y que dado el caudal que se considera, estas solicitudes se refieren a caudales para aprovechamientos hidroeléctricos. En conjunto esta información no permite aseverar si el aumento en el número de solicitudes que se observa en los últimos años es una tendencia sostenida o sólo temporal

En lo que respecta a las aguas subterráneas, la información de la Ref. 1 actualizada con información del CPA y trabajos de terreno, se tiene que entre los años 1969 y 1999 el número de solicitudes fue bastante bajo, lo que se incrementó drásticamente con posterioridad al año 1999. Es importante indicar que la información contenida en el catastro no permite determinar las razones que explican este aumento, sino que sólo su ocurrencia.

Con respecto a las regularizaciones de los derechos de aprovechamiento subterráneo de acuerdo a los Artículos 4º y 6º transitorios de la Ley 20.071, se detectó en el CPA un total de 112 solicitudes, con un caudal total de 246,6 L/s hasta el año 2006.

- **Mercado del Agua:** De acuerdo a antecedentes de distintas instituciones tales como la DGA, la SISS, y el Conservador de Bienes Raíces se puede concluir lo siguiente:
 - Se observa un aumento sostenido en el número de transacciones realizadas a través de los años. Pero ello es claro y marcado sólo a partir

del año 1990. Las proyecciones a corto y mediano plazo siguen esta tendencia ascendente.

- El grupo de participantes mayoritario en el mercado, tanto comprador como vendedor, serían personas naturales (80-85%).
- Existe una gran variación en el precio pagado por el agua, no siendo posible establecer un valor representativo en relación con las organizaciones de riego, ni con la cuenca. Lo anterior indica que los usos a que son destinados las aguas adquiridas, tienen muy diferente grado de rentabilidad y que el mercado no ha logrado una madurez que dé más estabilidad al precio.
- Las inscripciones en el registro de propiedades de agua, son realizadas de manera adecuada en la mayoría de los casos, existiendo sin embargo, algunas inscripciones que se realizan sin incorporar los datos establecidos por el código de aguas (como cantidad transada, precio, origen).
- Por otra parte, el hecho de que el mercado del agua en esta cuenca sea limitado se ve favorecido por el hecho de la amplia existencia de derechos disponibles en muchos cursos de la cuenca. Es más, en el caso del agua cruda subterránea su valor es nulo, ya que en el caso de derechos subterráneos, la disponibilidad es aún más alta.

3.2 CANTIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS

3.2.1 OFERTA DE RECURSOS HÍDRICOS

La oferta de recursos hídricos se divide en recursos superficiales y subterráneos, los que fueron evaluados usando como base la información contenida en el estudio Bases para la Formulación del Plan Director para la Cuenca del Río Maule

El análisis se divide en las siguientes componentes:

- Pluviometría
- Estaciones Calibración Modelo MAGIC-Maule
- Generación Caudales Cuencas No-Controladas
- Estado Embalses
- Caudales Medios Mensuales de los Canales de Riego
- Aguas Subterráneas
- Demandas de Agua

3.2.1.1 Pluviometría

En el año 2003, la Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas, terminó el estudio “Bases Plan Director para la Gestión de Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Maule” a través de la empresa consultora AC-Ingenieros Consultores. En dicho estudio, se analizó y completó la estadística necesaria para la operación del modelo MAGIC-Maule, de forma de extender el período de calibración y validación hasta el año 2001/02. A su vez, en ese estudio se validó y corrigió las estadísticas generadas en el estudio “Modelo de Simulación Hidrológico Operacional de la Cuenca del Río Maule (VII Región). MODMAULE”. Posteriormente, en el estudio “Estudio e Implementación de Modelos Hidrológicos Acoplados a SIG Para el Manejo y Planificación, Cuencas de Maule, Mataquito e Itata”, las estadísticas se actualizaron hasta el año hidrológico 2002/03. En el presente estudio, se verificó y actualizó dicha información, con el fin de ser incorporada al modelo MAGIC-Maule, considerando el período de calibración extendido hasta la temporada 2005/06. Es importante indicar que debido a que no es posible identificar la situación agronómica en forma fidedigna para periodos anteriores al año 1980, las estadísticas a ocupar en la modelación se restringirán al período 1980/81 - 2005/06.

Para realizar las recalibraciones en el modelo y posteriormente generar las series de caudales medios mensuales en las cuencas pluviales correspondientes, es necesario contar con registros pluviométricos de extensión igual al período que se requiere generar.

En el estudio Bases se generaron series pluviométricas completas (corregidas, rellenadas, extendidas y homogenizadas) durante el período Abril de 1950 a Marzo de 2001 para las 17 estaciones requeridas para el modelo MAGIC-Maule, el modelo pluvial para generar los caudales de las cuencas pluviales no controladas y para generar los caudales de las cuenca nivo-pluviales no controladas. Las estaciones necesarias se presentan en el Cuadro 3.2.1.1-1 y su ubicación en la Figura 3.2.1.1-1, junto con la distribución de precipitaciones en la cuenca, que es equivalente a las isoyetas.

Con este set de datos es posible generar de manera adecuada todas las series de caudales medios mensuales a través del modelo. Se debe señalar que estas estaciones fueron seleccionadas en el estudio anterior por poseer los registros más extensos y completos.

Como resultado del proceso de relleno y extensión de las estadísticas, se obtienen los resultados que se presentan en el Cuadro 3.2.1.1-2 como promedio para el período 1980/01-2005/06.

**CUADRO 3.2.1.1-1
ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS CONSIDERADAS**

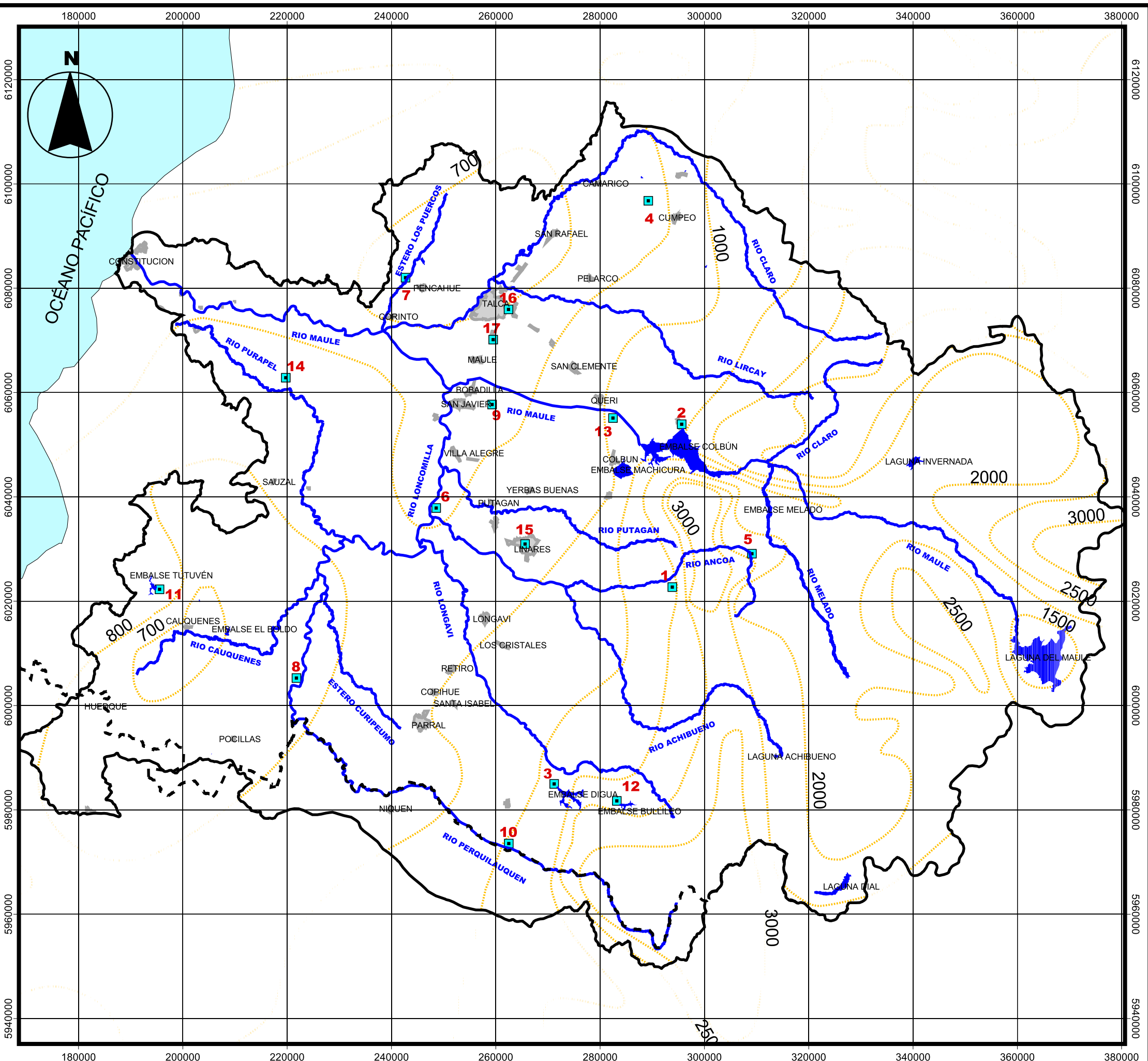
ID	Estaciones Pluviométricas	Código BNA	Precipitación Anual (mm)
1	Ancoa Embalse	07355007-6	1.600
2	Colorado	07378003-9	1.400
3	Digua Embalse	07331002-4	1.570
4	El Guindo	07373003-1	660
5	Hornillo	07355006-8	2.210
6	Melozal	07357003-4	750
7	Pencahue	07381003-5	650
8	Quella	07335004-2	720
9	San Javier	07359005-1	730
10	San Manuel en Perquilauquén	07332003-8	1.430
11	Tutuvén Embalse	07337003-4	930
12	Bullileo Embalse	07350006-0	2.170
13	Colbún (Maule Sur)	07358008-0	1.050
14	Nirivilo	07341002-9	845
15	Linares	07358007-2	900
16	Talca U.C.	07378002-0	680
17	Huapi	07374005-3	1.000

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 3.2.1.1-2
PRECIPITACIONES PROMEDIO ESTACIONES SELECCIONADAS (mm)**

#	Estación	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
1	Ancoa	100,7	280,3	337,3	308,1	217,7	149,8	92,7	47,4	29,4	19,1	14,6	32,1
2	Colorado	81,2	235,6	303,4	272,2	183,3	119,7	75,5	39,0	22,2	17,6	9,1	27,6
3	Digua Embalse	92,7	278,7	326,0	276,2	208,6	142,4	92,2	42,1	32,5	17,8	21,3	32,9
4	El Guindo	39,9	117,8	145,1	125,8	86,5	56,6	32,2	16,9	11,0	7,0	4,0	14,3
5	Hornillo	138,4	396,4	477,2	417,3	290,7	186,4	115,8	58,2	37,1	23,7	16,4	36,6
6	Melozal	48,6	131,3	178,1	154,3	90,6	66,1	32,8	18,0	11,2	9,6	6,6	15,0
7	Pencahue	37,9	118,6	141,3	124,3	85,0	56,2	30,0	16,1	11,0	7,4	4,9	13,8
8	Quella	44,3	135,9	157,0	136,9	91,3	60,9	34,7	20,1	10,7	9,1	7,7	15,4
9	San Javier	47,7	132,6	170,2	152,9	93,0	65,4	33,2	20,8	11,6	10,5	5,6	16,6
10	San Manuel	90,9	248,6	306,7	252,4	179,9	132,0	81,6	43,1	28,6	21,6	19,5	32,4
11	Tutuvén Embalse	57,3	172,5	208,1	197,0	125,5	77,2	38,2	23,3	14,7	10,7	8,6	19,6
12	Bullileo	131,5	346,6	436,1	385,7	290,3	201,0	133,6	72,0	44,2	27,1	25,3	45,2
13	Colbún (Maule Sur)	63,0	181,6	219,5	211,7	130,9	84,8	52,1	29,6	17,6	10,5	5,9	19,3
14	Nirivilo	48,9	148,5	188,5	170,6	113,4	74,9	35,3	18,4	7,8	7,4	5,6	15,4
15	Linares	55,1	161,3	193,9	177,7	114,5	79,1	42,8	22,9	14,4	12,0	9,7	19,1
16	Talca UC	40,5	119,5	152,9	140,4	81,8	59,8	30,6	15,5	10,1	9,1	5,2	14,9
17	Huapi	58,8	169,8	217,8	194,3	130,2	86,5	53,7	27,2	18,9	11,9	8,3	20,6

Fuente: Actualización Información Contendida en Estudios Ref. 1 y Ref. 8



ID	Nombre Estación	Pp 50% probable (mm)
1	ANCOA EMBALSE	1600.0
2	COLORADO	1400.0
3	DIGUA EMBALSE	1570.0
4	EL GUINDO	660.0
5	HORNILLO	2210.0
6	MELOZAL	750.0
7	PENCAHUE	650.0
8	QUELLA	720.0
9	SAN JAVIER	730.0
10	SAN MANUEL EN PERQUILAUQUEN	1530.0
11	TUTUVEN EMBALSE	930.0
12	BULLILEO EMBALSE	2170.0
13	COLBUN (MAULE SUR)	1050.0
14	NIRIVILLO	845.0
15	LINARES	900.0
16	TALCA U.C.	680.0
17	HUAPI	1000.0

SIMBOLOGÍA

	Límite Cuenca Maule		Estaciones Pluviométricas
	Límite regional viii		Isoyetas anuales actualizadas 2006
	Océano Pacífico		
	Embalses		
	Hidrografía principal		
	Centros Urbanos		

Datos Cartográficos Proyección Universal Transversal Mercator Huso 19 Zona Sur	Datos Geodésicos Elipsoide Internacional 1909 Provisional South American Datum 1956
---	---

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

CONSULTORES: LUIS ARRAU DEL CANTO CONSULTORES EN INGENIERÍA HIDRÁULICA Y DE RIEGO	PROYECTO: PLAN DIRECTOR PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS CUENCA DEL RÍO MAULE	PLANO: ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS SELECCIONADAS Y CURVAS ISOYETAS ANUALES
--	--	---

DIRECTOR GENERAL DE AGUAS SR. RODRIGO WEISNER	JEFE DE DEPARTAMENTO SR. PEDRO RIVERA	INSPECTOR FISCAL SR. ANDRÉS ARRIAGADA
--	--	--

ESCALA 1:750000 	FIGURA: 3.2.1.1-1	FECHA: MAYO DE 2008
------------------------	----------------------	------------------------

3.2.1.2 Estaciones Calibración Modelo MAGIC-Maule

En el segundo punto de análisis de la oferta de los recursos hídricos, se consideraron como medio de comparación para la calibración del modelo MAGIC-Maule las estadísticas de 9 estaciones fluviométricas, tal como se muestra en el Cuadro 3.2.1.2-1. La ubicación de las estaciones de calibración se presenta en la Figura 3.2.1.2-1, incluyendo el número de nodo asociado en el modelo MAGIC-Maule, y la cuenca aportante asociada a cada punto de calibración. Con el objeto de calibrar el modelo con información actualizada, se completó la información de caudales medios mensuales hasta Marzo de 2006, para todas las estaciones presentadas en el Cuadro 3.2.1.2-1, cuyos valores promedios se presentan en el Cuadro 3.2.1.2-2.

**CUADRO 6.1.1.3-1
ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS CONSIDERADAS PARA LA CALIBRACIÓN**

#	Nombre	Origen	Código BNA	UTM (m)		Estado
				Este	Norte	
1	Río Claro en Camarico	P	07372001-k	282.705	6.104.573	V
2	Río Maule en Armerillo	P	07321001-7	309.995	6.047.229	V
3	Río Claro en Talca	P	07379001-8	252.155	6.073.809	S
4	Loncomilla en Bodega	P	07357002-6	245.058	6.031.783	V
5	Río Loncomilla en Las Brisas	P	07359001-9	249.545	6.055.323	V
6	Río Maule en Forel	P	07383001-k	208.621	6.077.251	V
7	Río Maule en Longitudinal	N	07322001-7	254.658	6.061.696	V
8	Perquilauquén en Quella	P	07335001-8	222.048	6.003.814	V
9	Río Claro en Rauquén	N	07379002-6	207.660	6.077.495	V

P: Previa N: Nueva
V: Vigente S: Suspendida

Fuente: Actualización Información Contendida en Estudio de la Ref. 11

**CUADRO 3.2.1.2-2
CAUDALES PROMEDIO ESTACIONES SELECCIONADAS (m³/s)**

#	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Anual
1	8,308	20,621	43,531	41,894	35,418	28,997	20,586	14,529	9,545	4,955	3,794	4,598	19,830
2	50,174	95,372	150,619	133,559	92,321	73,202	69,766	156,264	143,667	42,526	12,014	11,749	85,936
3	51,661	96,565	149,809	182,505	101,036	80,191	70,802	62,408	47,252	35,467	33,505	38,779	79,165
4	37,333	255,417	423,121	375,100	264,908	249,011	112,754	58,174	28,084	14,045	14,279	21,156	154,449
5	78,831	369,125	615,882	683,861	425,057	366,737	175,796	122,152	67,943	34,783	33,515	51,724	252,117
6	306,954	447,159	933,078	942,402	868,831	667,838	462,170	366,079	305,015	160,004	128,210	181,894	455,468
7	141,509	182,818	255,974	283,017	259,197	222,743	229,961	229,313	213,124	126,266	54,770	81,454	199,816
8	16,903	89,138	149,653	152,211	107,698	90,100	49,046	21,829	8,642	4,821	4,513	5,980	57,579
9	49,406	68,565	203,767	172,665	186,228	133,683	82,729	79,512	54,259	39,208	35,977	43,950	99,346

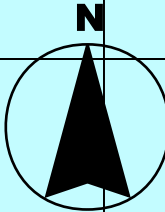
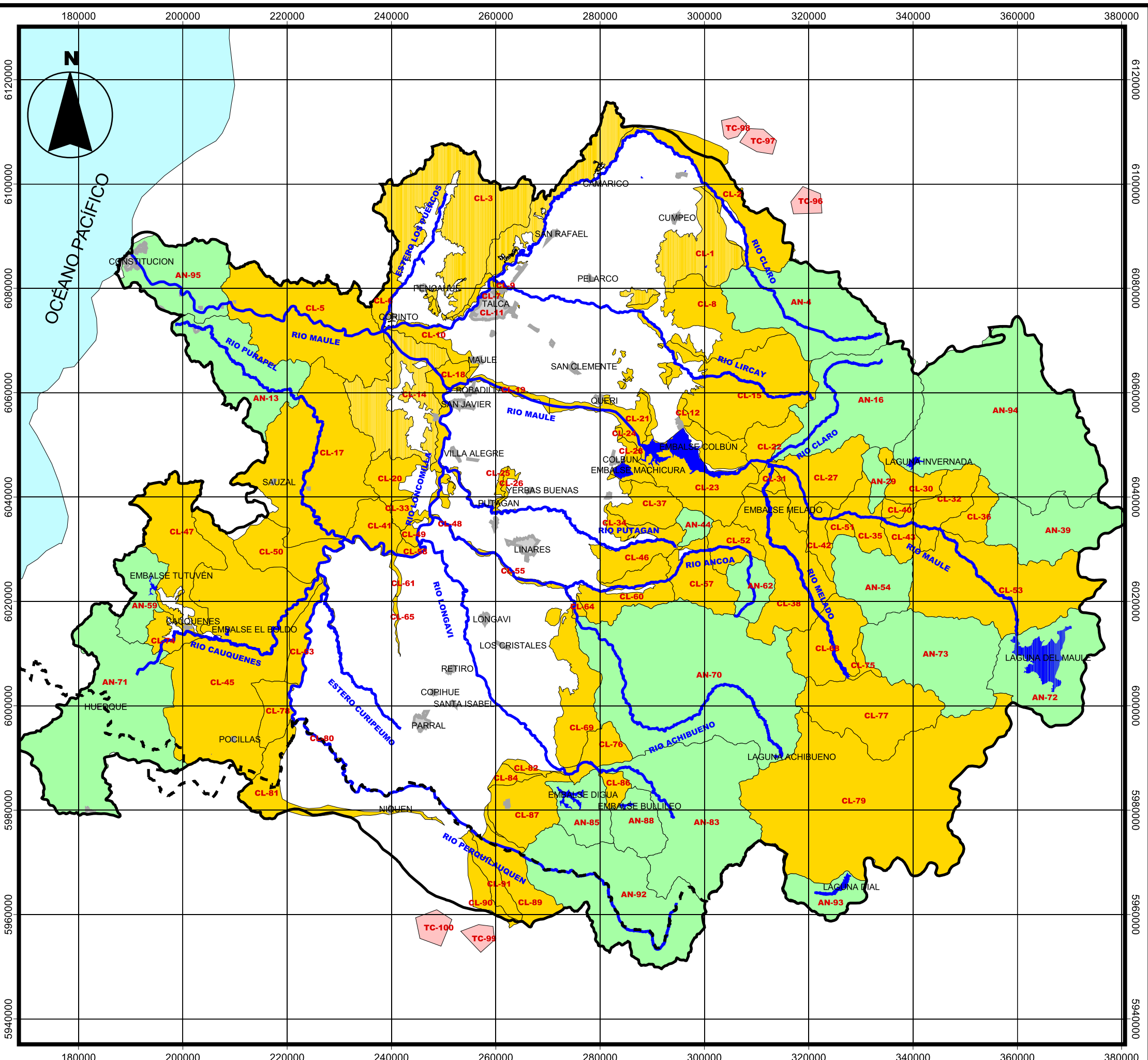
Fuente: Elaboración Propia

3.2.1.3 Fluviometría: Generación de Caudales en Cuencas No-Controladas

En la cuenca del río Maule existe una cantidad importante de cuencas sin control fluviométrico que se han considerado en la modelación superficial, MAGIC-Maule, por lo que se hace necesario actualizar las estadísticas existentes hasta el año hidrológico 2005/6. Para ello es necesario emplear métodos sintéticos de generación de caudales, tales como la aplicación de modelos matemáticos para cuencas pluviales, y nivo-pluviales o pluvio-nivales. (dependiendo de la importancia de la componente pluvial es la nomenclatura usada).

a) Caracterización Cuencas No-Controladas

De acuerdo a la sectorización definida en el estudio de la Ref. 11, la cuenca se descompone en un total de 92 cuencas no-controladas (CNC). Estas CNC se dividen a su vez en 3 categorías: Aportes Naturales (AN), Cuencas Laterales (CL), y Traslase de Cuencas (TC). Aportes naturales se refiere a las sub-cuencas de cabecera, y cuencas laterales son sub-cuencas intermedias ubicadas en los sectores de riego o con algún grado de intervención, tal como se visualiza en la Figura 3.2.1.3-1. Por otra parte, el régimen de estas cuencas se divide en 3 categorías: pluvial, nivo-pluvial o nival, caracterización que se presenta espacialmente en la Figura 3.2.1.3-2. La información anterior se presenta resumida en el Cuadro 3.2.1.3-1, en el que se presenta un listado con la denominación de los aportes naturales, en el Cuadro 3.2.1.3-2 se presenta la misma información para los trasvases, y en el Cuadro 3.2.1.3-3 las cuencas laterales.



OCEANO PACIFICO

SIMBOLOGÍA

- Limite Cuenca Maule
 - Limite regional viii
 - Océano Pacifico
 - Embalses
 - Hidrografía principal
 - Centros Urbanos
- Tipo de Cuenca
- Cuenca Lateral
 - Aporte Natural
 - Traslase de Cuenca

Datos Cartográficos
Proyección Universal Transversal Mercator
Huso 19
Zona Sur

Datos Geodésicos
Elipsoide Internacional 1909
Provisional South American Datum 1956

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

CONSULTORES: LUIS ARRAU DEL CANTO CONSULTORES EN INGENIERÍA HIDRÁULICA Y DE RIEGO	PROYECTO: PLAN DIRECTOR PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS CUENCA DEL RÍO MAULE	PLANO: CUENCAS LATERALES Y APORTES NATURALES
--	--	---

DIRECTOR GENERAL DE AGUAS SR. RODRIGO WEISNER	JEFE DE DEPARTAMENTO SR. PEDRO RIVERA	INSPECTOR FISCAL SR. ANDRÉS ARRIAGADA
--	--	--

ESCALA 1:750000 	FIGURA: 3.2.1.3-1	FECHA: MAYO DE 2008
------------------------	----------------------	------------------------

**CUADRO 3.2.1.3-1
CARACTERIZACIÓN APORTES NATURALES**

Código	Denominación	Régimen
AN-4	Río Claro en Cabecera	Pluvial
AN-13	Río Purapel en Nirivilo	Pluvial
AN-16	Río Claro en San Carlos	Nivo-pluvial
AN-29	Estero Corrientes en cota 820	Nivo-pluvial
AN-39	Río Puelche en cota 1.400	Nival
AN-44	Río Putagán	Pluvial
AN-54	Río Colorado en cota 800	Nivo-pluvial
AN-59	Río Tutuvén	Pluvial
AN-62	Río Ancoa antes Túnel Canal Melado	Nivo-pluvial
AN-70	Río Achibueno en Los Peñascos	Nivo-pluvial
AN-71	Río Cauquenes en el Arrayán	Pluvial
AN-72	Afluente Laguna del Maule	Nival
AN-73	Río De La Puente en cota 1.220	Nival
AN-83	Río Longaví en la Quiriquina	Nivo-pluvial
AN-85	Río Catillo	Nivo-pluvial
AN-88	Afluente Embalse Bullileo	Nivo-pluvial
AN-92	Río Perquilauquén en San Manuel	Nivo-pluvial
AN-93	Afluente a Laguna El Dial	Nival
AN-94	Afluente Laguna La Invernada	Nival
AN-95	Río Maule en Forel	Pluvial

Fuente: Modificado a partir de la Información Contenida en el Estudio de la Ref. 11

**CUADRO 3.2.1.3-2
CARACTERIZACIÓN TRASVASE DE CUENCAS**

Código	Denominación	Régimen
AN-96	Cuenca ficticia - Canal Pelarco-Buena Unión Lontué	Trasvase
AN-97	Cuenca ficticia - Canal Purísima-Concepción Lontué	Trasvase
AN-98	Cuenca ficticia - Canal Cumpeo Lontué	Trasvase
AN-99	Cuenca ficticia - Canal Caro Saldaña	Trasvase
AN-100	Cuenca ficticia - TUC San Pedro y Arrau o Ñiquén	Trasvase

Fuente: Modificado a partir de la Información Contenida en el Estudio de la Ref. 11

**CUADRO 3.2.1.3-3
CARACTERIZACIÓN CUENCAS LATERALES**

Código	Denominación	Régimen
CL-1	Río Claro entre Camarico y Puente Talca	Pluvial
CL-2	Río Claro entre sección de cabecera y Camarico	Pluvial
CL-3	Río Maule en junta con río Claro	Pluvial
CL-5	Río Maule entre Río Claro y Estación Maule en Forel	Pluvial
CL-6	Río Maule en junta con río Claro	Pluvial
CL-7	Río Lircay entre Bocatoma Pencahue y Río Claro	Pluvial
CL-8	Río Lircay entre Puente Las Rastras y Bocatoma Pencahue	Pluvial
CL-9	Río Lircay en Bocatoma Pencahue	Pluvial
CL-10	Río Claro entre Puente Talca y Río Maule	Pluvial
CL-11	Río Piduco	Pluvial
CL-12	Río Piduco	Pluvial
CL-14	Río Maule entre Loncomilla y Río Claro	Pluvial
CL-15	Río Lircay en Puente Las Rastras	Pluvial
CL-17	Río Purapel entre Nirivilo y Río Perquilauquén	Pluvial
CL-18	Río Maule entre Longitudinal y Río Loncomilla	Pluvial
CL-19	Embalse Colbún	Pluvial
CL-20	Río Loncomilla entre Río Putagán y Río Maule	Pluvial
CL-21	Embalse Colbún	Pluvial
CL-22	Hoya intermedia río Maule	Nivo-pluvial
CL-23	Río Maule entre Armerillo y Colbún	Pluvial
CL-24	Río Rari entre puente Rari y río Putagán	Pluvial
CL-25	Río Putagán entre Bocatoma Canal Melozal y Río Loncomilla	Pluvial
CL-26	Río Putagán entre Estación Yervas Buenas y Bocatoma Canal Melozal	Pluvial
CL-27	Río Maule en bocatoma Aducción C. Melado	Nivo-pluvial
CL-28	Descarga Central Chiburgo	Pluvial
CL-30	Río Cipreses entre Laguna La Invernada y Canal Alimentador Cipreses Central Isla	Nivo-pluvial
CL-31	Río Melado en junta con río Maule	Nivo-pluvial
CL-32	Río Maule entre Río Puelche y Canal Alimentador Maule Central Isla	Nivo-pluvial
CL-33	Río Loncomilla entre Río Achibueno y Río Putagán	Pluvial
CL-34	Río Rari en Rari	Pluvial
CL-35	Río Colorado entre Cota 800 y Río Maule en Canal Alimentador C. Pehuenche	Nivo-pluvial
CL-36	Río Puelche entre Cota 1.400 y Río Maule	Nivo-pluvial
CL-37	Río Rari en Rari	Pluvial
CL-38	Río Melado entre Bocatoma Canal Melado y Embalse Melado	Nivo-pluvial
CL-40	Río Cipreses entre Canal Alimentador Cipreses Central Isla y Río Maule	Nivo-pluvial
CL-41	Río Perquilauquén entre Río Purapel y Estero Parral	Pluvial
CL-42	Río Maule entre Río Cipreses y Canal Alimentador C. Pehuenche	Nivo-pluvial

**CUADRO 3.2.1.3-3
CARACTERIZACIÓN CUENCAS LATERALES
(Continuación)**

Código	Denominación	Régimen
CL-43	Río Maule entre Canal Alimentador Maule Central Isla y Río Cipreses	Nivo-pluvial
CL-45	Río Cauquenes entre Río Tutuvén y Río Perquilauquén	Pluvial
CL-46	Río Putagán entre Bocatoma Roblería y Río Rari	Pluvial
CL-47	Río Tutuvén entre Embalse Tutuvén y Río Cauquenes	Pluvial
CL-48	Río Achibueno entre Estero Curiceco y Río Perquilauquén	Pluvial
CL-49	Río Loncomilla entre Río Longaví y Río Achibueno	Pluvial
CL-50	Río Perquilauquén entre Quella y Río Purapel	Pluvial
CL-51	Río Colorado en cota 800	Nivo-pluvial
CL-52	Río Ancoa antes Túnel Canal Melado	Nivo-pluvial
CL-53	Río Maule entre Laguna del Maule y Río Puelche	Nivo-pluvial
CL-55	Río Achibueno entre Río Ancoa Estero Curiceco	Pluvial
CL-57	Río Ancoa entre Canal Melado y Ancoa en el Morro	Pluvial
CL-58	Río Loncomilla entre Estero Parral y Río Longaví	Pluvial
CL-60	Río Ancoa entre Ancoa en el Morro y Río Achibueno	Pluvial
CL-61	Esteros Parral entre Canal Calivoro y Río Perquilauquén	Pluvial
CL-63	Río Perquilauquén entre Quella y Río Purapel	Pluvial
CL-64	Río Achibueno entre Los Peñascos y Río Ancoa	Pluvial
CL-65	Esteros Parral entre Panamericana y Canal Calivoro	Pluvial
CL-68	Río Melado entre Río De La Puente y Bocatoma Canal Melado	Nivo-pluvial
CL-69	Río Liguay en Panamericana	Pluvial
CL-74	Río Cauquenes entre El Arrayán y Río Tutuvén	Pluvial
CL-75	Río De La Puente entre Cota 1.220 y Río Guaiquivilo	Nivo-pluvial
CL-76	Río Longaví entre La Quiriquina y Longitudinal	Pluvial
CL-77	Río Guaiquivilo entre Embalse Guaiquivilo y Río De La Puente	Nivo-pluvial
CL-78	Río Perquilauquén entre Bocatoma Canal Per – Ñiquén y Quella	Pluvial
CL-79	Río Guaiquivilo entre Laguna del Dial y Embalse Guaiquivilo	Nivo-pluvial
CL-80	Río Perquilauquén entre Bocatoma Canal Per – Ñiquén y Quella	Pluvial
CL-81	Río Ñiquén entre Llegada Canal Per – Ñiquén y Río Perquilauquén	Pluvial
CL-82	Esteros Parral en Panamericana	Pluvial
CL-84	Río Catillo entre Bocatoma Canal Per – Cato y Río Perquilauquén	Pluvial
CL-86	Río Bullileo entre muro embalse Bullileo y río Longaví	Nivo-pluvial
CL-87	Río Catillo entre Embalse Digua y Bocatoma Canal Per – Cato	Pluvial
CL-89	Río Perquilauquén entre San Manuel y Bocatoma Canal Per – Ñiquén	Pluvial
CL-90	Río Ñiquén entre San Gregorio y Llegada Canal Per – Ñiquén	Pluvial
CL-91	Río Ñiquén en San Gregorio	Pluvial

Fuente: Modificado a partir de la Información Contendida en el Estudio de la Ref. 11

b) Generación Caudales Cuencas No-Controladas Pluviales: Modelo MPL: Para generar la escorrentía asociada a las cuencas no controladas con régimen pluvial, se utiliza el modelo de generación sintética de caudales medios mensuales denominado MPL, el cual ha sido aplicado en diferentes estudios de la DGA a numerosas cuencas del país. Entre ellas cabe mencionar, el río Maule, el estero Puyehue al norte de Loncoche, la cuenca del río Mulchén en Mulchén, y últimamente, las cuencas de los ríos Ligua y Petorca, la del río Aconcagua y la del estero Quilimarí. El modelo MPL asume que parte de la lluvia escurre superficialmente en forma inmediata. Del remanente, parte se infiltra hasta que la humedad del suelo alcanza la capacidad de campo. Por último, el agua en exceso escurre superficialmente. Por otra parte, del agua que infiltra, una fracción percola al acuífero subterráneo, hasta que este acuífero se satura. Desde ese momento, el agua en exceso se suma a la escorrentía.

c) Generación Caudales Cuencas No-Controladas Nivo-Pluviales: Para generar los caudales en cuencas de tipo nivo-pluvial, se utiliza un método de transposición que considera el área, la lluvia y la altura media de la cuenca. De acuerdo con las características de las cuencas, se debe escoger una estación con estadística de caudales medios mensuales como estadística base para cada cuenca

El método de transposición consiste en lo siguiente: los caudales del período de invierno, abril a septiembre, se calculan multiplicando los de la estadística base por un factor de invierno y, análogamente, los de verano usando un factor de verano.

d) Caudales Cuencas No-Controladas

La aplicación del modelo pluvial y nivo-pluvial para la generación de los caudales en las cuencas no-controladas se presenta en detalle en el Addendum del modelo MAGIC-Maule. Los resultados se presentan en el Cuadro 3.2.1.3-4.

CUADRO 3.2.1.3-4
CAUDALES PROMEDIO
APORTES NATURALES Y CUENCAS LATERALES (m³/s)
PERÍODO 1980-2006

Código	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
CL-1	0,777	4,272	12,905	16,827	14,392	9,612	4,775	1,940	0,714	0,278	0,152	0,299
CL-2	0,744	5,131	12,783	15,263	13,036	9,090	4,865	2,069	0,755	0,288	0,139	0,258
CL-3	0,771	3,815	11,730	16,811	14,485	9,352	4,336	1,674	0,641	0,258	0,164	0,320
AN-4	2,814	16,752	37,819	44,666	37,771	27,068	15,686	7,147	2,804	1,067	0,511	0,761
CL-5	0,886	5,567	14,461	19,392	17,031	11,004	5,245	2,059	0,739	0,310	0,176	0,325
CL-6	0,058	0,358	0,941	1,227	1,060	0,694	0,333	0,133	0,051	0,020	0,011	0,023
CL-7	0,030	0,150	0,486	0,719	0,618	0,392	0,187	0,073	0,028	0,011	0,009	0,014
CL-8	0,632	3,888	10,346	13,125	11,193	7,680	4,099	1,720	0,652	0,254	0,131	0,209
CL-9	0,013	0,057	0,195	0,296	0,251	0,159	0,076	0,029	0,011	0,005	0,003	0,006
CL-10	0,093	0,482	1,373	1,876	1,657	1,086	0,525	0,205	0,081	0,032	0,019	0,035
CL-11	0,023	0,111	0,367	0,546	0,468	0,295	0,140	0,054	0,021	0,008	0,007	0,011
CL-12	0,096	0,561	1,482	1,940	1,652	1,126	0,604	0,253	0,098	0,038	0,021	0,030
AN-13	0,564	3,670	9,378	12,662	11,127	7,157	3,434	1,348	0,475	0,202	0,113	0,200
CL-14	0,690	4,545	11,625	14,324	11,954	8,278	4,327	1,781	0,659	0,283	0,187	0,258
CL-15	2,991	16,506	37,063	44,280	37,324	26,626	15,586	7,125	2,818	1,079	0,526	0,749
AN-16	13,142	19,979	29,564	28,918	26,370	25,991	31,266	39,109	37,123	21,982	14,828	11,580
CL-17	1,119	6,627	17,576	23,669	20,487	13,187	6,313	2,489	0,899	0,378	0,225	0,388
CL-18	0,090	0,580	1,453	1,711	1,428	1,048	0,596	0,259	0,098	0,042	0,029	0,034
CL-19	0,123	0,840	1,897	2,080	1,711	1,307	0,784	0,358	0,139	0,060	0,040	0,043
CL-20	0,311	1,886	5,047	6,206	5,064	3,533	1,869	0,775	0,291	0,124	0,086	0,112
CL-21	0,213	1,250	3,146	4,270	3,549	2,371	1,283	0,543	0,210	0,079	0,046	0,068
CL-22	2,716	3,973	5,726	5,531	5,113	5,201	6,293	4,120	3,944	2,373	1,556	1,222
CL-23	2,491	14,285	31,274	36,788	31,023	22,269	13,165	6,096	2,423	0,912	0,449	0,593
CL-24	0,008	0,049	0,120	0,161	0,133	0,089	0,048	0,021	0,008	0,003	0,002	0,003
CL-25	0,033	0,177	0,480	0,637	0,527	0,344	0,166	0,065	0,025	0,010	0,007	0,011
CL-26	0,058	0,369	0,903	1,122	0,930	0,638	0,334	0,136	0,051	0,021	0,016	0,020
CL-27	6,293	9,207	13,268	12,817	11,848	12,052	14,583	10,307	9,867	5,938	3,893	3,058
CL-28	0,172	1,112	2,558	3,247	2,687	1,847	1,039	0,451	0,173	0,065	0,036	0,049
AN-29	0,989	1,504	2,226	2,177	1,985	1,957	2,354	2,971	2,820	1,670	1,127	0,880
CL-30	1,759	2,574	3,709	3,583	3,312	3,369	4,077	5,291	5,065	3,048	1,998	1,570
CL-31	0,723	1,058	1,524	1,473	1,361	1,385	1,675	0,721	0,690	0,415	0,272	0,214
CL-32	2,415	3,533	5,091	4,918	4,546	4,624	5,595	8,044	7,700	4,634	3,038	2,387
CL-33	0,100	0,475	1,407	1,926	1,595	1,038	0,503	0,200	0,077	0,031	0,021	0,033
CL-34	0,109	0,708	1,644	2,036	1,711	1,204	0,689	0,302	0,115	0,043	0,027	0,031
CL-35	2,204	3,224	4,647	4,489	4,150	4,221	5,107	4,119	3,943	2,373	1,556	1,222
CL-36	1,672	2,446	3,524	3,405	3,147	3,202	3,874	5,459	5,226	3,145	2,062	1,620
CL-37	0,819	4,618	9,794	11,582	9,769	7,088	4,297	2,024	0,800	0,299	0,159	0,191
CL-38	8,987	13,148	18,948	18,304	16,921	17,212	20,826	16,476	15,774	9,492	6,223	4,889
AN-39	4,779	6,242	7,864	7,177	7,036	7,663	10,421	20,030	18,585	11,013	6,906	5,333
CL-40	0,476	0,696	1,004	0,969	0,896	0,912	1,103	0,755	0,723	0,435	0,285	0,224
CL-41	0,176	0,807	2,459	3,406	2,842	1,866	0,912	0,366	0,140	0,057	0,037	0,058
CL-42	1,416	2,072	2,985	2,884	2,666	2,712	3,281	2,039	1,952	1,175	0,770	0,605
CL-43	1,498	2,191	3,158	3,051	2,820	2,869	3,471	3,360	3,216	1,936	1,269	0,997
AN-44	0,640	3,142	5,945	6,632	5,608	4,175	2,650	1,316	0,532	0,197	0,101	0,117
CL-45	1,738	8,483	24,779	33,674	27,772	18,034	8,741	3,494	1,338	0,542	0,357	0,568
CL-46	0,663	4,412	10,146	11,842	9,553	6,812	3,769	1,601	0,626	0,241	0,134	0,175
CL-47	0,513	3,272	8,025	10,310	8,688	5,644	2,716	1,108	0,391	0,174	0,121	0,191

CUADRO 3.2.1.3-4
CAUDALES PROMEDIO
APORTES NATURALES Y CUENCAS LATERALES (m³/s)
PERÍODO 1980-2006
(Continuación)

Código	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
CL-48	0,005	0,020	0,058	0,080	0,070	0,048	0,026	0,011	0,004	0,002	0,001	0,001
CL-49	0,028	0,178	0,456	0,618	0,530	0,333	0,148	0,057	0,021	0,008	0,006	0,010
CL-50	0,268	1,441	3,864	5,293	4,549	2,910	1,341	0,532	0,191	0,082	0,059	0,097
CL-51	0,500	0,732	1,055	1,019	0,942	0,958	1,159	0,558	0,534	0,322	0,211	0,166
CL-52	1,898	3,659	6,657	5,625	4,851	4,438	4,110	4,684	4,059	2,403	1,435	1,078
CL-53	13,102	19,168	27,624	26,685	24,669	25,094	30,362	43,498	41,642	25,060	16,429	12,907
AN-54	4,781	7,218	10,629	10,374	9,483	9,400	11,320	14,593	13,884	8,257	5,527	4,324
CL-55	0,051	0,311	0,766	0,981	0,818	0,552	0,284	0,114	0,043	0,017	0,013	0,016
CL-57	1,974	9,967	19,384	22,024	18,688	13,927	8,882	4,412	1,773	0,650	0,345	0,386
CL-58	0,029	0,139	0,415	0,565	0,468	0,307	0,150	0,060	0,023	0,009	0,006	0,009
AN-59	0,236	1,551	3,956	5,336	4,574	2,884	1,291	0,501	0,180	0,072	0,051	0,087
CL-60	0,687	4,295	9,758	11,812	10,045	7,246	4,303	1,952	0,761	0,285	0,171	0,177
CL-61	0,015	0,070	0,213	0,293	0,244	0,160	0,078	0,031	0,012	0,005	0,003	0,005
AN-62	1,931	3,721	6,771	5,721	4,933	4,513	4,180	6,828	5,917	3,503	2,092	1,571
CL-63	0,136	0,750	1,896	2,443	2,079	1,373	0,682	0,285	0,100	0,047	0,033	0,050
CL-64	0,031	0,210	0,491	0,599	0,495	0,344	0,184	0,075	0,028	0,011	0,008	0,010
CL-65	0,012	0,064	0,178	0,236	0,196	0,129	0,063	0,026	0,010	0,004	0,003	0,004
CL-68	4,676	6,841	9,859	9,523	8,804	8,956	10,836	11,695	11,196	6,738	4,417	3,470
CL-69	0,745	5,561	12,497	14,437	11,973	8,781	5,203	2,295	0,868	0,341	0,235	0,231
AN-70	24,929	48,049	87,420	73,874	63,700	58,278	53,971	58,611	50,790	30,074	17,959	13,487
AN-71	1,243	7,632	19,772	27,077	23,287	14,584	6,464	2,505	0,898	0,367	0,266	0,459
AN-72	5,711	7,035	8,276	7,334	7,159	7,290	10,593	26,074	27,128	16,181	9,976	7,600
AN-73	10,454	15,294	22,040	21,291	19,682	20,021	24,224	36,284	34,736	20,904	13,704	10,766
CL-74	0,081	0,486	1,255	1,735	1,489	0,914	0,395	0,152	0,055	0,022	0,017	0,030
CL-75	0,436	0,638	0,919	0,887	0,820	0,835	1,010	1,066	1,020	0,614	0,402	0,316
CL-76	0,446	3,176	6,868	7,733	6,455	4,818	3,009	1,433	0,566	0,220	0,130	0,122
CL-77	7,222	10,566	15,228	14,710	13,599	13,833	16,737	20,509	19,634	11,815	7,746	6,085
CL-78	0,150	0,805	2,047	2,661	2,278	1,505	0,747	0,312	0,109	0,051	0,036	0,056
CL-79	30,086	44,015	63,432	61,274	56,646	57,621	69,718	87,519	83,785	50,420	33,055	25,969
CL-80	0,014	0,083	0,202	0,254	0,212	0,140	0,070	0,029	0,010	0,005	0,003	0,005
CL-81	0,247	1,442	3,568	4,533	3,816	2,506	1,240	0,517	0,182	0,084	0,059	0,092
CL-82	0,054	0,404	0,943	1,100	0,916	0,679	0,409	0,182	0,069	0,028	0,019	0,018
AN-83	18,677	58,445	83,916	83,784	69,336	61,983	52,094	39,973	27,217	21,188	19,861	14,388
CL-84	0,079	0,553	1,328	1,588	1,316	0,949	0,545	0,234	0,089	0,036	0,026	0,027
AN-85	0,869	5,613	12,018	13,514	11,281	8,419	5,263	2,512	0,993	0,385	0,227	0,212
CL-86	0,249	1,430	3,049	3,439	2,890	2,149	1,355	0,665	0,264	0,102	0,055	0,053
CL-87	0,478	3,276	7,784	9,365	7,697	5,444	3,036	1,286	0,490	0,198	0,137	0,155
AN-88	3,146	6,063	11,032	9,322	8,038	7,354	6,811	5,946	5,153	3,051	1,822	1,368
CL-89	0,283	1,698	4,224	5,533	4,547	2,951	1,432	0,569	0,218	0,090	0,056	0,097
CL-90	0,085	0,456	1,188	1,626	1,354	0,861	0,405	0,157	0,061	0,026	0,017	0,030
CL-91	0,100	0,546	1,416	1,925	1,601	1,023	0,484	0,188	0,072	0,031	0,020	0,036
AN-92	9,929	19,138	34,819	29,424	25,372	23,212	21,497	18,133	15,714	9,304	5,556	4,173
AN-93	1,461	2,860	3,570	2,272	2,258	3,016	5,318	7,717	5,432	2,533	1,560	1,254
AN-94	17,374	20,288	26,156	24,429	24,769	31,127	34,632	59,613	60,052	40,122	23,931	19,670
AN-95	0,471	2,981	7,709	10,509	9,294	5,992	2,876	1,129	0,398	0,169	0,095	0,168

Fuente: Elaboración Propia

3.2.1.4 Estado de los Embalses Principales

En primer lugar se muestra la ubicación de los embalses principales existentes en la Figura 3.2.1.4-1, y en el Cuadro 3.2.1.4-1 se muestra el listado de estos embalses considerados, indicando nombre y uso. Para el caso de los embalses de riego, sólo se presentan los principales, por lo que se excluyen embalses como Las Docientas y otros embalses menores.

En lo que respecta a la evolución histórica reciente (2004-2006) de los volúmenes embalsados se presentan en las Figuras 3.2.1.4-2 y 3.2.1.4-3 para los embalses de riego e hidroeléctricos, respectivamente, expresados como porcentaje del volumen máximo.

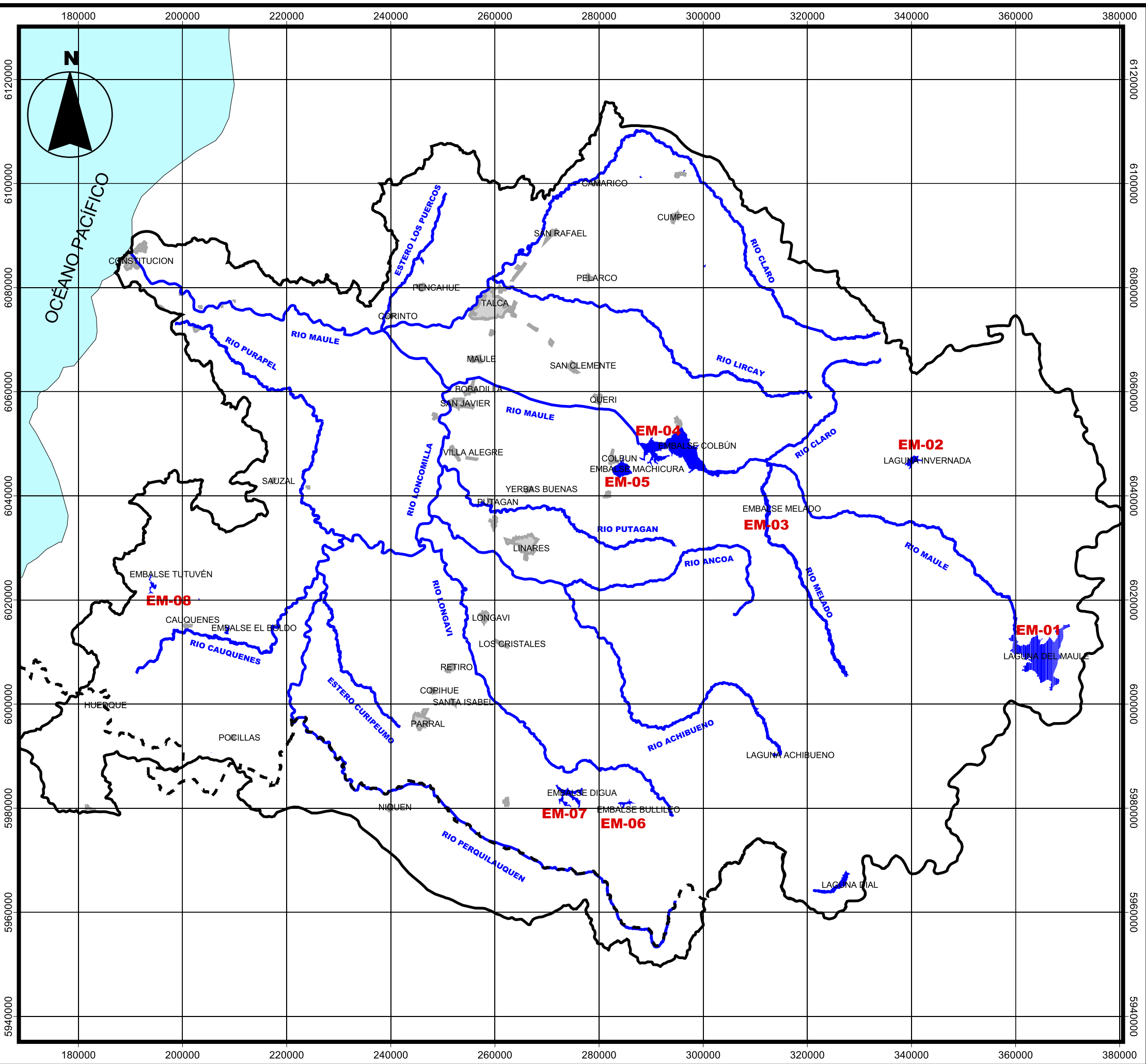
**CUADRO 3.2.1.4-1
EMBALSES CONSIDERADOS**

Embalse	Uso
Bullileo	Riego
Digua	Riego
Tutuvén	Riego
Laguna del Maule	Riego-Hidroelectricidad
Colbún	Hidroelectricidad
Laguna Invernada	Hidroelectricidad
Melado	Hidroelectricidad

Fuente: Elaboración Propia

En la Figura 3.2.1.4-2 se observa la variación cíclica del volumen relacionada con el riego. Para estos embalses, el volumen alcanza su nivel mínimo al final de la época de riego para recuperarse durante el invierno.

Los volúmenes de los embalses hidroeléctricos presentados en la Figura 3.2.1.4-3 muestran una variación que no presenta un ciclo definido. Esto es porque las descargas de los embalses obedecen a los requerimientos de energía del CDEC.



Código MAGIC	Nombre	Uso
Sin Código	LAGUNA ACHIBUENO	Riego
Sin Código	EMBALSE EL PARRON	Riego
Sin Código	EMBALSE EL BOLDO	Riego
EM-01	LAGUNA DEL MAULE	Riego-Hidro.
EM-02	LAGUNA INVERNADA	Hidroeléctrico
EM-03	EMBALSE MELADO	Hidroeléctrico
EM-04	EMBALSE COLBÚN	Hidroeléctrico
EM-05	EMBALSE MACHICURA	Hidroeléctrico
EM-06	EMBALSE BULLILEO	Riego
EM-07	EMBALSE DIGUA	Riego
EM-08	EMBALSE TUTUVÉN	Riego

Nota: Los Embalses que no poseen código MAGIC no fueron usados en la modelación

SIMBOLOGÍA

- Límite Cuenca Río Maule
- Océano Pacífico
- Hidrografía Principal
- Límite Regional
- Zonas Urbanas
- Embalses y Lagunas

Datos Cartográficos Proyección Universal Transversal Mercator Huso 19 Zona Sur	Datos Geodésicos Elipsoide Internacional 1909 Provisional South American Datum 1956
---	---

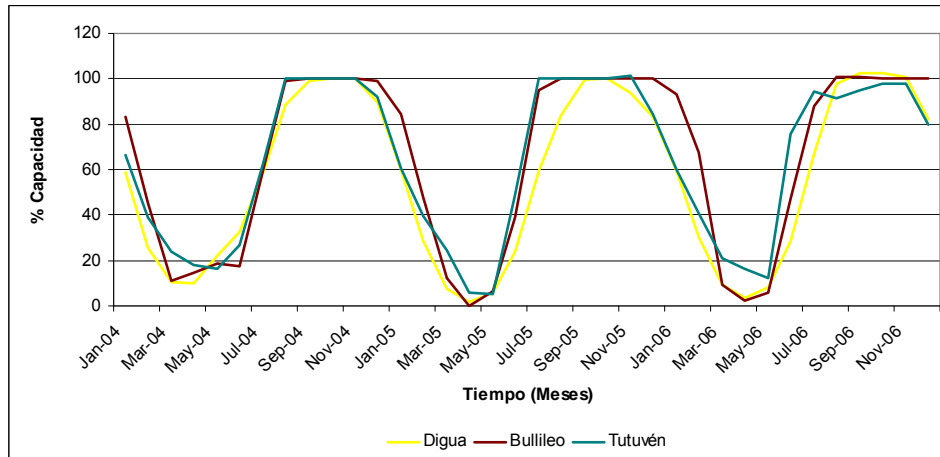
GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

CONSULTORES: LUIS ARRAU DEL CANTO CONSULTORES EN INGENIERÍA HIDRÁULICA Y DE RIEGO	PROYECTO: PLAN DIRECTOR PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS CUENCA DEL RÍO MAULE	PLANO: UBICACIÓN EMBALSES
--	--	------------------------------

DIRECTOR GENERAL DE AGUAS SR. RODRIGO WEISNER	JEFE DE DEPARTAMENTO SR. PEDRO RIVERA	INSPECTOR FISCAL SR. ANDRÉS ARRIAGADA
--	--	--

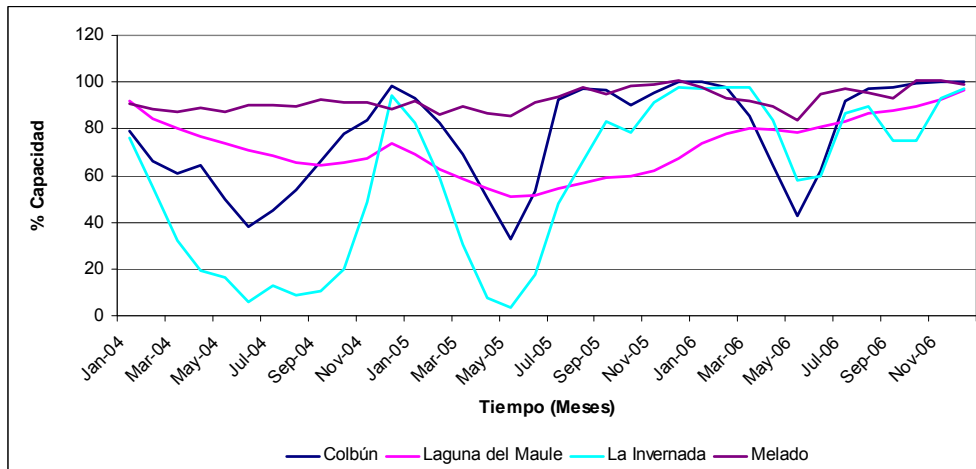
ESCALA 1:750000 	FIGURA: 3.2.1.4-1	FECHA: MAYO DE 2008
------------------------	----------------------	------------------------

**FIGURA 3.2.1.4-2
EVALUACIÓN VOLUMEN EMBALSADO
EMBALSES DE RIEGO**



Fuente: Elaboración Propia

**FIGURA 3.2.1.4-3
VARIACIÓN VOLUMEN EMBALSADO
EMBALSES PARA HIDROELECTRICIDAD**



Fuente: Elaboración Propia

3.2.1.5 Caudales Medios Mensuales de los Canales de Riego

Las distintas asociaciones de regantes disponen de la información de caudales medios mensuales de los principales canales de la cuenca destinados a riego. Por otra parte, Colbún SA dispone de la información de caudales medios mensuales de los canales a

los cuales les entrega el recurso. A modo de resumen, se presenta en el Cuadro 3.2.1.5-1 el caudal medio mensual de los canales para los que se dispone de información a nivel de bocatoma del canal matriz.

**CUADRO 3.2.1.5-1
CAUDALES MEDIOS MENSUALES CANALES DE RIEGO (m³/s)**

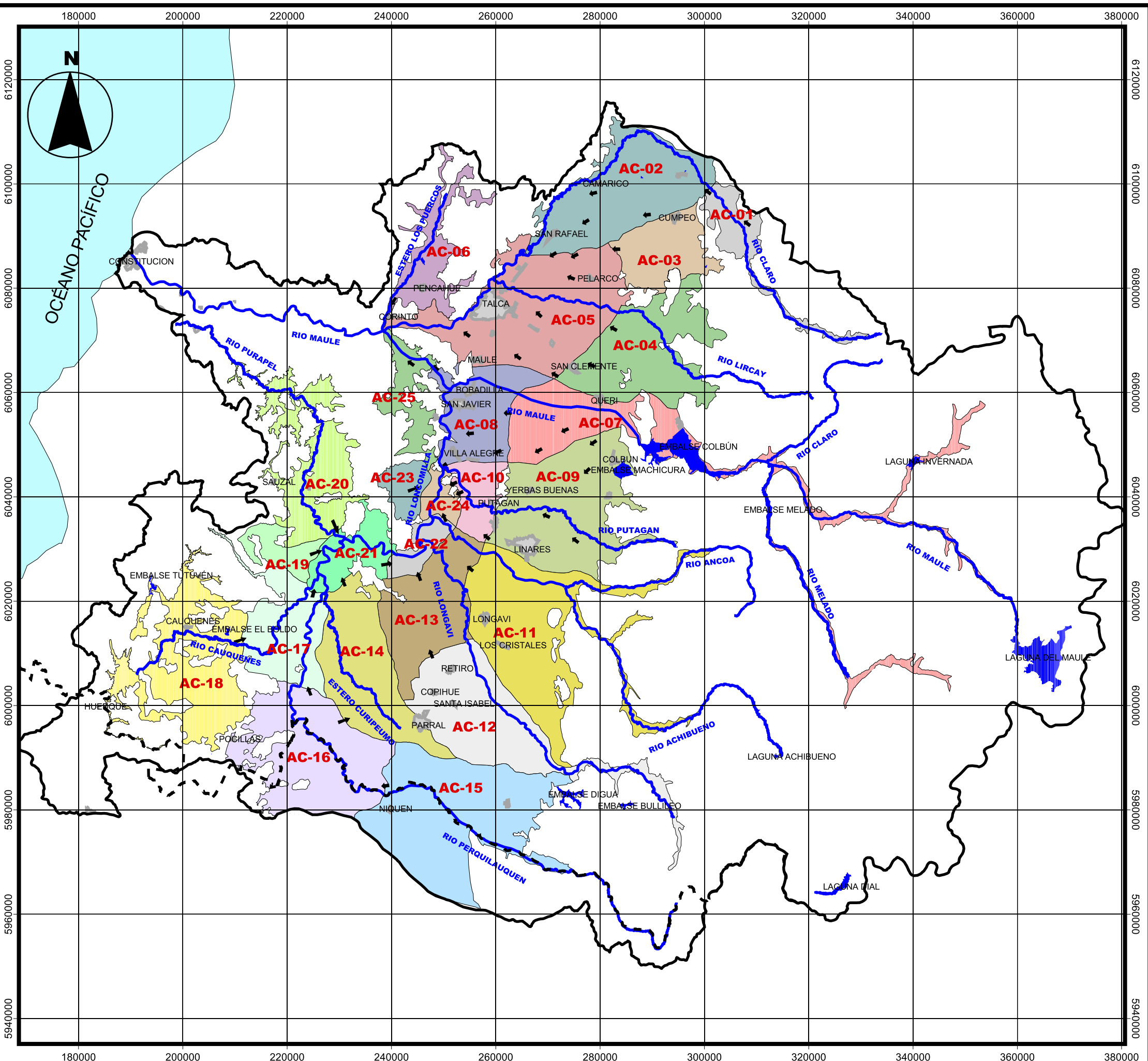
Canal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Maule Norte Alto	20,87	18,45	14,23	10,18	7,40	3,83	3,06	4,47	6,08	13,78	18,66	21,80
Maule Sur	21,42	18,81	12,73	8,24	4,03	2,78	2,49	2,69	4,65	13,28	20,41	21,39
Garzas Suizas	1,56	1,17	1,12	0,67	0,31	0,15	0,11	0,08	0,07	0,85	1,06	1,08
Melado	18,12	17,78	15,78	9,16	3,74	0,38	0,08	0,86	0,34	4,25	11,33	15,99
Maule Norte Bajo	29,76	25,35	16,88	7,37	2,10	1,44	1,19	1,42	3,75	18,28	26,60	29,63
Maitén	17,18	14,76	9,65	5,63	2,46	1,02	0,64	0,58	2,25	10,76	15,43	16,49
Duao Zapata	8,32	7,73	5,62	3,27	1,18	0,61	0,24	0,30	2,00	5,77	6,90	8,42
Molino y Otros	4,24	3,81	2,52	1,72	0,89	0,85	0,85	0,84	1,27	2,96	3,76	4,22
San Clemente	20,71	17,29	12,01	8,88	3,87	1,11	0,79	0,87	4,11	14,52	19,21	21,66
Sur 1	22,53	19,93	12,38	7,02	2,39	1,05	1,74	0,53	1,94	13,08	17,93	21,72
Sur 2	9,19	8,31	5,42	2,94	1,10	0,48	0,19	0,37	1,41	5,83	8,60	9,19
Sur 3	5,28	4,53	3,24	1,91	0,87	0,51	1,49	0,46	1,28	6,84	5,08	5,29

Fuente: Elaboración Propia

3.2.1.6 Recursos Subterráneos

La caracterización de los recursos subterráneos de la cuenca se basa en los resultados presentados en los estudios de la Ref. 1 y Ref. 11. Especialmente en el estudio de la Ref. 11 se presentó en una forma ordenada y sistemática la información hidrogeológica necesaria para definir adecuadamente el modelo MAGIC-Maule. En particular la información necesaria para el modelo son coeficientes de transmisibilidad, coeficientes de almacenamiento, definición del sistema acuífero e interconexiones, gradiente hidráulico, sectores de afloramiento, y propiedades geométricas de los sectores acuíferos.

En la Figura 3.2.1.6-1 se muestra la zonificación de acuíferos usada en el modelo MAGIC-Maule. Esta zonificación considera el sistema dividido en 25 sectores acuíferos. Desde el punto de vista geométrico, se consideró que los sectores acuíferos son rectangulares, y se calcularon las propiedades hidráulicas a la entrada y la salida de cada sección del sector acuífero. Adicionalmente se calculó el coeficiente de almacenamiento y el gradiente para cada uno de los sectores acuíferos. Los resultados de este análisis se presentan en el Cuadro 3.2.1.6-1.



SIMBOLOGÍA

	Límite Cuenca Río Maule		Límite Acuíferos
	Océano Pacífico		
	Hidrografía Principal		
	Límite Regional		
	Zonas Urbanas		
	Embalses y Lagunas		

Datos Cartográficos Proyección Universal Transversal Mercator Huso 19 Zona Sur	Datos Geodésicos Elipsoide Internacional 1909 Provisional South American Datum 1956
---	---

	GOBIERNO DE CHILE MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS
--	--

CONSULTORES: LUIS ARRAU DEL CANTO CONSULTORES EN INGENIERÍA HIDRÁULICA Y DE RIEGO	PROYECTO: PLAN DIRECTOR PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS CUENCA DEL RÍO MAULE	PLANO: ZONIFICACIÓN SECTORES ACUÍFEROS CUENCA RÍO MAULE
--	--	--

DIRECTOR GENERAL DE AGUAS SR. RODRIGO WEISNER	JEFE DE DEPARTAMENTO SR. PEDRO RIVERA	INSPECTOR FISCAL SR. ANDRÉS ARRIAGADA
--	--	--

ESCALA 1:750000 	FIGURA: 3.2.1.6-1	FECHA: MAYO DE 2008
------------------------	----------------------	------------------------

**CUADRO 3.2.1.6-1
PARÁMETROS SECTORES ACUÍFEROS CUENCA RÍO MAULE**

Nombre Acuífero	Código	S	We(m)	Ws(m)	Zemax(m)	Zemin(m)	Zsmax(m)	Zsmin(m)	ke(m/mes)	ks(m/mes)	i(%)
Río Claro Alto (1)	AC-01	0,0001	5.500	3.500	575	560	475	445	413,4	500,0	0.012
Río Claro Medio (2)	AC-02	0,0001	10.000	10.000	325	261	125	-56	233,5	82,8	0.006
Norte Río Lircay (3)	AC-03	0,0001	13.000	10.000	350	312	200	-55	159,9	23,5	0.008
Río Lircay Alto (4)	AC-04	0,0100	15.000	19.000	300	269	200	-82	1457,3	159,8	0.008
Río Lircay Bajo (5)	AC-05	0,0001	21.000	23.500	175	-139	100	-189	143,3	103,9	0.002
Estero Los Puercos (6)	AC-06	0,0001	4.500	6.500	75	73	100	83	25,9	25,9	0.003
Río Maule Alto (7)	AC-07	0,0023	4.500	13.000	275	176	175	-306	604,7	124,8	0.011
Río Maule Bajo (8)	AC-08	0,0100	19.000	19.000	150	-285	100	-43	138,1	73,5	0.004
Río Putagán Alto (9)	AC-09	0,0023	27.000	17.000	225	183	125	-422	1059,1	27,4	0.002
Río Putagán Bajo (10)	AC-10	0,0023	15.500	13.500	125	-508	100	-332	85,4	125,0	0.002
Río Achibueno (11)	AC-11	0,0001	28.000	19.000	125	42	175	-481	290,3	22,9	0.002
Río Longaví - Estero Parral Alto (12)	AC-12	0,0001	7.000	18.000	175	-15	325	-337	190,0	45,3	0.005
Río Longaví - Estero Parral Bajo (13)	AC-13	0,0001	15.000	10.000	150	-343	125	-369	79,0	60,8	0.002
Estero Curipeumo (14)	AC-14	0,0001	10.000	10.000	150	-438	125	35	25,5	66,3	0.002
Río Perquillauquén Alto (15)	AC-15	0,0001	15.000	19.000	250	108	175	-481	274,7	59,5	0.005
Río Ñiquén (16)	AC-16	0,0001	16.000	11.000	150	-267	125	61	14,4	611,0	0.001
Río Cauquenes Bajo-Perquillauquén Medio (17)	AC-17	0,0001	10.500	8.000	125	-20	125	111	414,5	735,6	0.001
Río Cauquenes Alto (18)	AC-18	0,0100	20.000	9.500	150	136	150	31	5,2	5,2	0.001
Estero Belco (19)	AC-19	0,0100	3.000	8.000	150	144	125	123	7,8	7,8	0.003
Río Purapel (20)	AC-20	0,0100	7.000	9.000	175	165	175	153	300,0	134,1	0.003
Río Perquillauquén Bajo (21)	AC-21	0,0100	8.000	6.000	125	124	150	135	5,2	5,2	0.002
Río Loncomilla (22)	AC-22	0,0023	7.000	6.000	125	48	125	-82	194,6	72,4	0.005
Estero Quesería (23)	AC-23	0,0023	10.500	5.500	175	171	125	118	2535,0	1320,6	0.006
Río Loncomilla Bajo (24)	AC-24	0,0023	6.000	3.000	125	-206	125	-26	45,3	398,5	0.001
Estero Cachipivil (25)	AC-25	0,0100	5.000	2.000	75	70	50	46	2094,4	103,9	0.005

Donde:

S= Coef. Almacenamiento

We, Ws=ancho de entrada y salida de de la sección del acuífero

Zemax, Zsmax= Cota terreno de entrada y salida del acuífero

Zemin, Zsmin= Cota basamento rocoso de entrada y salida del acuífero

ke, ks = Permeabilidad de entrada y salida del acuífero

i = Gradiente hidráulico de entrada y salida del acuífero

Fuente: GCF-CNR-DGA, 2006 (Ref. 11)

La información de extracciones de agua subterránea se obtuvo directamente del catastro asumiendo que los pozos están extrayendo el caudal asociado a derechos. Como en la realidad los usuarios no extraen todo el derecho, se considera multiplicar estos caudales por un factor de uso que asocia el verdadero caudal volumen extraído con el volumen legalmente extraíble. Dado que al momento de realizar el estudio de la Ref. 1, se usaron los factores de uso entregados en el estudio de la Ref. 11. Por otra parte, durante el desarrollo del Plan Director se efectuaron labores de terreno tendientes a evaluar estos coeficientes se presentan sus correspondientes valores en el Cuadro 3.2.1.6-2 junto con los del estudio de la Ref. 6. Este cuadro muestra que para los sectores agua potable e industrial el factor de uso es muy similar, para el sector riego en cambio la diferencia es del orden del 30%. Finalmente, para el sector minero no se pudo evaluar este factor ya que no se encuestaron sondajes dedicados a la actividad minera.

**CUADRO 3.2.1.6-2
FACTORES DE USO**

Tipo Uso	DGA SDT 160	Este Estudio
Agua Potable	0,75	0,69
Riego	0,20	0,13
Industrial	0,30	0,32
Minero	0,75	ND

Fuente: Elaboración Propia

Para la modelación efectuada dentro del Plan Director se usaron finalmente los factores de uso obtenidos en las labores de terreno, ya que éstas fueron realizadas en la cuenca que se está estudiando y por lo tanto representan en forma más adecuada la problemática de esta zona.

3.2.1.7 Demandas de Agua

El análisis de las demandas de agua se divide en 5 diferentes tipos de demandas:

- Agua Para Riego
- Potable
- Hidroeléctrica
- Industria y Minería
- Sector Turístico

El análisis se presenta para cada una de las distintas demandas en forma separada, considerando el uso histórico, actual y futuro de los recursos hídricos.

a) Demandas de Agua Para Riego

Con el fin de caracterizar la producción agrícola de la cuenca en una mejor forma, se definen 2 situaciones agropecuarias diferentes: la primera representa la situación entre 1980 y 1990, y la segunda que representa el período 1991-2006. La evaluación de las demandas requiere 4 pasos:

- Definición de áreas cultivadas
- Caracterización Temporal de cultivos
- Evaluación precipitaciones zonas de riego
- Evaluación precipitaciones efectivas

Como resultado de la evaluación de los cuatro elementos anteriores, se obtuvo las demandas históricas de agua para riego, en la forma de necesidades netas mensuales, para cada uno de los 2 períodos de tiempo analizados. Estos resultados se presentan en el Cuadro 3.2.1.7-1 para el período 1980-90 y en el Cuadro 3.2.1.7-2 para el período 1991-2006.

CUADRO 3.2.1.7-1
NECESIDADES NETAS MENSUALES (mm)
1980/01-1990/01

Código	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
ZR-01	0	0	0	0	0	0	0	0	9	13	7	0
ZR-02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZR-03	0	0	0	0	0	0	0	6	16	20	11	0
ZR-04	0	0	0	0	0	0	0	13	43	48	33	0
ZR-05	0	0	0	0	0	0	0	23	43	46	30	8
ZR-06	0	0	0	0	0	0	0	24	43	47	31	8
ZR-07	0	0	0	0	0	0	0	25	44	47	31	9
ZR-08	0	0	0	0	0	0	0	24	43	47	31	8
ZR-09	0	0	0	0	0	0	0	24	41	45	29	9
ZR-10	0	0	0	0	0	0	0	18	36	40	26	4
ZR-11	0	0	0	0	0	0	0	19	36	40	26	6
ZR-12	0	0	0	0	0	0	0	25	44	47	31	9
ZR-13	0	0	0	0	0	0	0	26	44	48	31	11
ZR-14	0	0	0	0	0	0	0	22	40	43	28	8
ZR-15	0	0	0	0	0	0	0	26	44	47	30	12
ZR-16	0	0	0	0	0	0	0	25	44	47	31	10
ZR-17	0	0	0	0	0	0	0	24	42	45	30	9
ZR-18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZR-19	0	0	0	0	0	0	0	4	22	31	17	0
ZR-20	0	0	0	0	0	0	0	9	28	37	21	0
ZR-21	0	0	0	0	0	0	0	11	28	36	21	0
ZR-22	0	0	0	0	0	0	0	19	37	44	26	6
ZR-23	0	0	0	0	0	0	0	14	31	39	23	2
ZR-24	0	0	0	0	0	0	0	16	33	40	24	5

CUADRO 3.2.1.7-1
NECESIDADES NETAS MENSUALES (mm)
1980/01-1990/01
(Continuación)

Código	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
ZR-25	0	0	0	0	0	0	0	15	33	42	24	3
ZR-26	0	0	0	0	0	0	0	20	38	43	27	7
ZR-27	0	0	0	0	0	0	0	23	42	46	30	8
ZR-28	0	0	0	0	0	0	0	24	42	46	28	11
ZR-29	0	0	0	0	0	0	0	23	42	45	30	8
ZR-30	0	0	0	0	0	0	0	23	41	44	29	9
ZR-31	0	0	0	0	0	0	0	24	41	45	29	10
ZR-32	0	0	0	0	0	0	0	26	44	48	31	10
ZR-33	0	0	0	0	0	0	0	26	44	48	31	10
ZR-34	0	0	0	0	0	0	0	26	44	47	31	10
ZR-35	0	0	0	0	0	0	0	17	34	42	25	5
ZR-36	0	0	0	0	0	0	0	26	43	47	29	12
ZR-37	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	4	0
ZR-38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZR-39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZR-40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZR-41	0	0	0	0	0	0	0	20	37	43	26	8
ZR-42	0	0	0	0	0	0	0	20	36	43	26	7
ZR-43	0	0	0	0	0	0	0	22	40	46	26	9
ZR-44	0	0	0	0	0	0	0	23	38	44	25	9
ZR-45	0	0	0	0	0	0	0	25	43	47	29	12
ZR-46	0	0	0	0	0	0	0	26	43	47	30	12
ZR-47	0	0	0	0	0	0	0	24	37	43	26	11
ZR-48	0	0	0	0	0	0	0	8	33	40	15	0
ZR-49	0	0	0	0	0	0	0	0	21	30	6	0
ZR-50	0	0	0	0	0	0	0	30	52	62	41	17
ZR-51	0	0	0	0	0	0	0	32	56	66	39	21
ZR-52	0	0	0	0	0	0	0	13	47	58	27	5
ZR-53	0	0	0	0	0	0	0	26	50	62	38	20
ZR-54	0	0	0	0	0	0	0	26	50	62	38	20
ZR-55	0	0	0	0	0	0	0	0	9	16	1	0
ZR-56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZR-57	0	0	0	0	0	0	0	14	35	47	27	11
ZR-58	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZR-59	0	0	0	0	0	0	0	6	32	44	19	7
ZR-60	0	0	0	0	0	0	0	17	46	57	28	15
ZR-61	0	0	0	0	0	0	0	19	48	60	30	16
ZR-62	0	0	0	0	0	0	0	21	50	62	32	18
ZR-63	0	0	0	0	0	0	0	22	51	62	33	18
ZR-64	0	0	0	0	0	0	0	22	50	61	32	18
ZR-65	0	0	0	0	0	0	0	23	51	62	34	19
ZR-66	0	0	0	0	0	0	0	7	33	44	18	7
ZR-67	0	0	0	0	0	0	0	0	10	19	0	0

CUADRO 3.2.1.7-1
NECESIDADES NETAS MENSUALES (mm)
1980/01-1990/01
(Continuación)

Código	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
ZR-68	0	0	0	0	0	0	0	20	50	61	31	17
ZR-69	0	0	0	0	0	0	0	22	50	61	32	18
ZR-70	0	0	0	0	0	0	0	22	50	61	32	18
ZR-71	0	0	0	0	0	0	0	25	49	61	38	20
ZR-72	0	0	0	0	0	0	0	9	37	49	16	5
ZR-73	0	0	0	0	0	0	0	3	33	50	22	6
ZR-74	0	0	0	0	0	0	0	18	47	59	29	16
ZR-75	0	0	0	0	0	0	0	17	45	57	28	14
ZR-76	0	0	0	0	0	0	0	19	47	58	29	16
ZR-77	0	0	0	0	0	0	0	20	48	59	30	17
ZR-78	0	0	0	0	0	0	0	21	48	58	31	17
ZR-79	0	0	0	0	0	0	0	22	49	60	32	18
ZR-80	0	0	0	0	0	0	0	24	49	61	36	19
ZR-81	0	0	0	0	0	0	0	24	48	60	36	19
ZR-82	0	0	0	0	0	0	0	25	48	60	37	19
ZR-83	0	0	0	0	0	0	0	18	46	58	29	15
ZR-84	0	0	0	0	0	0	0	0	15	25	4	0
ZR-85	0	0	0	0	0	0	0	13	34	46	25	10
ZR-86	0	0	0	0	0	0	0	12	35	47	25	9
ZR-87	0	0	0	0	0	0	0	7	20	27	17	8
ZR-88	0	0	0	0	0	0	0	2	19	26	14	3
ZR-89	0	0	0	0	0	0	0	7	19	27	17	8
ZR-90	0	0	0	0	0	0	0	0	18	26	12	0
ZR-91	0	0	0	0	0	0	0	0	17	24	11	0
ZR-92	0	0	0	0	0	0	0	0	17	24	11	0
ZR-93	0	0	0	0	0	0	0	0	18	25	12	0
ZR-94	0	0	0	0	0	0	0	1	17	27	14	2
ZR-95	0	0	0	0	0	0	0	0	7	13	6	0
ZR-96	0	0	0	0	0	0	0	4	15	22	13	5
ZR-97	0	0	0	0	0	0	0	8	21	28	18	8
ZR-98	0	0	0	0	0	0	0	0	18	25	12	0
ZR-99	0	0	0	0	0	0	0	1	20	27	14	2
ZR-100	0	0	0	0	0	0	0	1	19	27	14	1
ZR-101	0	0	0	0	0	0	0	0	19	27	13	1
ZR-102	0	0	0	0	0	0	0	0	4	9	3	0
ZR-103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZR-104	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 3.2.1.7-2
NECESIDADES NETAS MENSUALES (mm)
1991/02-2005/06

Código	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
ZR-01	0	0	0	0	0	0	0	88	165	221	162	71
ZR-02	7	0	0	0	0	0	38	102	162	203	158	99
ZR-03	13	0	0	0	0	0	35	101	157	201	157	101
ZR-04	0	0	0	0	0	0	27	149	264	347	254	123
ZR-05	0	0	0	0	0	0	0	81	157	244	184	0
ZR-06	0	0	0	0	0	0	12	92	163	230	172	97
ZR-07	1	0	0	0	0	0	3	85	156	243	182	99
ZR-08	0	0	0	0	0	0	10	88	162	223	167	82
ZR-09	7	0	0	0	0	0	35	110	172	220	168	102
ZR-10	0	0	0	0	0	0	9	93	169	223	163	76
ZR-11	0	0	0	0	0	0	25	102	173	227	172	95
ZR-12	2	0	0	0	0	0	4	85	156	243	182	100
ZR-13	0	0	0	0	0	0	37	121	181	137	107	62
ZR-14	0	0	0	0	0	0	0	78	146	191	152	87
ZR-15	0	0	0	0	0	0	0	74	164	214	169	79
ZR-16	0	0	0	0	0	0	0	68	141	214	136	61
ZR-17	0	0	0	0	0	0	18	94	155	201	155	93
ZR-18	0	0	0	0	0	0	1	84	149	194	153	92
ZR-19	0	0	0	0	0	0	15	104	180	230	182	110
ZR-20	0	0	0	0	0	0	20	104	178	233	182	112
ZR-21	0	0	0	0	0	0	0	86	167	213	138	36
ZR-22	0	0	0	0	0	0	15	93	170	234	180	94
ZR-23	12	0	0	0	0	0	38	114	182	229	180	113
ZR-24	7	0	0	0	0	0	31	108	176	227	177	109
ZR-25	5	0	0	0	0	0	30	104	172	221	171	104
ZR-26	0	0	0	0	0	0	18	94	176	230	162	66
ZR-27	14	0	0	0	0	0	30	107	180	235	183	115
ZR-28	0	0	0	0	0	0	22	99	168	227	176	100
ZR-29	0	0	0	0	0	0	28	102	172	226	173	92
ZR-30	0	0	0	0	0	0	0	65	138	211	145	57
ZR-31	0	0	0	0	0	0	22	97	153	189	133	63
ZR-32	0	0	0	0	0	0	35	109	170	208	154	91
ZR-33	15	0	0	0	0	0	43	113	175	223	169	106
ZR-34	12	0	0	0	0	0	35	108	171	223	172	107
ZR-35	0	0	0	0	0	0	18	90	158	219	170	94
ZR-36	0	0	0	0	0	0	20	101	178	238	180	98
ZR-37	0	0	0	0	0	0	12	89	157	218	162	82
ZR-38	0	0	0	0	0	0	31	120	179	137	103	56
ZR-39	0	0	0	0	0	0	3	74	146	243	152	78
ZR-40	0	0	0	0	0	0	31	100	162	205	148	60
ZR-41	0	0	0	0	0	0	18	91	158	220	164	71
ZR-42	0	0	0	0	0	0	17	93	153	216	158	70
ZR-43	0	0	0	0	0	0	0	69	160	232	170	58
ZR-44	0	0	0	0	0	0	0	66	152	214	159	58

CUADRO 3.2.1.7-2
NECESIDADES NETAS MENSUALES (mm)
1991/02-2005/06
(Continuación)

Código	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
ZR-45	3	0	0	0	0	0	21	102	179	236	184	115
ZR-46	0	0	0	0	0	0	3	65	117	155	116	68
ZR-47	0	0	0	0	0	0	0	63	154	205	149	53
ZR-48	0	0	0	0	0	0	21	96	176	234	176	78
ZR-49	0	0	0	0	0	0	18	99	168	211	136	43
ZR-50	0	0	0	0	0	0	4	94	169	195	125	45
ZR-51	0	0	0	0	0	0	8	91	168	201	129	47
ZR-52	0	0	0	0	0	0	20	101	166	206	143	61
ZR-53	0	0	0	0	0	0	0	73	149	228	150	0
ZR-54	0	0	0	0	0	0	0	93	163	208	137	52
ZR-55	0	0	0	0	0	0	10	92	158	205	137	52
ZR-56	0	0	0	0	0	0	11	91	151	184	122	49
ZR-57	0	0	0	0	0	0	12	88	156	211	144	42
ZR-58	0	0	0	0	0	0	5	93	161	208	138	56
ZR-59	0	0	0	0	0	0	6	94	163	210	139	58
ZR-60	0	0	0	0	0	0	0	85	157	225	148	68
ZR-61	0	0	0	0	0	0	0	76	152	223	155	71
ZR-62	0	0	0	0	0	0	0	80	159	227	144	22
ZR-63	0	0	0	0	0	0	26	110	174	224	153	41
ZR-64	0	0	0	0	0	0	0	81	154	221	150	70
ZR-65	0	0	0	0	0	0	43	124	182	255	168	4
ZR-66	0	0	0	0	0	0	11	89	179	199	112	4
ZR-67	0	0	0	0	0	0	0	79	175	199	103	0
ZR-68	0	0	0	0	0	0	0	77	150	195	135	54
ZR-69	0	0	0	0	0	0	20	105	175	234	177	96
ZR-70	0	0	0	0	0	0	22	108	167	185	101	0
ZR-71	0	0	0	0	0	0	28	113	172	191	103	0
ZR-72	0	0	0	0	0	0	1	79	163	184	100	0
ZR-73	0	0	0	0	0	0	24	105	167	206	149	85
ZR-74	0	0	0	0	0	0	7	91	157	212	153	77
ZR-75	0	0	0	0	0	0	23	103	160	198	139	76
ZR-76	0	0	0	0	0	0	33	110	167	185	101	0
ZR-77	0	0	0	0	0	0	35	111	166	184	103	0
ZR-78	0	0	0	0	0	0	21	104	160	179	96	0
ZR-79	0	0	0	0	0	0	0	69	159	241	146	25
ZR-80	0	0	0	0	0	0	28	112	171	191	103	0
ZR-81	0	0	0	0	0	0	47	123	182	253	167	3
ZR-82	0	0	0	0	0	0	60	128	182	252	169	12
ZR-83	0	0	0	0	0	0	34	106	166	176	108	30
ZR-84	0	0	0	0	0	0	45	116	171	183	115	38
ZR-85	0	0	0	0	0	0	0	72	168	240	179	30
ZR-86	0	0	0	0	0	0	44	120	191	248	175	58
ZR-87	6	0	0	0	0	0	20	100	170	233	179	103

**CUADRO 3.2.1.7-2
NECESIDADES NETAS MENSUALES (mm)
1991/02-2005/06
(Continuación)**

Código	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR
ZR-88	0	0	0	0	0	0	39	114	178	231	165	63
ZR-89	0	0	0	0	0	0	36	113	174	209	149	74
ZR-90	0	0	0	0	0	0	10	82	166	239	181	38
ZR-91	0	0	0	0	0	0	55	123	175	230	154	26
ZR-92	2	0	0	0	0	0	54	119	177	231	166	63
ZR-93	0	0	0	0	0	0	33	106	176	224	170	95
ZR-94	0	0	0	0	0	0	43	118	184	241	172	61
ZR-95	0	0	0	0	0	0	22	105	154	144	76	6
ZR-96	0	0	0	0	0	0	19	105	152	144	76	9
ZR-97	0	0	0	0	0	0	32	113	155	145	80	13
ZR-98	0	0	0	0	0	0	58	128	180	249	162	0
ZR-99	0	0	0	0	0	0	52	125	188	248	178	64
ZR-100	0	0	0	0	0	0	18	107	151	146	80	9
ZR-101	0	0	0	0	0	0	43	123	186	248	179	62
ZR-102	0	0	0	0	0	0	25	110	157	148	80	8
ZR-103	2	0	0	0	0	0	33	111	178	230	175	105
ZR-104	0	0	0	0	0	0	38	110	178	225	169	97

Fuente: Elaboración Propia

Por último, y de acuerdo al estudio de la Ref. 19 la superficie potencial regable de esta región podría incrementarse desde 307.130 ha a 380.000 ha. Esto es equivalente a una superficie potencial de 275.000 ha para la cuenca del río Maule. Tomando como situación base la superficie actual regada que es igual a 241.407 ha, se tiene un incremento de 14,1%. Ahora bien, sobre un horizonte de 20 años, esto es equivalente a unas 1.700 ha/año. Por otra parte, con la información contenida en el Cuadro 3.2.1.7-2, se puede evaluar que la demanda de la cuenca asciende a 537,7 m³/s, o equivalentemente 2,2 L/s, lo que se traduce en una demanda adicional de 3,3 m³/s por año.

b) Demandas de Agua Potable

Dentro de la Cuenca del río Maule existen tres empresas que cuentan con concesiones para ofrecer el servicio de Agua Potable para localidad con características urbanas. Estas son Aguas Nuevo Sur Maule (ANSM S.A), ESSBIO S.A. y la Cooperativa de Servicio de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento Ambiental de Maule Ltda.

La empresa sanitaria ANSM S.A. entrega servicios a 30 localidades de la Región del Maule, de las cuales 14 se ubican dentro de los límites de la cuenca del río Maule, abasteciéndose principalmente de fuentes subterráneas. Por su Parte, ESSBIO S.A.

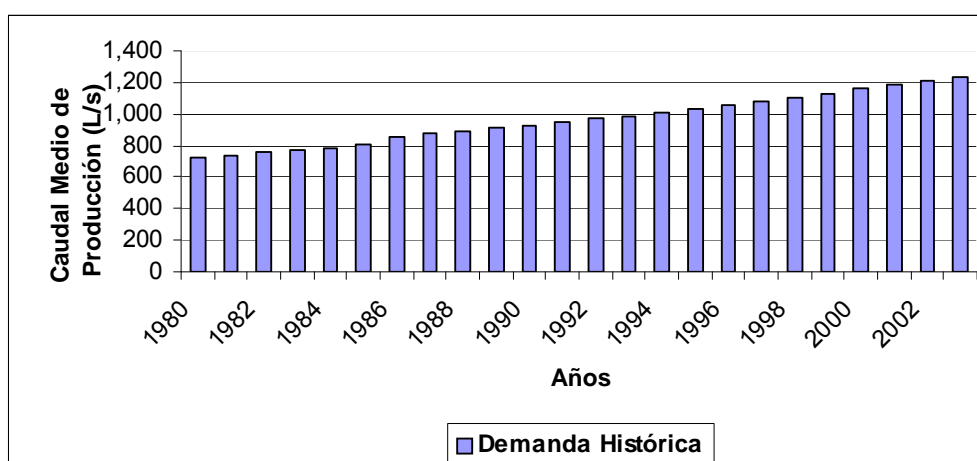
abastece a la localidad de Quirihue y la Cooperativa de Servicio de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento Ambiental de Maule Ltda. entrega servicios a la localidad de Maule.

Estas empresas deben, cada cinco años, presentar sus Planes de Desarrollo a la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) para cada una de las localidades a las que otorga el servicio y constituyen un compromiso formal de suministro. De la información contenida en la última versión de estos informes, terminada el año 2006 por ANSM S.A. y ESSBIO S.A. y el año 2002 por la Cooperativa de Servicio de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento Ambiental de Maule Ltda., se basa la cuantificación de las demandas medias de agua potable urbana.

Históricamente, la cobertura de servicio en la cuenca ha sido cercana al 90% con un aumento sostenido, siendo el año 1990 de 96,7%, abasteciendo a 325.341 personas, en tanto que para el año 2004 ya alcanzaba el 99,7%, lo que corresponde a 458.792 personas. La Figura 3.2.1.7-1 muestra la evolución histórica de la demanda por agua potable urbana para el periodo 1990-2004.

Con respecto a las demandas futuras, la Figura 3.2.1.7-2 muestra la demanda media actual y la proyección hasta el año 2027. Es importante destacar que la forma de la curva de demandas obedece a las proyecciones de reducción de pérdidas proyectadas por las empresas sanitarias, las que pretenden disminuir las pérdidas desde cerca de un 50% en la actualidad hasta cerca de 25% al año 2010. Es por esta razón que la demanda decrece hasta el año 2010, para luego incrementarse cuando las pérdidas han alcanzado su valor mínimo.

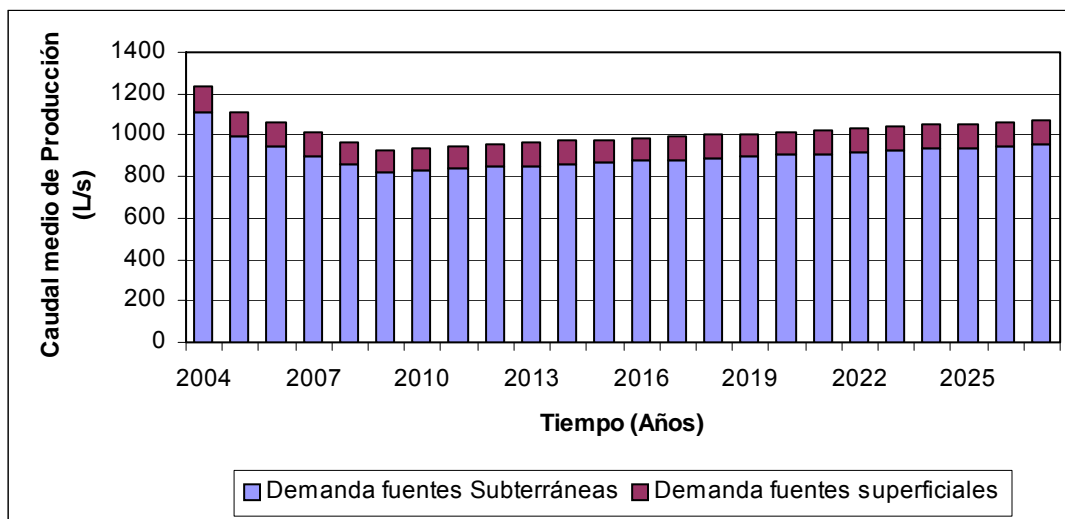
**FIGURA 3.2.1.7-1
DEMANDA HISTÓRICA MEDIA DE AGUA POTABLE URBANA**



Fuente: Elaboración Propia a partir de datos de Memorias Anuales periodo 1990- 2004 Empresas Sanitarias

Cabe mencionar que la demanda para el periodo 2020 – 2027 se ha calculado proyectando la tendencia lineal del periodo 2009 – 2019 usando como base la información entregada en los Planes de Desarrollo respectivos.

**FIGURA 3.2.1.7-2
PROYECCIÓN DEMANDA MEDIA DE AGUA POTABLE URBANA**



Fuente: Elaboración Propia a partir de datos Planes de Desarrollo Empresas Sanitarias. En lo que se refiere a la demanda de agua potable rural (APR), esta se determinó sobre la base de información entregada por la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), actualizada al año 2006.

En la cuenca del río Maule se encuentran al año 2006 operando 212 servicios de agua potable rural, los que en conjunto abastecen a una población de 228.020 personas.

Del total de servicios presentes, solo 3 poseen captaciones de tipo superficial, estos son Bатуco en la comuna de Pencahue, Vilches Alto en San Clemente y Huerta de Maule en San Javier, los que en suma demandan 4,73 L/s.

Para efectos del cálculo de las demandas de agua potable rural actuales se adoptó una dotación de 100 L/hab/día, valor que corresponde al límite superior estipulado en las normas de diseño de obras de APR vigentes a la fecha del diseño de las obras.

En el Cuadro 3.2.1.7-3 se presenta una síntesis de las demandas actuales de los servicios de agua potable rural, desglosadas por comunas.

**CUADRO 3.2.1.7-3
DEMANDA DE AGUA POTABLE RURAL AÑO 2006**

Comuna	Tipo Extracción	N° Servicios	N° Arranques	Población Beneficiada	Q Medio de Producción (L/s)
Cauquenes	Subterránea	4	437	2.185	2,53
Colbún	Subterránea	16	4.967	24.835	28,74
Constitución	Subterránea	5	1.753	8.765	10,14
Curepto	Subterránea	5	607	3.035	3,51
Linares	Subterránea	19	3.236	16.180	18,73
Longaví	Subterránea	18	4.198	20.990	24,29
Maule	Subterránea	8	2.115	10.575	12,24
Molina	Subterránea	12	2.303	11.515	13,33
Parral	Subterránea	7	1.983	9.915	11,48
Pelarco	Subterránea	4	719	3.595	4,16
Pencahue	Subterránea	5	1.410	7.050	8,16
	Superficial	1	71	355	0,41
Retiro	Subterránea	14	2.217	11.085	12,83
Río Claro	Subterránea	14	2.657	14.465	16,74
San Clemente	Subterránea	22	4.674	23.370	27,05
	Superficial	1	615	3.075	3,56
San Javier	Subterránea	10	1.760	11.440	13,24
	Superficial	1	132	660	0,76
san Rafael	Subterránea	4	566	2.830	3,28
Talca	Subterránea	11	2.270	12.170	14,09
Villa Alegre	Subterránea	9	1.054	5.270	6,1
Y. Buenas	Subterránea	11	3.094	15.470	17,91
Ñiquen	Subterránea	11	1.838	9.190	10,64
TOTAL		212	45.204	228.020	263,91

Fuente: Elaboración Propia a Partir de Información de la Dirección de Obras Hidráulicas

Para la estimación de las demandas futuras asociadas a los servicios de agua potable rural, se ha considerado tasa de incremento de la población abastecida de 2% anual, la que se encuentra estipulada en las normas de diseño de los sistemas de APR, en tanto que se ha establecido una dotación futura de 120 L/habitante/día para el periodo 2007-2010 y de 150 L/habitante/día desde el año 2011 al 2027, ya que se debe considerar el aumento y diversificación de las necesidades de los usuarios para la utilización del agua. Además estos valores corresponden a estimaciones de la Dirección de Obras Hidráulicas sobre la evolución de estos sistemas. Los resultados obtenidos para los años 2007, 2012, 2017, 2022 y 2027 se muestran en el Cuadro 3.2.1.7-4.

**CUADRO 3.2.1.7-4
PROYECCIÓN DEMANDA DE AGUA POTABLE RURAL**

Comuna	Caudal Medio de Producción por año (L/s)				
	2007	2012	2017	2022	2027
Cauquenes	3,04	4,20	4,63	5,12	5,65
Colbún	34,56	47,70	52,66	58,14	64,20
Constitución	12,20	16,83	18,59	20,52	22,66
Curepto	4,22	5,83	6,44	7,11	7,85
Linares	22,52	31,08	34,31	37,88	41,82
Longaví	29,21	40,31	44,51	49,14	54,26
Maule	14,72	20,31	22,42	24,76	27,34
Molina	16,03	22,12	24,42	26,96	29,77
Parral	13,80	19,04	21,03	23,21	25,63
Pelarco	5,00	6,90	7,62	8,42	9,29
Pencahue	10,31	14,22	15,70	17,34	19,14
Retiro	15,43	21,29	23,51	25,95	28,65
Río Claro	20,13	27,78	30,67	33,87	37,39
San Clemente	36,80	50,79	56,08	61,91	68,36
San Javier	16,84	23,24	25,66	28,33	31,28
san Rafael	3,94	5,44	6,00	6,63	7,32
Talca	16,94	23,37	25,81	28,49	31,46
Villa Alegre	7,33	10,12	11,18	12,34	13,62
Yerbas Buenas	21,53	29,71	32,80	36,22	39,99
Niquén	12,79	17,65	19,49	21,52	23,76
TOTAL	317,33	437,94	483,53	533,85	589,42

Fuente: Elaboración Propia a Partir de Información de la
Dirección de Obras Hidráulicas

c) Demandas para Hidroelectricidad

La información correspondiente a la demanda de agua del sector hidroeléctrico (7 centrales) ha sido obtenida a partir del estudio de la Ref. 1 y desde el CEDEC. Adicionalmente, en la cuenca del río Maule se encuentran operando 3 centrales termoeléctricas, cuya información se obtuvo de las mismas referencias.. La ubicación de las centrales se presenta en la Figura 3.2.1.7-3.

Para las centrales hidroeléctricas, la demanda es esencialmente no-consuntiva. Por otra parte, para las centrales termoeléctricas, la demanda es de tipo consuntivo ya que el agua se usa en el ciclo de operación de la central en el que se transforma en vapor para operar las turbinas. Las características de las centrales actualizada al año 2006 se presenta en el Cuadro 3.2.1.7-5.

**CUADRO 3.2.1.7-6
DEMANDA DE AGUA PARA GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA
SITUACIÓN FUTURA**

NOMBRE	POTENCIA INSTALADA (MW)	CAUDAL DISEÑO (m ³ /s)	AÑO INICIO OPERACIÓN
Central Hidroeléctrica Melado Bajo	23	65	S/I
Embalse Guaiquivilo	100	80	S/I
Central Hidroeléctrica Melado Alto	-	160	S/I
Central Hidroeléctrica Travesía	-	175	S/I
Central Hidroeléctrica Los Cóndores	150	15,9	2010
Central Hidroeléctrica San Clemente	6	37	S/I
Central Hidroeléctrica Lircay	19	22	S/I
Minicentral Hidroeléctrica Ojos de Agua	9	8,5	2008

Fuente: Elaboración Propia

d) Demandas de Agua Sector Industrial y Minero

La información correspondiente a la demanda de agua de este sector ha sido obtenida a partir de la información contenida en los estudios de la Ref. 1 y Ref. 15. Estos estudios muestran que la mayoría de las industrias que actualmente operan en la cuenca del río Maule están dedicadas al rubro alimentario, donde la elaboración y tratamiento de productos agrícolas es la más importante. En particular, las industrias del rubro alimentario corresponden a la actividad vitivinícola, mataderos de faenamiento de ganado y su comercialización y fruticultura, destacando entre todas la presencia de IANSA con su planta en Linares.

En cuanto a otros rubros, existen también industrias de cueros, papeles y cartones, y metalúrgicas, entre las cuales destaca la Celulosa Arauco y Constitución S.A., la que se abastece de agua fresca del río Maule cerca de su desembocadura, donde el caudal requerido puede obtenerse sin dificultades desde el río. La mayor concentración de industrias se encuentra en la cuenca del río Claro, específicamente en la subcuenca del estero Piduco en torno a Talca y en la cuenca del río Loncomilla específicamente en la subcuenca del río Putagán en torno a Linares. Las demandas proyectadas por subcuenca para uso industrial se presentan en el Cuadro 3.2.1.7-7.

En cuanto a las demandas mineras, en la cuenca del río Maule existen algunas pertenencias de yacimientos de oro, cobre, hierro, plata, etc., en el rubro de minerales metálicos, pero su faena sólo es de naturaleza extractiva, la cual se realiza en seco por lo cual el consumo de agua se reduce a las necesidades personales de sus trabajadores. Lo anterior es ratificado por el hecho que no hay derechos de agua constituidos en la cuenca del río Maule para estos efectos. Debido a lo anterior no se consideran demandas de agua en la cuenca del río Maule, correspondientes al sector Minero.

**CUADRO 3.2.1.7-7
DEMANDAS FUTURAS DE RECURSO HÍDRICO
PARA USO INDUSTRIAL SOBRE LA CUENCA**

AÑO	MAULE MEDIO (0737-0737)			
	DEMANDAS NETAS		DEMANDAS BRUTAS	
	m ³ /año	L/s	m ³ /año	L/s
2005	6.406.736	203,2	9.948.883	315,5
2006	6.610.471	209,6	10.265.258	325,5
2015	8.761.775	277,8	13.605.972	431,4
2030	14.012.801	444,3	21.760.177	690,0
AÑO	PERQUILAUQUÉN (0733-0734)			
	DEMANDAS NETAS		DEMANDAS BRUTAS	
	m ³ /año	L/s	m ³ /año	L/s
2005	95.802	3,0	137.715	4,4
2006	98.848	3,1	142.094	4,5
2015	131.017	4,2	188.337	6,0
2030	209.537	6,6	301.210	9,6
AÑO	LONCOMILLA (0735)			
	DEMANDAS NETAS		DEMANDAS BRUTAS	
	m ³ /año	L/s	m ³ /año	L/s
2005	28.980.004	918,9	43.412.525	1.376,6
2006	29.901.568	948,2	44.793.043	1.420,4
2015	39.632.702	1.256,7	59.370.442	1.882,6
2030	63.385.005	2.009,9	94.951.786	3.010,9
AÑO	MAULE BAJO (0736-0738)			
	DEMANDAS NETAS		DEMANDAS BRUTAS	
	m ³ /año	L/s	m ³ /año	L/s
2005	23.004.375	729,5	27.605.250	875,4
2006	23.735.914	752,7	28.483.097	903,2
2015	31.460.504	997,6	37.752.605	1.197,1
2030	50.315.122	1.595,5	60.378.146	1.914,6

Fuente: AC Ingenieros, 2007(Ref. 15)

e) Demandas de Agua Paisajísticas, Turísticas y Recreacionales

En la cuenca del río Maule se desarrollan una serie de actividades que aprovechan directamente los recursos naturales propios de la zona, los que actualmente cuentan con infraestructura, que abarca al menos los siguientes aspectos: zonas de camping y/o picnic, termas, turismo rural, balnearios, además de hoteles, cabañas y hospedajes.

Los caudales atribuibles a actividades de naturaleza turística en la zona, en general están incluidos en los de agua potable, puesto que la infraestructura hotelera utiliza recursos directamente desde las redes de las empresas sanitarias correspondientes.

Sin embargo, como referencia se ha incluido en el Cuadro 3.2.1.7-8 una estimación de dichos caudales, calculados a partir de las estadísticas de entrada de turistas extranjeros, del movimiento interno y de los caudales sugeridos por la resolución DGA N°743.

**CUADRO 3.2.1.7-8
CAUDALES ATRIBUIBLES A TURISMO Y SUS ACTIVIDADES RELACIONADAS**

Cuenca o Subcuenca	Código DGA	Nº medio de personas que ingresa a la zona / día	Q medio anual atribuible a servicios turísticos
		(Nº)	(L/s)
Maule Medio	0732+0737	5	0,1
Maule Bajo	0736+0738	3	0,1

Fuente: AC Ingenieros, 2007(Ref. 15)

3.3 CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y MEDIO AMBIENTE

3.3.1 CALIDAD DE AGUA A NIVEL DE RÍO

En primer lugar se realizará un breve análisis de estudios anteriores para cursos naturales, para posteriormente realizar un análisis preliminar del cumplimiento de la norma de calidad para aguas de riego en fuentes superficiales.

Según la información del estudio de la Ref. 1, se puede señalar que las aguas superficiales de la cuenca del Río Maule tienen buena calidad para uso potable y para uso de riego, no obstante se presentan algunos parámetros que superan débilmente la norma, los que no son significativos debido a la viabilidad de tratamiento o mejoramiento. Así, según lo observado en el estudio, los parámetros que en forma más recurrente superan los límites de las diferentes normas, son: pH, hierro, manganeso, sodio porcentual y boro.

En cuanto a la presencia de coliformes, se observó que en la totalidad de los casos se supera la norma para uso como agua potable y respecto del uso en riego, 4 de 11 puntos superan el límite estipulado por la NCh 1.333.

El estudio de la Ref. 28 tuvo como objetivo conocer la calidad natural y actual del agua; determinar los caudales disponibles para la dilución de contaminantes; y tipificar los cursos y cuerpos de agua. En él se identificaron las aguas con calidad de excepción, las aguas aptas para usos prioritarios (captación de agua para potabilización, usos agropecuarios, acuicultura y pesca deportiva), para la protección o conservación de las comunidades acuáticas y aquellas sólo aprovechables para fines industriales. Para lo

anterior, se utilizaron como fuente de información los registros de calidad de aguas de la DGA y campañas de muestreo complementarias realizadas en el marco de otros estudios.

Los principales factores antropogénicos que pueden afectar la calidad del agua son la contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes, contaminación difusa por centros poblados, contaminación difusa por aguas servidas y contaminación difusa debido a ganadería.

Además de lo anterior, dentro de las conclusiones del estudio, se puede destacar que la calidad natural del agua superficial de la cuenca se encuentra influenciada fuertemente por, el efecto de los volcanes en la cuenca, para la parte alta de los ríos Maule, Claro, Longaví, Achibueno y Perquillauquén; el efecto de las aguas subterráneas en el valle central, presentando un alto contenido de compuestos metálicos; el efecto de las altas concentraciones de aluminio, especialmente en los ríos Claro, Perquillauquén y Maule en Armerillo; el efecto de los metales en solución y particulado de las cuencas costeras que drenan al valle; el efecto de la interrelación – en el litoral – entre el acuífero y el río Maule, el cual le adiciona metales en solución.

De acuerdo al análisis de los antecedentes, se tiene que el parámetro que podría generar mayor conflicto en el periodo considerado es el Molibdeno, ya que éste en cantidades excesivas es tóxico, especialmente para los animales de pastoreo.

En suelos ácidos, la interacción con el Manganese proveniente de las aguas de riego podría generar problemas en la producción agrícola debido a concentraciones tóxicas de este metal en los suelos.

Al igual que el Manganese, el Aluminio en suelos ácidos podría generar problemas en la producción agrícola, debido a que su toxicidad tiene efectos productivos negativos importantes.

3.3.2 CALIDAD DE AGUA A NIVEL DE CANALES

En primer lugar se realiza un análisis comparativo de los resultados obtenidos de diferentes campañas de monitoreo realizados por el Consorcio CUENCA-GEOMAS en sistemas de riego presentes en la cuenca del Río Maule (Programa CNR GIRH). Lo anterior considera la Norma Chilena 1.333, las clases objetivo propuestas por CONAMA y los valores sugeridos en el estudio FAO 29, respecto a limitación productiva debido a la calidad del agua de riego.

Estas campañas de monitoreo consideraron 46 puntos de muestreo, los que incluyen los siguientes sistemas de canales:

- Canal Maule Sur

- Canal Maule Norte
- Canales administrados por la Cooperativa de Riego El Centro.
- Canales administrados por la Sociedad de Regantes Particulares del Maule
- Canal Duao-Zapata
- Canal Colín
- Canales pertenecientes a la Junta de Vigilancia del Río Longaví

Para los parámetros de mayor conflicto (coliformes fecales y DBO₅), se presentan los límites sobrepasados establecidos en alguna de las normas mencionadas anteriormente.

a) Coliformes Fecales

Los Coliformes Fecales son bacterias cuya presencia indica que el agua podría estar contaminada con heces fecales humanas o de animales. Los microbios que provocan enfermedades (patógenos) y que están presentes en las heces, causan diarrea, náuseas, cefaleas u otros síntomas. Estos patógenos podrían representar un riesgo de salud muy importante para seres humanos¹. Según los valores presentados en el estudio existen 7 puntos monitoreados que sobrepasan los límites establecidos por la NCh 1333 y que según la clasificación de las clases objetivo de CONAMA, se podrían definir como Caso 2, es decir, buena calidad del agua.

b) Demanda Bioquímica de Oxígeno

La Demanda Bioquímica de Oxígeno es la cantidad de oxígeno necesaria para descomponer biológicamente la materia orgánica carbonácea. Es importante en la determinación de la calidad del agua por ser un método de cuantificación de materia orgánica, cuya presencia puede provocar fuertes alteraciones en la biota acuática y por ende terminar afectando la calidad del agua para riego y los cultivos donde se utiliza dicho recurso.

Según los valores presentados en el estudio existe solo un punto monitoreado que sobrepasa los límites establecidos según la clasificación de clases objetivos de la CONAMA.

3.3.3 CALIDAD DE AGUA Y PRODUCTIVIDAD DE LA TIERRA

El problema central se relaciona con el deterioro del recurso hídrico en cuanto a cantidad y calidad. Es así como las organizaciones de usuarios y las instituciones relacionadas con la gestión del agua no cuentan con un sistema integral de gestión de los cursos naturales y artificiales en la cuenca, para enfrentar eventos hidrológicos

¹ <http://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Temas=3267&termino=&Id=3267>

extremos y de contaminación de las aguas. Lo anterior, afecta directamente al principal sector productivo del territorio, representado por la agricultura del valle del Río Maule. De acuerdo a la información contenida en el estudio de la Ref. 12, la reducción del potencial productivo y del valor del suelo es un fenómeno muy importante de cuantificar para evaluar la contaminación del agua desde un punto de vista económico. Por este motivo, mediante el uso de herramientas SIG, se determinó la superficie afectada en función de la capacidad de uso del suelo en cuestión, la que asciende a 11.562 ha afectadas por algún parámetro de calidad fuera del límite máximo permitido, considerando las campañas de monitoreo del año 2005 y 2006 a nivel de canales.

3.3.4 ASPECTOS AMBIENTALES

En el presente acápite se abordarán distintos componentes ambientales relacionados directamente con los recursos hídricos.

3.3.4.1 Recursos Hídricos

Conocer el estado de los recursos hídricos, como componente principal del estudio, a través de una visión cualitativa y cuantitativa de estos, permitirá evidenciar las presiones a las que está sometido el recurso agua, en sus diversos usos.

La contaminación de los cursos de agua, tanto naturales como artificiales, tiene dos tipos de fuentes, las puntuales y las difusas.

Las fuentes difusas son aquellas no localizadas geográficamente en forma puntual, pues es un fenómeno que abarca distintos procesos dispersos en el territorio y que tiene como consecuencia el ingreso de contaminantes a cursos de agua, sean estos superficiales o subterráneos, naturales o artificiales.

Una de las fuentes de contaminación difusa es la incorporación al agua de fertilizantes y pesticidas como producto de la intensa actividad agrícola presente en la cuenca. Aunque no se dispone de información suficiente para la caracterización de la cuenca, en el capítulo sobre el Estado de los Suelos, se presenta un breve resumen del estudio sobre la ocurrencia, identidad y contenido de residuos de plaguicidas organoclorados en los horizontes superficiales de suelos agrícolas.

A partir de la información publicada por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), se presenta la información de los plaguicidas agrícolas vendidos en la Región del Maule durante el año 2004, los que alcanzan un consumo del 11,6% respecto del consumo nacional. Los tipos de plaguicidas más vendidos son Fungicidas y Bactericidas, los que representan el 37,4% del total vendido; el principio activo de Fungicidas y Bactericidas con mayor venta fue el Azufre, con un 21,2%.

Otro tipo de contaminación difusa es la producida por la presencia de residuos sólidos domiciliarios o desechos menores de la agricultura, como bolsas, botellas plásticas,

envases plásticos de pesticidas, pañales, entre otros, los que al acumularse pueden generar focos de contaminación visual, bacteriológica o provocar problemas en la infraestructura asociada a los cursos de agua.

Este problema se hace más evidente en sectores donde hay mayores concentraciones de población, especialmente en sectores urbanos aledaños a canales.

Según el Plan de Salud Pública del Maule (2007)², las localidades consideradas no urbanas tienen una población atendida de 149.531 personas, con una frecuencia de recolección de tres días semanales, alcanzando un 49,01% de cobertura. La frecuencia para los sectores céntricos de las grandes ciudades es diaria.

En la provincia de Talca se atienden 29 localidades, alcanzando una cobertura del 60,3%. En la provincia de Linares se atienden 45 localidades, alcanzando una cobertura del 38,9%. En la provincia de Cauquenes se atienden 9 localidades, alcanzando una cobertura del 32%.

Las fuentes puntuales de descargas a los cursos de agua corresponden a potenciales fuentes de contaminación, especialmente cuando no se tiene el cuidado de asimilar los caudales descargados con el caudal disponible del cauce receptor (que se define como la cantidad de agua disponible expresada en volumen por unidad de tiempo, que será determinada por la DGA³), o bien, cuando el cauce presenta bajos niveles de turbulencia, lo que contribuye a un estancamiento de los contaminantes. Entre estas descargas se encuentran aquellas que corresponden a Residuos Industriales Líquidos y las que corresponden a descargas de Aguas Servidas, las que deben cumplir con la normativa vigente respecto de la descarga de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales, a sistemas de alcantarillado o a aguas subterráneas.

Cabe destacar que en Chile no se ha desarrollado una normativa que limite o regule las características de los residuos líquidos descargados al suelo.

Los residuos industriales líquidos implican un alto riesgo para la población dada su alta capacidad contaminante, ya que contienen compuestos químicos orgánicos e inorgánicos, los cuales en una alta concentración, cantidad y frecuencia de descarga, pueden afectar a los ecosistemas y afectar directa o indirectamente al ser humano⁴.

Según la información disponible en la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)⁵, actualmente existen 264 descargas declaradas en la región, de las que 121 se encuentran en la cuenca.

² SERVICIO SALUD DEL MAULE. 2007. Plan de Salud Pública VII Región, del Maule 2007.

³DGA, 2005. Criterios para la Determinación de Caudales Disponibles para la Dilución en Cuerpos Receptores Superficiales.

⁴ UNIVERSIDAD DE CHILE. 2005. Informe País. Estado del Medio Ambiente en Chile, 2005

⁵ Información en formato Excel, entregada por Pablo Ortiz Muñoz, Encargado Ambiental SISS Oficina Talca

En cuanto a las aguas servidas, cabe señalar que la puesta en marcha de las plantas de tratamiento ha permitido recuperar la calidad de los cursos de agua dulce, un hecho de gran importancia si se considera que las descargas líquidas de origen domiciliario son la principal fuente contaminante de las aguas en Chile⁹.

Agua Nuevo Sur Maule es la empresa de mayor cobertura en el tratamiento de aguas servidas urbanas en la región. A diciembre de 2005 presentaba una cobertura del 35%, la que se proyecta a un 100% para el año 2011⁶. También otras empresas prestan servicios de tratamiento de aguas servidas, es así como la Cooperativa de Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillado de Sagrada Familia (en la región del Maule, pero fuera de la cuenca del río Maule).

Actualmente se trata el 95% de las aguas servidas urbanas en la región a través de 25 plantas de tratamiento, de las cuales 14 se encuentran en la cuenca del río Maule.

En cuanto al tratamiento de las aguas servidas rurales, en la cuenca hay 18 asentamientos en que se han implementado PTAS, a través del Programa Chile Barrio, beneficiando a un total de 2.908 familias.

A la información anterior se pueden adicionar los resultados de la encuesta CASEN del año 2003⁷, en que se muestra que las descargas de excretas se realizan principalmente al alcantarillado y a cajones sobre pozos negros, en zonas urbanas y rurales respectivamente. La infiltración a partir de pozos negros puede resultar otra importante fuente de contaminación difusa.

Las estadísticas medioambientales extraídas del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), demuestran un aumento sostenido en la cantidad de residuos sólidos domiciliarios y asimilables en la Región del Maule. Estos residuos, además de generar los problemas anteriormente expuestos debido a su incorrecta disposición en cursos de agua, generan un potencial de contaminación por líquidos percolados debido a una ineficaz impermeabilización del suelo en instalaciones de disposición final. Estos líquidos que pueden contener agentes biológicos y químicos (metales pesados, pesticidas, solventes orgánicos) podrían – potencialmente – contaminar aguas superficiales o subterráneas.

Según el Plan de Salud Pública del Maule (2007)⁷, en la región existen tres rellenos sanitarios y cinco vertederos.

Además existen 56 microbasurales, los que se utilizan debido a la falta de cobertura, ubicándose tanto en sectores urbanos como rurales, los que se presentan en las Provincias de Talca (28 microbasurales), Linares (19 microbasurales) y Cauquenes (2

⁶ SISS. 2006. Informe de Gestión del Sector Sanitario

⁷ MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN. 2007. Estadísticas de Vivienda Encuesta CASEN Año 2003. Hogares por Zona según Región y Eliminación de Excretas. Disponible en http://www.mideplan.cl/casen/modulo_vivienda.html, consultado en Septiembre de 2007

microbasurales). Este tipo de disposición es el puede generar mayores consecuencias en la calidad de las aguas subterráneas y superficiales.

Las localidades consideradas urbanas tienen una cobertura en la recolección del 92,2%, a nivel regional, siendo Cauquenes aquella que presenta menor cobertura.

En las localidades rurales los niveles de recolección son menores, alcanzando regionalmente solo al 49,01% de la población, siendo nuevamente Cauquenes la provincia que presenta un menor porcentaje de cobertura.

3.3.4.2 Suelos

a) Erosión. Los procesos erosivos constituyen una de las formas de degradación de mayor impacto ambiental y económico del país, afectando en forma generalizada a todo el territorio. Entre los distintos tipos la denominada erosión hídrica es una de las formas más importantes de degradación del suelo. Cabe destacar que el 80% de la erosión está es producida por lluvias erosivas⁹.

Según el estudio Base la información de erosión, las comunas pertenecientes a la cuenca del Maule más afectadas por la pérdida de superficie cultivable debido a problemas de erosión son Cauquenes y Curepto. En el caso de Cauquenes, prácticamente toda la superficie cultivable se encuentra afectada por este tipo de problemas, aunque en diverso grado.

b) Desertificación. La desertificación ha sido definida por la FAO, en la Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación⁸, como “la degradación de las tierras áridas, semiáridas y zonas subhúmedas secas. Causado principalmente por las actividades humanas y variaciones climáticas”. El impacto de la desertificación es directamente sufrido por la población con menos recursos, quienes al ocupar áreas marginales y vulnerables, son incapaces de equilibrar la demanda del sistema social, con la oferta de la naturaleza⁹.

De acuerdo al análisis realizado, se tiene que las zonas donde la desertificación se presenta con mayor gravedad se ubican en el secano costero. Una de las principales causas de la desertificación ha sido el manejo deficiente de los suelos, lo que genera una degradación más acelerada de éste.

⁸ CONVENCIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS DE LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN. Desertificación (1994). Disponible en: <http://www.fao.org/desertification/default.asp?lang=sp>, consultado en Septiembre de 2007.

⁹ URQUIZA, M. 2003. Desertificación, un Flagelo de la Humanidad. pp. 7 – 17. In: Centro de Investigaciones de Zonas Áridas (CIZA), Universidad Nacional Agraria La Molina. Zonas Áridas N° 7. Lima, Perú.

c) Contaminación de los Suelos. A partir del estudio de la Ref. 1, se puede decir que el potencial tóxico de los plaguicidas se puede transformar en el principal contaminante de los suelos de la cuenca, siendo evaluados con mayor riesgo ambiental los pesticidas Organoclorados (OC), pues los factores de deterioro, especificidad de acción, fuerte toxicidad para mamíferos superiores y prolongada persistencia ambiental, manifiestan una máxima expresión favoreciendo su acumulación.

En los suelos aluviales de los valles Teno, Lontué y Maule, el 80% de las muestras resultaron contaminadas con dos residuos, normalmente Dieldrín y pp-DDE. El restante 20% contuvo tres residuos, no habiéndose detectado casos con uno o más de tres residuos. Se identificó residuos de cuatro compuestos, siendo el Dieldrín el de mayor ocurrencia (casi 80%). Paralelamente se detectó pp-DDE (60%), Lindano (40%) y Clordano (20%), este último encontrado sólo en la región del Maule.

Se debe tener especial cuidado con aquellos funcionarios de las organizaciones de regantes que realizan funciones de recorrido de los canales, especialmente los celadores, quienes están en desconocimiento de las labores de aplicación intrapredial de estos productos y carecen de la indumentaria necesaria para evitar intoxicaciones agudas o crónicas.

d) Uso de Suelos. El año 1999¹⁰ la Corporación Nacional Forestal (CONAF), realizó un estudio denominado Catastro de Bosque Nativo, el que fue actualizado el año 2002 en conjunto con la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)¹¹.

No se presenta un cambio de uso de suelos de importancia en la región, siendo los usos principales Praderas y Matorrales, Bosques, Terrenos Agrícolas y Áreas Desprovistas de Vegetación.

Para la cuenca los usos principales del suelo son Terrenos Agrícolas, Praderas y Matorrales, Bosques y Áreas desprovistas de vegetación.

3.3.4.3 Zonas de Importancia Natural

Las zonas de importancia natural que se han protegido por organismos del Estado y las zonas de humedales, se clasifican de la siguiente forma

- **Sitios Prioritarios de Conservación:** De acuerdo a las Estrategias Regionales para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad, se han definido 21 sitios prioritarios para la conservación presentes en la cuenca del Maule. Estos sitios fueron definidos privilegiándose aquellos que reúnen características ecosistémicas relevantes junto con consideraciones sociales y culturales

¹⁰ CONAF. 1999. Catastro de Uso del Suelo y Vegetación, Región Metropolitana.

¹¹ CONAF-CONAMA. 2002. Actualización Catastro de Uso del Suelo y Vegetación, Región del Maule.

- **Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE):** El SNASPE, corresponde a aquellos ambientes naturales, terrestres o acuáticos que el Estado protege y maneja para lograr su conservación. En la cuenca existen 3 sitios pertenecientes al SNASPE.
- **Humedales:** Según la Convención sobre Zonas Húmedas de Importancia Internacional como Hábitat de las Aves Acuáticas, se define el concepto de humedal como: “las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanente o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros¹²”. En la Región del Maule se contabilizan 183 humedales de interés, los cuales cubren aproximadamente 27.136 ha de la superficie regional. Concentraciones importantes de estos ecosistemas se presentan en las comunas de San Clemente, Linares y Parral y en la zona altoandina de las comunas de Curicó y Molina. En el estudio de la Ref. 1 y a partir del “Diagnóstico y Manejo de Humedales en la región del Maule” se han caracterizado 5 sitios de humedales presentes en la cuenca cuyas características principales se presentan en el Cuadro 3.3.4.3-1

**CUADRO 3.3.4.3-1
CARACTERIZACIÓN HUMEDALES CUENCA RÍO MAULE**

Humedal	Características	Problemas
Lago Colbún:	Es un embalse artificial, de alrededor de 4.350 ha. Se encuentra a una cota de 550 msnm.	desaparición del pejerrey Austral (vulnerable) y perturbación del hábitat de avifauna en categoría amenazada
Lago Machicura	Humedal artificial con fluctuaciones a una altura de 360 msnm.	Ídem Lago Colbún
Laguna del Maule	Es un humedal de agua dulce, lacustre y permanente. Se ubica a unos 2260 msnm., con una superficie total del cuerpo de agua de alrededor de 55,4 km ²	Perturbación de avifauna por visitantes y pescadores, alteración del hábitat por fluctuaciones del volumen de agua, deterioro paisajístico por instalaciones inadecuadas.
Laguna La Invernada	Es un humedal de agua dulce permanente de 617 ha. Ubicado a unos 1450 msnm.	Riesgo para la población de Bagre, en peligro de extinción
Laguna Dial	De características similares a la Laguna del Maule, se ubica a unos 1650 m.s.n.m. El cuerpo de agua es de alrededor de 6.8 km ² , de origen perenne andino glacial	Pérdida de valor paisajístico por instalaciones turísticas inadecuadas y el sobretalajeo de vegas por exceso de ganado.

Fuente: Elaboración propia a Partir informe Ref. 1 y Diagnóstico y Manejo de Humedales en la región del Maule

¹² MINISTERIO SECRETARÍA GENERAL DE LA PRESIDENCIA. 2007. Chile contará con Sistema de Clasificación de Humedales para mejorar la gestión de estos ecosistemas. Disponible en http://www.minsepres.gob.cl/portal/noticias/2007-02/id_1170675792374, consultado en Septiembre de 2007.

3.3.4.4 Conclusiones

La contaminación de los cursos de aguas a través de la contaminación difusa por agroquímicos está presente en la cuenca y se ha manifestado a través de la presencia de residuos de pesticidas organoclorados en los suelos y en la ocurrencia de nacimientos de niños con malformaciones congénitas, como consecuencia de la exposición de sus padres a estos productos.

Los efectos dañinos de los agroquímicos se intensifican en la medida que se realiza un uso indiscriminado de estos productos.

La presencia de residuos sólidos domiciliarios en los cursos de agua superficiales es un problema de importancia para los usuarios de aguas.

Las descargas de RILES se encuentran normadas tanto para su emisión a sistemas de alcantarillado, a cuerpos de agua marinos y continentales superficiales, como a aguas subterráneas, quedando sin una normativa que regule la descarga de RILES al suelo, siendo este procedimiento autorizado aun sin conocer las consecuencias que esta descarga implica.

El tratamiento de las aguas servidas ha contribuido a la disminución de la contaminación de ellas, teniendo como proyección una cobertura urbana de tratamiento del 100% para el año 2011. En cuanto a las zonas rurales, el sistema de pozos negros puede resultar una importante fuente de contaminación difusa.

Aun hay sectores en la cuenca con un inadecuado sistema de recolección y disposición de los residuos sólidos domiciliarios, lo que podría ser la causa de la presencia de microbasurales y vertederos con inadecuados sistemas de impermeabilización y manejo de los líquidos percolados, especialmente en los sectores rurales.

Los fenómenos asociados a la desertificación y a la erosión se presentan con mayor intensidad en aquellos sectores de secano costero, siendo el manejo deficiente de los suelos lo que genera una degradación más acelerada de estos.

No existe un conocimiento acabado de la contaminación de los suelos en la cuenca, en especial de compuestos prohibidos o de prolongada persistencia ambiental.

El uso de suelos de en la región no tuvo mayores variaciones entre 1999 y 2002, sin embargo se desconocen los posibles cambios de 2002 a la fecha.

En la planificación a nivel de cuenca, en especial en el establecimiento de objetivos de calidad y en la fijación de límites de normas secundarias, se debe tener presente la ubicación y función de las zonas de importancia natural, de manera que no se aumente la presión antrópica sobre éstas.

3.4 INFRAESTRUCTURA DE APROVECHAMIENTO Y MONITOREO

La última componente del diagnóstico es el análisis de la infraestructura existente en la cuenca, tanto de aprovechamiento como monitoreo.

3.4.1 INFRAESTRUCTURA DE APROVECHAMIENTO

El análisis de la infraestructura de aprovechamiento del agua se divide en 4 grandes clases:

- Riego
- Potable
- Electricidad
- Sanitaria

3.4.1.1 Infraestructura para Riego

La infraestructura de riego se divide en 3 grandes categorías:

- Obras de Acumulación
- Obras de Distribución
- Captaciones Subterráneas

a) Obras de Acumulación

En lo que respecta a obras de acumulación, se tiene que estas pueden ser mayores, medianas, o menores. El Cuadro 3.4.1.1-1 presenta un resumen con las obras de acumulación más importantes en la cuenca, las que se ubican en la categoría de obras mayores y medianas, regando en conjunto una superficie superior a 200.000 ha.

Con respecto a las obras de acumulación de tipo menor, se dispone de información recopilada por el SAG en el año 1996. Esta información muestra que los tranques menores cubren una superficie de 459 ha, en total acumulan 26 Mm³ y sirven una superficie de 21.450 ha.

**CUADRO 3.4.1.1-1
OBRAS DE ACUMULACIÓN DESTINADOS AL RIEGO
MAYORES Y MEDIANAS**

Obra	Comuna	Año puesta en servicio	Superficie Abastecida (ha)	Volumen (Hm ³)	Altura Muro (m)	Fuente de Agua
Laguna del Maule	San Clemente	1957	150.000	1.420	28,15	Río Maule
Digua	Parral	1968	35.000	220	74,17	Ríos Perquilaquén, Cato y Longaví
Bullileo	Parral	1948	25.000	60,0	70,0	Río Bullileo
Tutuvén	Cauquenes	1950/79	2.500	13,0	31,0	Río Tutuvén y Estero Tobalguén

Fuente: Elaboración Propia a Partir de Información de la Dirección de Obras Hidráulicas

b) Obras de Distribución

En lo que respecta a obras de distribución, se tiene que en la cuenca existen 8 sistemas de canales principales. Además, se puede observar la red de canales e en forma esquemática en la Figura 3.4.1.1-1, y sus características se presentan en el Cuadro 3.4.1.1-2

**CUADRO 3.4.1.1-2
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES CANALES DE RIEGO**

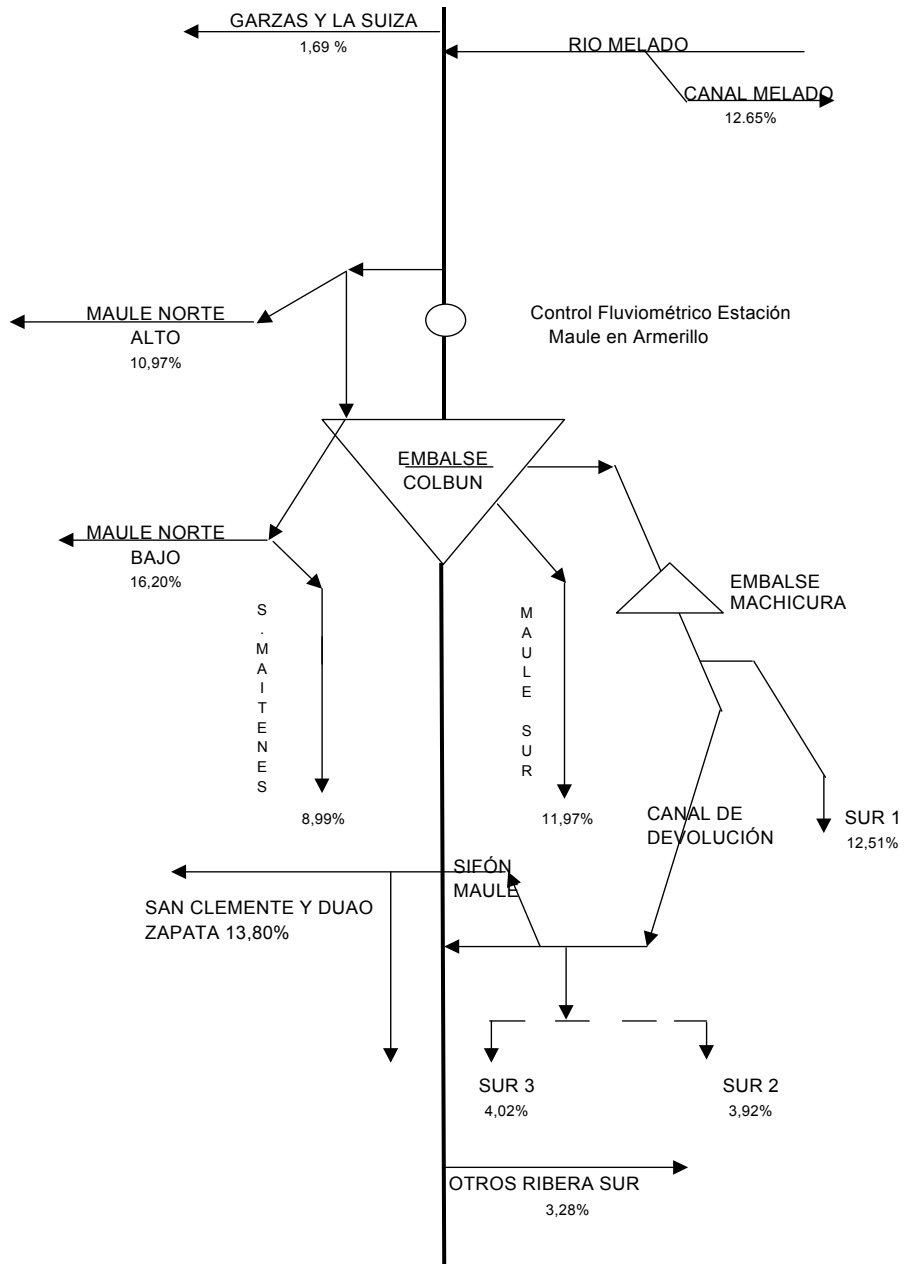
Nombre de la Obra	Capacidad Canal (m ³ /s)	Longitud Canal (km)		Superficie de Riego (ha)	Fuente de Agua
		Matriz	Derivados		
Canal San Rafael (Canal del Pueblo)	4,0	9,0	36,2	3.500	Río Claro
Canal Santa María	0,1	3,0	-	100	Estero Pelarco
Sistema Canales Maule Norte		152,4	232,5	70.000	Río Maule
- Canal Tronco	68,0	8,1			
- Canal Maule Norte Alto 1ª Sec.	27,0	27,5	10,5		
- Canal Maule Norte Alto 2ª Sec.	9,5	17,5	5,4		
- Canal Maule Norte Bajo 1ª Sec.	41,0	30,0	15,5		

CUADRO 3.4.1.1-2
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES CANALES DE RIEGO
(Continuación)

Nombre de la Obra	Capacidad Canal (m ³ /s)	Longitud Canal (km)		Superficie de Riego (ha)	Fuente de Agua
		Matriz	Derivados		
- Canal Maule Norte Bajo 2ª Sec.	23,0	44,3	40,0		
- Canal Maule Norte Bajo 3ª Sec.	9,7	25,0			
Sistema Canales Maule Sur	60,0	24,3	29,0	50.000	Río Maule (El Lirio)
Sistema Canales Melozal	8,0	37,0	71,5	7.450	Río Putagán
Canal Alimentador Digua	22,0	6,5	-	-	Río Longaví
Canal Matriz Digua y Derivado Perquillauquén	27,0	37,0	215	11.040	Río Cato
Canal Perquillauquén- Cato	3,0	27,0	-	3.000	Río Perquillauquén
Canal Perquillauquén- Ñiquén	4,5	11,7		2.600	Embalse Digua
Canal Pencahue	12,0	30,0	87,5	11.200	Río Lircay
Canal Melado	20,0	24,0	200	24.000	Río Melado
Canal Putagán	4,0	8,3	25,7	4.000	Río Putagán
Canal Gatica	2,3	25,5		1.800	Río Maule (Rivera Sur)
Canales Embalse Tutuvén	2,0	8,5	50,0	2.160	Río Tutuvén y Estero Tobalgüén

Fuente: Elaboración Propia a Partir de Información de la
Dirección de Obras Hidráulicas

**FIGURA 3.4.1.1-1
ESQUEMA SISTEMA DE REGADÍO MAULE**



Fuente: Junta de Vigilancia Río Maule

c) Captaciones Subterráneas

Con respecto a extracciones subterráneas, se sabe que a la fecha de la realización del estudio base existía un total de 237 captaciones subterráneas para riego en la cuenca: 230 de ellas son sondajes, y las restantes son norias. Con posterioridad a esa fecha, se sabe que hay, al menos, 500 nuevos derechos constituidos. Ahora bien, dado que no se ha realizado una tarea de catastro de detalle, no se sabe el uso efectivo de estas nuevas captaciones, aunque al menos se sabe que al menos 74 de estos derechos pertenecen a sociedades con rubro agrícola, con un caudal legal superior a 2.500 L/s. Para todos estos derechos se conoce al menos la comuna en la que están localizados, por lo que desde el punto de vista geográfico, estos derechos serán localizados en el centro de gravedad del sector agrícola de la comuna en cuestión.

3.4.1.2 Infraestructura para Agua Potable

En este acápite se realiza una breve descripción tanto de las fuentes superficiales como las subterráneas para el agua potable urbana y rural.

a) Aguas Superficiales: Tal como se indicó en el capítulo de demandas, 4 localidades son abastecidas con aguas superficiales o subsuperficiales. Linares se abastece en la actualidad con un 18,3% de aguas superficiales. Por otra parte, Constitución, Quirihue y Empedrado se abastecen únicamente con aguas superficiales. Adicionalmente, se detectan 3 servicios de APR suplidos con agua superficial en las comunas de Pehuenhue, San Clemente y San Javier.

b) Aguas Subterráneas: Dentro de la cuenca del río Maule existen 16 ciudades con plantas de producción de agua potable atendidas por la empresa Aguas Nuevo Sur Maule S.A. (ANSM S.A.), quien actualmente posee la concesión de este servicio. Las localidades con 100% de oferta subterránea son: Talca, Cauquenes, Longaví, Maule, Parral, Retiro, Pelarco, San Clemente, San Javier, San Rafael, Villa Alegre y Yerbabuena. Linares se abastece en un 81,7% con aguas subterráneas. En el Cuadro 3.4.1.1-3 se presenta un resumen de las captaciones existentes.

A nivel rural existen 209 servicios de APR provenientes de fuentes subterráneas distribuidos en 20 comunas.

**CUADRO 3.4.1.1.-3
RESUMEN CARACTERÍSTICAS CAPTACIONES
AGUA SUBTERRÁNEA**

Localidad	Tipo Captación	Nº Captaciones	Caudal (L/s)
Cauquenes	Sondajes	6	170
Linares	Sondajes	5	267
	Drén	1	60
Longaví	Sondajes	3	68
Maule	Sondajes	2	16
Parral	Sondajes	5	57
Pelarco	Sondajes	2	28
Retiro	Sondajes	2	39
San Clemente	Sondajes	7	152
San Rafael	Sondajes	2	26,6
Talca	Sondajes	35	1.176
Villa Alegre	Sondajes	4	56
Yerbas Buenas	Sondajes	2	92

Fuente: Elaboración Propia a partir de Planes de Desarrollo Empresas Sanitarias

3.4.1.3 Infraestructura para Generación Eléctrica

Tal como se indicó anteriormente, en la cuenca existen 8 centrales hidroeléctricas y 3 centrales térmicas. Las características de estas 11 centrales se presentan en los Cuadros 3.4.1.3-1 y 3.4.1.3-2, respectivamente. La Figura 3.4.1.3-1 muestra un esquema con la ubicación de las centrales en la cuenca.

Desde el punto de vista ambiental se tiene que los caudales ecológicos definidos para los lugares en los que se emplazan las centrales no son afectados por estas, ya que el caudal asignado a la central cumple con esa norma para los casos en que el derecho fue asignado posteriormente a la dictación de la norma. De la misma manera, las centrales tienen los permisos ambientales correspondientes.

**CUADRO 3.4.1.3-1
CARACTERÍSTICAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS**

Nombre	Propietario	Año Puesta En Servicio	Tipo Central	Tipo Turbina	Nº de Unidades	Gasto Central (m ³ /s)	Altura de Caída (m)	Potencia Total (kW)
Cipreses	ENDESA	1955	Embalse	Pelton	3	36,4	349,5	101.400
Isla	ENDESA	1963-64	Pasada	Francis	2	84	92	68.000
Curillinque	PEHUENCHE S.A.	1993	Pasada	Francis	1	84	114,3	85.000
Loma Alta	PEHUENCHE S.A.	1997	Pasada	Francis	1	84	50,4	38.000
Pehuenche	PEHUENCHE S.A.	1991	Embalse	Francis	2	300	206	500.000
Colbún	COLBÚN S.A.	1985	Embalse	Francis	2	280	168	400.000
Machicura	COLBÚN S.A.	1985	Embalse	Kaplan	2	280	37	90.000
San Ignacio	COLBÚN S.A.	1996	Pasada	Kaplan	1	194	21	37.000

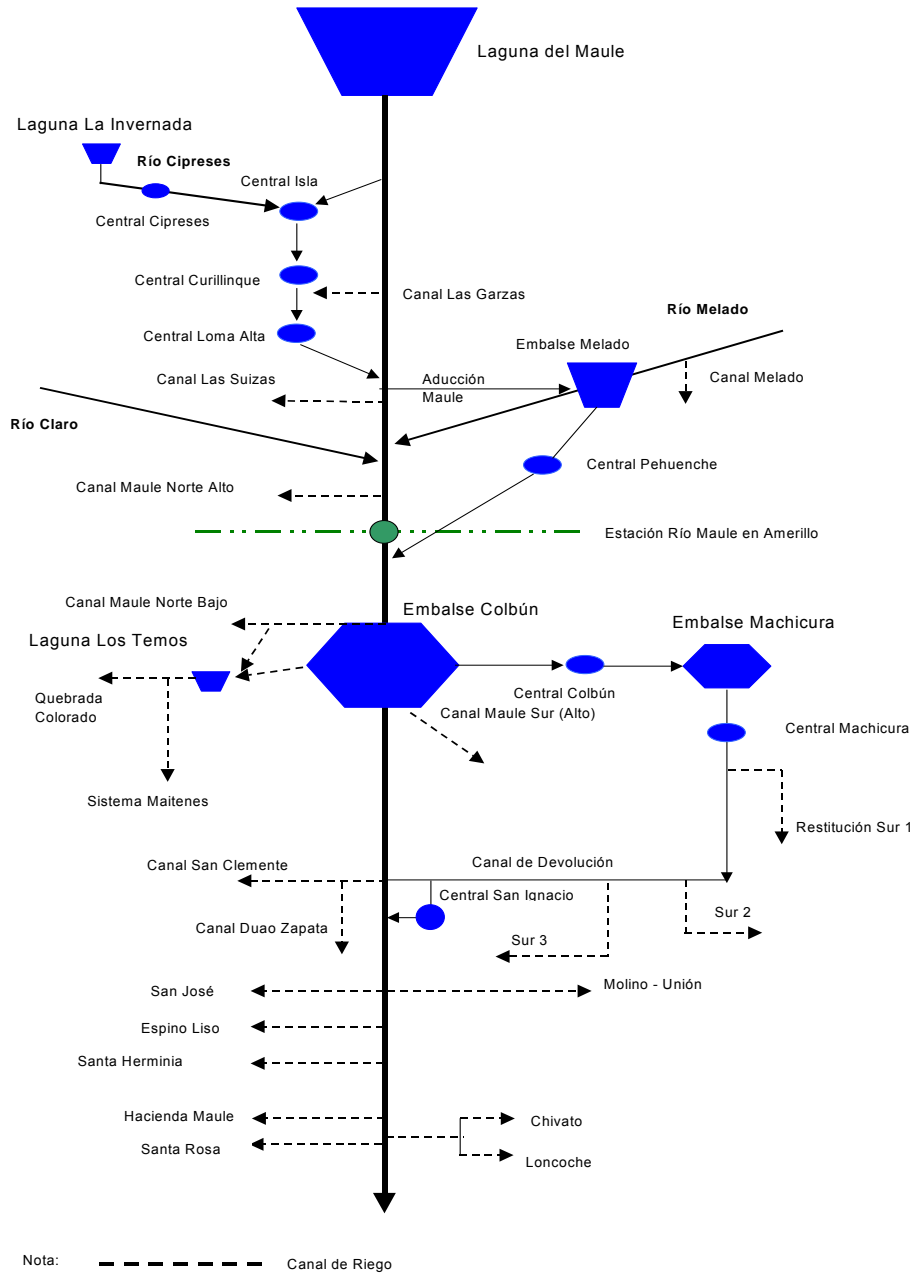
Fuente: CDEC

**CUADRO 3.4.1.3-2
CARACTERÍSTICAS CENTRALES TERMOELÉCTRICAS**

Nombre	Propietario	Año Puesta En Servicio	Tipo Turbina	Nº de Unidades	Potencia Total (kW)
Celco	Arauco Generación S.A.	1996	Vapor - Licor Negro	2	20.000
Constitución	Energía Verde S.A.	1995	Vapor - Des. Forestales	1	8.700
Licantén	Energía Verde S.A.	2004	Vapor - Licor Negro	1	5.500

Fuente: CDEC

**FIGURA 3.4.1.3-1
ESQUEMA UBICACIÓN CENTRALES HIDROELÉCTRICAS**



Fuente: Junta de Vigilancia Río Maule

3.4.1.4 Infraestructura Sanitaria

La infraestructura sanitaria está conformada por las plantas de tratamiento de aguas servidas. A nivel urbano, la empresa sanitaria ANSM S.A. es la encargada de la disposición y descarga de las aguas servidas y por ende de la implementación y

operación de los sistemas de tratamiento de estos efluentes. Según antecedentes proporcionados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) en su último informe de gestión del sector sanitario (2006), la cobertura urbana de tratamiento de aguas servidas alcanza un 89,8% para el año 2006 en la región del Maule, valor que describe de buena forma la situación actual de la cuenca en estudio. El alto grado de cobertura es el resultado de la existencia de plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS) en 13 localidades de la cuenca, 8 de las cuales se han construido entre los años 2004 y 2006. Cabe destacar que las PTAS consideradas son las que se encuentran íntegramente dentro de los límites de la cuenca. Los tipos de tratamiento utilizados corresponden, en términos generales, a lodos activados y lagunas con sistemas de aireación a presión. Las plantas más antiguas (Longaví, San Rafael y San Clemente) también han adaptado sus tratamientos con lagunas de estabilización a las técnicas anteriores. En el Cuadro 3.4.1.4-1 se muestra la información disponible para cada localidad. En el primer semestre del año 2007 se terminará la construcción del emisario submarino de la ciudad de Constitución, lo que aumentaría el nivel de cobertura existente, el que se espera que llegue a un 100% el año 2010.

**CUADRO 3.4.1.4-1
CARACTERÍSTICAS PLANTAS DE TRATAMIENTO AGUAS SERVIDAS**

Localidad	Sistema de Tratamiento	Inicio Operación	Caudal Medio de Operación Mensual (L/s)	Disposición de Lodos	Lugar de Descarga Agua Tratada	Número Resolución Ambiental
Cauquenes	Lodos Activados	2003	63,9	Relleno Sanitario	Río Tutuvén	Res 211 12.09.2002
Linares	Lodos Activados	2006	575,0	Relleno Sanitario	Canal El Apestado	Res 57 24.02.2003
Longaví	Laguna de Aireación	2003	13,1	S/I	Río Liguay	ND
Parral	Lodos Activados	2003	55,2	Relleno Sanitario	Estero Parral	Res 147 16.07.2002
Pelarco	Lodos Activados	2006	5,4	Relleno Sanitario	Estero Pelarco	Res 30 10.03.2005
Retiro	Lodos Activados	2004	8,2	Otro	Estero Piguchén	Res 144 16.07.2002
San Clemente	Laguna de Aireación	2001	27,0	S/I	Canal De Riego HUILQUILUM	Res 33 28.01.2003
San Javier	Lodos Activados	2006	61,0	Relleno Sanitario	Río Loncomilla	Res 27 10.03.2005
San Rafael	Laguna de Aireación	2003	7,7	S/I	Estero Las Pataguas	Res exenta 29 28.01.2003
Talca	Lodos Activados	2006	701,1	Relleno Sanitario	Río Claro	Res 58 7.03.2003
Villa Alegre	Lodos Activados	2006	24,0	Relleno Sanitario	Río Loncomilla	Res 28 10.03.2005
Yerbas Buenas	Lodos Activados	2004	6,0	Otro	Estero Abranquil	Res 99 05.10.2004

Fuente: Elaboración Propia a partir de información del e-SEIA

3.4.1.5 Infraestructura de Monitoreo

En lo que respecta al monitoreo de las aguas, se tiene que existen diferentes tipos de redes de medición del recurso. En particular se dispone de información para los siguientes tipos de redes de medición:

- Redes Pluviométricas: Medición de Precipitaciones
- Redes Fluviométricas: Medición de Caudales
- Red de Calidad: Evaluación Calidad Agua Superficial y Subterránea
- Red de Sedimentación: Medición de Sedimentos en la Cuenca

En primer lugar, la red pluviométrica está constituida por 33 estaciones de la DGA, 6 estaciones del Centro de Investigación y Transferencia en Riego y Agroclimatología (CITRA), 6 estaciones del SEREMI de Agricultura, 17 estaciones de ENDESA, y 19 estaciones controladas por la Dirección Meteorológica de Chile (DMC). En el Cuadro 3.4.1.5-1 se presenta la densidad de estaciones pluviométricas en la cuenca, en el que para cada subcuenca se indica entre paréntesis el código DGA asignado a cada una de ellas. Para analizar esta información se utilizan los criterios propuestos por la WMO¹³ (Organización Meteorológica Mundial en inglés). Para el tipo de zona a la que corresponde la cuenca en estudio, la densidad mínima recomendada para redes de precipitación es de 600 a 900 km² por estación. De este cuadro se concluye que la densidad de estaciones es adecuada en todas las subcuencas con la excepción de la subcuenca del río Guaiquivilo, ya que la densidad es muchísimo mas baja que en el resto de la cuenca. De hecho, aproximadamente 3 veces menos densa. Es importante indicar que en este tipo de análisis, la definición de densidad de estaciones es contraintuitiva ya que se liga la superficie controlada según el número de estaciones existentes, tal como lo define la WMO.

Adicionalmente, se dispone de 17 estaciones meteorológicas y 7 estaciones agroclimáticas que en conjunto con las estaciones pluviométricas son capaces de caracterizar adecuadamente la precipitación, temperatura, y otras variables de interés en la cuenca.

Por otra parte, para las redes fluviométricas, la recomendación de la WMO es una densidad mínima de entre 300 a 1.000 km² por estación. En la actualidad, la red de control fluviométrico vigente operada por la DGA asciende a 43 estaciones, las que en general brindan una muy buena cobertura de la cuenca, con excepción de la subcuenca del estero Tabon Tinaja, la cual requeriría de una estación para su adecuado control. Los resultados de este análisis, basado en el uso de estaciones vigentes, se presentan en el Cuadro 3.4.5.1-2.

¹³ World Meteorological Organization, Guide to Hydrometeorological Practices, 2d ed., WMO no. 168, Tech. Pap. 82, pp. III-8-III-1, Geneva, 1970

**CUADRO 3.4.1.5-1
DENSIDAD DE ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS POR SUBCUENCA**

Subcuenca	Superficie (km ²)	Nº Estaciones	Densidad (km ² /estación)
Subcuenca Estero Tabon Tinaja (736)	360,8	1	360,8
Subcuenca Río Guaiquivilo hasta junta E. Perales y Cajón Troncosa (731)	2.398,4	1	2.398,4
Subcuenca Laguna del Maule en desagüe (730)	3.327,3	13	256
Subcuenca Río Maule entre E. Los Calabozos y E. Las Vegas (738).	1.390,0	4	348
Subcuenca Río Perquilauquen entre Río Purapel y E. Torreón (734)	1.950,8	6	325
Subcuenca Río Maule entre Río Melado y Muro Embalse Colbún (732)	559,1	5	112
Subcuenca Río Liguay (735)	4.620,2	21	220
Subcuenca Río Cauquenes entre E. Los Coipos y E. Las Garzas (733)	3.062,9	11	278
Subcuenca Río Lircay entre E. Picazo y Río Claro (737)	3.195,6	19	168
Totales	20.865	81	258

Fuente: AC-DGA, 2003 (Ref. 1)

**CUADRO 3.4.1.5-2
DENSIDAD DE ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS POR SUBCUENCA**

Subcuenca	Superficie (km ²)	Nº Estaciones	Densidad (km ² /estación)
Subcuenca Estero Tabon Tinaja (736)	360,8	0	-
Subcuenca Río Guaiquivilo hasta junta E. Perales y Cajón Troncosa (731)	2.398,4	4	599,6
Subcuenca Laguna del Maule en desagüe (730)	3.327,3	8	415,9
Subcuenca Río Maule entre E. Los Calabozos y E. Las Vegas (738).	1.390,0	2	695,0
Subcuenca Río Perquilauquen entre Río Purapel y E. Torreón (734)	1.950,8	2	975,4
Subcuenca Río Maule entre Río Melado y Muro Embalse Colbún (732)	559,1	6	93,2
Subcuenca Río Liguay (735)	4.620,2	9	513,4
Subcuenca Río Cauquenes entre E. Los Coipos y E. Las Garzas (733)	3.062,9	6	510,5
Subcuenca Río Lircay entre E. Picazo y Río Claro (737)	3.195,6	6	532,6
Totales	20.865	43	485,2

Fuente: AC-DGA, 2003 (Ref. 1)

La red de control sedimentométrico que se compone de 3 estaciones. De acuerdo a lo presentado en el estudio de la Ref. 1, se estima completamente inadecuada ya que no es capaz de medir la problemática de arrastre de sedimentos en la cuenca, ni menos aún el efecto de los embalses.

Por último, en lo que respecta a la red de calidad de aguas, se tiene que la red superficial se encuentra definida por 18 estaciones las que se ubican, en su mayoría, en la parte central-baja de la cuenca. Desde el punto de vista del asentamiento humano, esto es adecuado ya que la mayor actividad en la cuenca se concentra en ese sector. No obstante lo anterior, se estima necesario incorporar la parte alta de la cuenca para contar con estaciones de monitoreo dedicadas a determinar la calidad de las aguas que llegan a las zonas de mayor actividad humana y de esta manera poder contrastar con la calidad de las mismas aguas abajo de los asentamientos. En lo que respecta a la red de medición de calidad de aguas subterráneas, se tiene que esta red está formada por 3 pozos, la que es completamente inadecuada, por lo que se requiere definir una red mínima lo antes posible con el fin de caracterizar la calidad de los recursos subterráneos en una forma más precisa.

Un punto aparte merece el análisis de niveles de aguas subterráneas en la cuenca, información que es inexistente ya que la red necesaria para su medición no existe, por lo que en primer lugar, la red debe ser definida, y en segundo puesta en operación.

4. ACCIONES, PLANES, Y PROGRAMAS

En esta sección se realiza una actualización de la información levantada para el estudio de la Ref. 1. Se presenta en primer lugar en el Cuadro 4-1 las instituciones analizadas y las principales líneas de acción que están desarrollando. Posteriormente se presentan los proyectos que se detectaron para la cuenca del río Maule, usando como base la información de la Ref. 1, el Banco Integrado de Proyectos (BIP), los Planes de Desarrollo de las Empresas Sanitarias, y la base de datos e-SIA.

**CUADRO 4-1
INSTITUCIONES Y LÍNEAS DE ACCIÓN**

Institución	Líneas de Acción
Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)	Líneas estratégicas 2006-2010: Desarrollo capital productivo
	Convenio INIA-INDAP
	Subsidios
Comisión Nacional de Riego	Ley 18.450
	Convenio con Comisión Nacional de Energía
	Convenio CNR-INDAP
Dirección de Obras Hidráulicas	PROMOSIR
Comisión Nacional del Medioambiente (CONAMA)	Política Ambiental Para el Desarrollo Sustentable, Maule
	Plan de Gestión Ambiental para la Región del Maule (GAMA)
	Diagnostico y Propuesta de Manejo de los Humedales de la Región del Maule
	Estrategia Nacional de Biodiversidad
	Estrategia de Biodiversidad en la VII Región del Maule
	Política Nacional para la Protección de Especies Amenazadas
	Estrategia Nacional de Cuencas
	Undécimo Programa Priorizado 2006/200
Fondo de Protección Ambiental (FPA)	
Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)	Fundación para la Innovación Agraria (FIA)
	Fondo de Mejoramiento del Patrimonio Sanitario (FONDOSAG)

Fuente: Elaboración Propia

En el Cuadro 4-2 se resume la identificación del tipo de proyectos por cada sub-sector económico. Posteriormente, en el Cuadro 4-3 se muestra un listado con los proyectos y un código identificador. En este cuadro también se indica el origen del proyecto (B para indicar que proviene del estudio de la Ref. 1 y N para indicar que es un proyecto nuevo). También se indica el tipo de proyecto (E por estructural y NE por no-estructural), en que un proyecto estructural conlleva el diseño de obras, y un proyecto no-estructural no se materializa en obras.

**CUADRO 4-2
PROYECTOS EN LA CUENCA DEL MAULE**

Sub-sector	Código	Tipo de Proyecto	Situación		
			Bases	Nuevos	Total
Riego	RI	- Obras de Riego: tranques, embalses, canales, bocatomas, sistemas de riego, tecnificación	7	9	16
Agua Potable	AP	- Agua Potable Rural (APR) - Redes de Distribución - Fuentes de Abastecimiento	0	36	36
Empresas Sanitarias	ES	- Planes de Desarrollo	-	2	2
Energía	EN	- Centrales Hidroeléctricas	5	5	10
Alcantarillado Aguas Servidas	AS	- Aguas Servidas - Alcantarillado - Plantas de Tratamiento	0	3	3
Alcantarillado Aguas Lluvia	AL	- Aguas Lluvias - Colectores	1	10	11
Industrial y Minero	IN	- Tratamiento de aguas servidas en plantas industriales - Instalación/Ampliación Industria - Instalación/Ampliación Minería	0	2	2
Desarrollo Urbano	DU	- Planes Regionales Desarrollo Urbano - Planes Reguladores Comunales e Intercomunales	0	11	11
Recursos Hídricos	RH	- Gestión Recursos Hídricos	0	2	2
Defensas Fluviales, Marítimas y Cauces Artificiales	DF	- Obras de Defensas Fluviales y Marítimas - Construcción Abovedamiento de Canales - Plan de Manejo de Cauces	0	10	10
Medio Ambiente	MA	- Estudios Medio Ambientales	2	1	3
Paisajístico, Turismo y Recreacional	TU	- Planes de Desarrollo Turístico	3	1	4
Manejo Bosque Nativo	BO	- Manejo Bosque y cuenca asociada	2	1	3
Total			20	93	113

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 4-3
CÓDIGO PROYECTOS EN LA CUENCA DEL MAULE**

CÓDIGO PROYECTO	TIPO	Origen	NOMBRE
Sub-sector Riego			
RI-01	E	B	Elevación Mecánica Caliboro
RI-02	E	B	Sistema de Riego Embalse Carretones
RI-03	E	B	Embalse Río Claro
RI-04	E	B	Sistema de Riego Embalse Perquillauquén
RI-05	E	B	Actualización Estudio Diseño de Obras de Riego Sistema Canal Maule Norte
RI-06	E	B	Construcción de Embalse para Mejoramiento y Ampliación Áreas de Riego Sistema Río Longaví
RI-07	E	B	Pequeños Proyectos de la Provincia de Cauquenes
RI-08	E	N	Embalse Ancoa
RI-09	E	N	Mejoramiento Readecuación del Riego Sector Maule Sur
RI-10	E	N	Construcción Embalse San Juan – Quirihue
RI-11	E	N	Construcción Mejoramiento Sistema de Riego Embalse Tutuvén
RI-12	E	N	Construcción Sistema de Riego Loncomilla
RI-13	E	N	Construcción Sistema de Riego Purapel. VII – Región
RI-14	E	N	Conservación-Mantenimiento Obras de Riego Fiscales, Región del Maule 2007
RI-15	E	N	Construcción Sistema de Riego Embalse Junquillar
RI-16	E	N	Embalse Multipropósito Guaiquivilo
Sub-sector Agua Potable			
AP-01	E	N	Mejoramiento Servicio APR Quella
AP-02	E	N	Ampliación y Mejoramiento Servicio APR Coronel del Maule
AP-03	E	N	Mejoramiento Servicio APR Sauzal
AP-04	E	N	Construcción Servicio APR Los Colihues – Los Rabones
AP-05	E	N	Construcción Sistema de APR Localidad de Vega de Salas
AP-06	E	N	Construcción Servicio APR La Posada
AP-07	E	N	Ampliación APR San Antonio Hacia Sector Pichirrincon
AP-08	E	N	Ampliación y Mejoramiento Servicio APR Los Batros Hacia El Refugio
AP-09	E	N	Ampliación Agua Potable y Alcantarillado Loteo Nueva Esperanza
AP-10	E	N	Ampliación Servicio APR San Alejo a Machicura Norte
AP-11	E	N	Mejoramiento y Ampliación Sistema APR Copihue
AP-12	E	N	Construcción Servicio APR Vaqueria
AP-13	E	N	Instalación Servicio APR La Gotera, San Javier
AP-14	E	N	Mejoramiento y Ampliación Sistema APR Semillero
AP-15	E	N	Construcción Servicio APR. Santa Rosa de Lavadero
AP-16	E	N	Mejoramiento Red Población Pedro Nolzco en Sistema APR. Quiñipeumo
AP-17	E	N	Construcción Servicio APR El Estero
AP-18	E	N	Instalación Servicio APR Palmas de Toconey
AP-19	E	N	Construcción Servicio APR. Localidad de Paso Ancho
AP-20	E	N	Construcción Servicio APR. Carretones – Bocatoma
AP-21	E	N	Ampliación y Mejoramiento Integral Servicio APR. San Diego – Bella Unión
AP-22	E	N	Construcción Servicio APR. La Isla – Picazo Bajo

CUADRO 4-3
CÓDIGO PROYECTOS EN LA CUENCA DEL MAULE
(Continuación)

CÓDIGO PROYECTO	TIPO	Origen	NOMBRE
AP-23	E	N	Construcción Servicio APR. San Valeriano
AP-24	E	N	Construcción Servicio APR. La Placeta
AP-25	E	N	Construcción Servicio APR. Las Garzas – La Suiza
AP-26	E	N	Construcción Servicio APR Carrizal
AP-27	E	N	Ampliación y Mejoramiento Servicio APR San Dionisio
AP-28	E	N	Ampliación y Mejoramiento Servicio APR Maitencillo
AP-29	E	N	Ampliación Servicio APR Peñuelas
AP-30	E	N	Ampliación Red de Agua Potable La Caña Sector El Cascajo
AP-31	E	N	Ampliación y Mejoramiento Servicio APR Camarico
AP-32	E	N	Construcción Servicio APR Queseria
AP-33	E	N	Ampliación Servicio APR Vara Gruesa
AP-34	E	N	Ampliación Servicio APR El Carmen
AP-35	E	N	Estudio Hidrogeológico e Hidrológico. Localidad de Corel
AP-36	E	N	Estudio Hidrogeológico e Hidrológico. Localidad de Palhua
Sub-sector Empresas Sanitarias			
ES-01	E	N	Plan de Desarrollo ANSM S.A.
ES-02	E	N	Plan de Desarrollo Cooperativa de Servicio de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento Ambiental de Maule Ltda.
Sub-sector Energía			
EN-01	E	B	Central Hidroeléctrica Melado Bajo
EN-02	E	B	Embalse Guaiquivilo
EN-03	E	B	Central Hidroeléctrica Melado Alto
EN-04	E	B	Central Hidroeléctrica Travesía
EN-05	E	B	Central Hidroeléctrica Los Cóndores
EN-06	E	N	Central Hidroeléctrica San Clemente
EN-07	E	N	Central Hidroeléctrica Lircay
EN-08	E	N	Minicentral Hidroeléctrica Ojos de Agua
EN-09	E	N	Minicentral Sin Nombre ANMS S.A.
EN-10	NE	N	Estimación del Potencial Hidroeléctrico Asociado a Obras de Riego Existentes o en Proyecto
Sub-sector Alcantarillado: Aguas Servidas			
AS-01	E	N	Ampliación Agua Potable y Alcantarillado Loteo Nueva Esperanza
AS-02	E	N	Construcción Sistema Alcantarillado de Aguas Servidas Botalcura
AS-03	E	N	Construcción Red Alcantarillado y Planta Elevadora Pasaje Huerta Cauquenes
Sub-sector Alcantarillado: Aguas Lluvias			
AL-01	NE	B	Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvia de Talca
AL-02	NE	N	Diagnostico Plan Maestro Evacuación y Drenaje Aguas Lluvias Constitución
AL-03	E	N	Construcción Colector Aguas Lluvias Sector Las Ameritas Talca
AL-04	E	N	Construcción Evacuadores de Aguas Lluvias Sistema Yungay Centro
AL-05	E	N	Construcción Colector Sistema Cuellar Urbanizado Linares

CUADRO 4-3
CÓDIGO PROYECTOS EN LA CUENCA DEL MAULE
(Continuación)

CÓDIGO PROYECTO	TIPO	Origen	NOMBRE
AL-06	E	N	Construcción Evacuadores de Aguas Lluvias Sistema Río Claro – Talca
AL-07	E	N	Construcción Evacuadores de Aguas Lluvias Sistema Estero Piduco
AL-08	E	N	Construcción Colector Aguas Lluvias 30 Oriente - Talca
AL-09	E	N	Construcción Alcantarillado Colector Aguas Lluvias 12 Norte – Talca
AL-10	E	N	Construcción Canaletas Diversas Calles Estación 2º Etapa V. Alegre. Ejecución
AL-11	E	N	Conservación Sistema de Alcantarillado de Aguas Lluvias VII Región
Sub-sector Industrial y Minero			
IN-01	E	N	Planta separadora de sólidos y disposición de riles para riego
IN-02	E	N	Piscicultura El Colorado
Sub-sector Desarrollo Urbano			
DU-01	NE	N	Plan Regulador Comunal de Cauquenes
DU-02	NE	N	Plan Regulador Comunal de Longaví
DU-03	NE	N	Plan Regulador Comunal de Retiro
DU-04	NE	N	Plan Regulador Comunal de Linares
DU-05	NE	N	Plan Regulador Comunal Villa Alegre
DU-06	NE	N	Plan Regulador Comunal San Clemente
DU-07	NE	N	Plan Regulador Comunal de Parral
DU-08	NE	N	Plan Regulador comunal de Pencahue
DU-09	NE	N	Plan Regulador comunal de Talca
DU-10	NE	N	Plan Regulador comunal de Constitución
DU-11	NE	N	Plan Regional de Desarrollo Urbano
Sub-sector Recursos Hídricos			
RH-01	NE	N	Diseño de un Sistema de Gestión Integral Para la Calidad de Aguas en la Cuenca del Río Maule Plan Piloto: Sector Maule Norte
RH-02	NE	N	Plan Gestor Río Achibueno
Sub-sector Defensas Fluviales			
DF-01	E	N	Conservación de Riberas en Cauces Naturales, VII Región
DF-02	E	N	Conservación Obras Portuarias Menores 2007, Región del Mau
DF-03	E	N	Conservación Defensas Fluviales Río Maule, Sector Orilla de Maule
DF-04	E	N	Conservación Defensas Fluviales Río Achibueno, Sector Peñasco
DF-05	E	N	Conservación Defensas Fluviales Río Maule, Sector Piloto Pardo
DF-06	E	N	Construcción Revestimiento Sector Rauquén Puente FF.CC.,
DF-07	E	N	Construcción Revestimiento Y Espigón, Sector González Bastias
DF-08	E	N	Reposición Embarcadero El Pasaje, Constitución
DF-09	E	N	Catastro Aereofotogrametría SIG de los Ríos Perquillauquén y Otros

CUADRO 4-3
CÓDIGO PROYECTOS EN LA CUENCA DEL MAULE
(Continuación)

CÓDIGO PROYECTO	TIPO	Origen	NOMBRE
DF-10	E	N	Construcción Defensas Fluviales Río Maule Km. 100,30 Al Km. 90,00
Sub-sector Medioambiental			
MA-01	NE	B	Análisis Vulnerabilidad Territorial Frente al Impacto Ambiental
MA-02	NE	B	Recuperación y Uso Sustentable Humedales Región del Maule
MA-03	NE	N	Levantamiento Información Biodiversidad Sitios Prioritarios
Sub-sector Turismo			
TU-01	NE	N	Actualización Plan Maestro Desarrollo Turístico Región del Maule
TU-02	NE	N	Capacitación y Difusión Turística en la Precordillera del Maule
TU-03	NE	N	Difusión de los Pueblos Típicos de la Región del Maule
Sub-sector Bosque Nativo			
BO-01	NE	B	Formulación de Manejo de Bosque Nativo
BO-02	NE	B	Sustitución del Fuego Como Herramienta Silvoagropecuaria
BO-03	NE	N	Fomento a la Protección Integral de los RR Forestales
TIPO	E	Proyecto Estructural	
	NE	Proyecto No-Estructural	
ORIGEN	B	Proyecto Incluido en el estudio de la Ref. 1	
	N	Proyecto Nuevo o Modificado	

Fuente: Elaboración Propia

5. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS PRIORITARIOS Y PERTINENCIA DE INICIATIVAS MOP Y OTRAS INSTITUCIONES PÚBLICAS

5.1 GENERALIDADES

El objetivo de este capítulo es definir los objetivos prioritarios para el diseño del plan director, y la injerencia del MOP y de otras instituciones públicas en éste, dependiendo de las funciones establecidas en la institucionalidad orgánica. Entre otros insumos para este análisis se tienen los términos de referencia del estudio y los resultados del proceso de participación ciudadana.

El camino recorrido para la construcción de los objetivos prioritarios comprendió los resultados del Taller Participativo #1. En el taller, realizado en las ciudades de Linares y Talca, se tuvieron como resultado los principales problemas percibidos por los participantes presentes en la cuenca – según ámbito – y las soluciones para éstos. Aquellos problemas que se han identificado como relevantes se presentan en el Cuadro 5.1-1.

**CUADRO 5.1-1
RESUMEN DE PROBLEMAS DETECTADOS POR ÁMBITO
TALLERES DE PARTICIPACIÓN#1: TALCA Y LINARES**

Ámbito	Problemas
Recurso Hídrico	Falta de infraestructura de acumulación (deficiente regulación)
	Falta infraestructura para mejoramiento de la eficiencia
	Deficiente legislación
	Falta de coordinación efectiva para regular la competencia
	Falta de preparación para adaptarse a los efectos del cambio climático
	Desconocimiento de estudios para caudal ecológico
Medioambiental	Falta de cultura y educación medioambiental
	Débil institucionalidad y falta de fiscalización
	Contaminación antrópica
	Mal manejo de residuos
Infraestructura	Falta de mantenimiento y modernización
	Déficit en obras de regulación, medición, y distribución
	Deficiencia en la gestión
Legal y Gestión	Falta de modernización institucionalidad
	Debilidad del Código de Aguas
	Deficiente gestión de los derechos de aprovechamiento de aguas
	Falta de coordinación
	Tribunales ineficientes

Fuente: Elaboración Propia

A partir de estos problemas y de la información recabada mediante la metodología desarrollada para el cumplimiento de los términos de referencia se procedió a la definición de los objetivos prioritarios.

5.2 OBJETIVOS GENERALES

Tal como se indicó anteriormente, los objetivos generales representan los lineamientos más amplios para definir el Plan Director. Del trabajo realizado se definieron los siguientes 7 objetivos generales:

- OG-01** Constituirse como un instrumento que permita mejorar la gestión y administración de los recursos hídricos de la cuenca
- OG-02** Propender la utilización sustentable del recurso, incluyendo la mejora en la eficiencia en el uso del recurso y el fomento a los usos no consuntivos
- OG-03** Potenciar las condiciones necesarias para reducir el nivel de contaminación hídrica
- OG-04** Facilitar la generación de acuerdos público-privados para el desarrollo de proyectos de inversión en la cuenca, sustentables económica, social y ambientalmente
- OG-05** Promover la incorporación de la visión de gestión integrada del recurso hídrico y de cuenca
- OG-06** Sentar las bases para el desarrollo de una instancia permanente de concertación entre los diferentes actores involucrados en la gestión del agua en la cuenca
- OG-07** Mejorar la productividad y rentabilidad de los pequeños agricultores en lo que respecta al uso de los recursos hídricos

5.3 OBJETIVOS PRIORITARIOS POR ÁREA TEMÁTICA JERARQUIZADOS

En este acápite se presentan los resultados del Taller de Participación Ciudadana #2. En este taller se jerarquizaron los objetivos prioritarios presentados, los que previamente fueron analizados por los participantes, y en algunos casos fueron modificados para hacerlos más pertinentes. En el Cuadro 5.3-1 se presenta un resumen de los objetivos prioritarios, el que muestra que un 43% de ellos proviene de las actividades de participación ciudadana. El significado de las siglas utilizadas en los siguientes cuadros es:

- P1 = objetivos propuestos o modificados como resultado del Taller 1 de participación ciudadana;
- P2 = objetivos propuestos o modificados como resultado del Taller 2 de participación ciudadana;
- O = objetivo original, sin modificaciones;
- M = objetivo original modificado o complementado para aumentar su pertinencia;
- C = objetivo nuevo propuesto por el Consultor

**CUADRO 5.3-1
RESUMEN OBJETIVOS PRIORITARIOS JERARQUIZADOS
FORMULACIÓN PLAN DIRECTOR CUENCA RÍO MAULE**

ÁMBITO	PROCEDENCIA OBJETIVO					TOTAL
	O	M	C	P1	P2	
Cantidad Recursos (C)	1	0	0	2	3	6
Calidad del Agua y Medio Ambiente (M)	0	3	2	0	5	10
Infraestructura (I)	2	2	2	0	2	8
Legal y Gestión (LG)	4	5	10	3	8	30
TOTAL	7	10	14	5	18	54

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presentan los objetivos prioritarios ordenados de acuerdo a los resultados del trabajo de Participación Ciudadana #2. A cada objetivo se le asignó un número según la preferencia obtenida en el Taller, de manera que el trabajo posterior de definición de pertinencia MOP o de otras entidades públicas pueda efectuarse en una forma simple. Los resultados también incluyen el puntaje obtenido.

En el ámbito Cantidad de los Recursos Hídricos se identificaron 6 objetivos prioritarios, de los cuales 1 es original, 2 provienen del primer taller de Participación Ciudadana y 3 provienen del Taller #2. Los objetivos prioritarios se presentan para su análisis en el Cuadro 5.3-2.

**CUADRO 5.3-2
OBJETIVOS PRIORITARIOS CUENCA RÍO MAULE
ÁMBITO: CANTIDAD RECURSO AGUA**

#	Tipo	Objetivo	Puntaje
C01	P2	Optimizar y coordinar la regulación entre usos consuntivos y no consuntivos	100,0
C02	P2	Informar, difundir, incentivar y estimular el mercado del agua	100,0
C03	P2	Evaluar la pertinencia y ubicación de las redes de monitoreo de los recursos hídricos (fluviométricas y pluviométricas)	80,0
C04	P1	Propender e incentivar un uso eficiente de los recursos hídricos, mediante la disminución de pérdidas en el sistema de captación, conducción, distribución y aplicación	40,0
C05	O	Evaluar técnicamente la posibilidad de mejorar u optimizar la aplicación de la Resolución 105 de la DGA (que regula la entrega de agua a los regantes en función de la hidrología del río)	40,0
C06	P1	Evaluar la oferta de agua sujeta a la restricción de caudales ecológicos	0,0

Fuente: Elaboración Propia

Los objetivos prioritarios en el ámbito Calidad de los Recursos Hídricos y Medioambiente se presentan para su análisis en el Cuadro 5.3-3. En este ámbito se identificaron 10 objetivos prioritarios, de los 3 fueron modificados, 2 fueron propuestos por el consultor, y 5 son el resultado de segundo taller de participación ciudadana.

**CUADRO 5.3-3
OBJETIVOS PRIORITARIOS CUENCA RÍO MAULE
ÁMBITO: CALIDAD RECURSO AGUA Y AMBIENTAL**

#	Tipo	Objetivo	Puntaje
M01	P2	Identificar, evaluar y controlar las fuentes de contaminación (ej.: Contaminación de canales por RSD (Residuos Sólidos Domiciliarios), control de algas en canales, pesticidas, etc.)	100,0
M02	P2	Mejorar y ampliar la representatividad y pertinencia de las redes de monitoreo de calidad de aguas, tanto a nivel superficial como subterráneo	50,5
M03	P2	Desarrollar una metodología para ubicar zonas ambientalmente aptas para el emplazamiento de proyectos hidroeléctricos	45,5
M04	P2	Normar la disposición de los envases de pesticidas	25,0
M05	P2	Identificar, evaluar y proponer medidas de control de: erosión y contaminación en sus distintas formas, y fenómenos de remoción en masa	23,7
M06	M	Identificar y proteger los humedales y otras áreas naturales, presentes en la región	23,7
M07	M	Evaluar sustentablemente el aprovechamiento paisajístico-turístico-recreacional de los ríos	19,2
M08	M	Evaluar los caudales ecológicos ambientales en la Cuenca, mediante el estudio de una metodología conocida y validada en conjunto con los actores involucrados	18,2
M09	C	Evaluar la necesidad de nuevos parámetros de medición en lo que respecta a aspectos biológicos y químicos	10,1
M10	C	Evaluar el cambio climático en lo que respecta a sus efectos en variables agroclimáticas y ecológicas	0,0

Fuente: Elaboración Propia

En el ámbito Infraestructura se identificaron 8 objetivos prioritarios, de los cuales 2 son originales, 2 fueron modificados, 2 fueron propuestos por este Consultor, y 2 se relacionan con el segundo proceso de participación ciudadana, y los restantes fueron propuestos por este Consultor. Los objetivos prioritarios se presentan para su análisis en el Cuadro 5.3-4.

CUADRO 5.3-4
OBJETIVOS PRIORITARIOS CUENCA RÍO MAULE
ÁMBITO: INFRAESTRUCTURA

#	Tipo	Objetivo	Puntaje
I01	P2	Evaluar el aumento de obras para una correcta medición de la precipitación, escorrentía superficial y subterránea	100,0
I02	P2	Desarrollar la regulación de los cauces naturales mediante la construcción de embalses, de modo de mejorar la disponibilidad en la época de estiaje	83,3
I03	M	Evaluar la necesidad de mejorar la infraestructura de riego, mediante el diseño de nuevas obras de captación y distribución de aguas, rediseño de obras existentes, y la migración de superficie agrícola desde riego tradicional a riego tecnificado (Ej.: PROM)	83,3
I04	O	Dotar de servicios de agua potable y recolección de aguas servidas con disposición final, a las localidades rurales	58,3
I05	O	Mejorar la conducción y evacuación de aguas lluvias	50,0
I06	C	Evaluar la viabilidad de sitios para la instalación de infraestructura hidroeléctrica, tanto en sitios nuevos como en infraestructura existente (canales de riego)	41,7
I07	C	Evaluar el diseño e instalación, para realizar obras de protección de aluviones y control de crecidas	33,3

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, en el ámbito Legal y Gestión se identificaron 30 objetivos prioritarios, de los cuales 4 son originales, 4 fueron modificados, 9 fueron propuestos por el consultor, 3 se relacionan con el primer proceso de participación ciudadana, y los restantes fueron propuestos en el segundo proceso de participación ciudadana. Los objetivos prioritarios se presentan para su análisis en el Cuadro 5.3-5.

CUADRO 5.3-5
OBJETIVOS PRIORITARIOS CUENCA RÍO MAULE
ÁMBITO: LEGAL Y GESTIÓN

#	Tipo	Objetivo	Puntaje
LG01	P2	Proponer mecanismos para incentivar la investigación y el desarrollo en la gestión de los recursos hídricos, tanto desde el punto de vista de la cantidad como de la calidad, y origen (distinguiendo entre agua superficial y subterránea)	100,0
LG02	M	Mejorar coordinación entre instituciones públicas y privadas, tanto a nivel central como local (por ejemplo, control de contaminación por centros poblados, modificaciones de trazados de canales, autorizaciones de extracción de áridos, educación ambiental, autorización de evacuación de aguas lluvias, entre otros)	85,7
LG03	P2	Incorporar nuevos criterios para la evaluación económica de la infraestructura de riego (Ej. Justificación ecológica, horizonte, análisis beneficio / costo turismo, análisis beneficio / costo ambiental, etc.)	80,0
LG04	C	Elaborar planes de contingencia en caso de sequía que disminuyan efectos en la repartición adecuada para los diferentes sectores de uso	80,0
LG05	P2	Evaluar modificaciones a la legislación para garantizar la viabilidad del caudal ecológico bajo condiciones de agotamiento legal del recurso	80,0
LG06	C	Facilitar y promover la transferencia de información existente perteneciente a instituciones públicas y organizaciones de usuarios, favoreciendo el manejo de los sistemas de soporte de decisión (ej: SIG y estudios)	73,6
LG07	O	Incorporar las empresas hidroeléctricas a la Junta de Vigilancia del Río Maule, y definir su participación en estas organizaciones en la toma de decisiones	71,4
LG08	C	Coordinar y promover el desarrollo de pequeños proyectos de generación hidroeléctrica, con énfasis en la participación de organizaciones de usuarios de aguas	71,4
LG09	M	Fortalecer las organizaciones de usuarios de aguas, mediante el co-financiamiento de programas de apoyo	71,4
LG10	P2	Incentivar el turismo sustentable	57,1
LG11	M	Mejorar la gestión de las instituciones de modo que puedan cumplir sus funciones a cabalidad (Ej. Restricción presupuestaria, integración de profesionales formados con nuevos currículos universitarios no reconocidos en la actualidad)	42,2
LG12	P2	Involucrar y capacitar a actores relevantes para la fiscalización, prevención y mitigación de la contaminación hídrica	41,5
LG13	C	Promover, desarrollar habilidades y capacitar a las organizaciones de usuarios de aguas en sistemas de actualización de los registros de usuarios	39,3
LG14	P2	Confeccionar la norma secundaria de calidad ambiental para aguas continentales superficiales, con la participación de las organizaciones de usuarios de agua y otros actores	34,6

CUADRO 5.3-5
OBJETIVOS PRIORITARIOS CUENCA RÍO MAULE
ÁMBITO: LEGAL Y GESTIÓN
(Continuación)

#	Tipo	Objetivo	Puntaje
LG15	C	Mejorar y transparentar la participación ciudadana de las organizaciones de usuarios de aguas, tanto en los proyectos sometidos al SEIA, como en otras instancias de participación	34,3
LG16	P2	Relevar la temática medioambiental y de cuencas a la educación formal y no formal (colegios, regantes, consumidores, etc.)	29,3
LG17	C	Aumentar el conocimiento de los usuarios de aguas sobre las modificaciones del código de aguas, y los nuevos requisitos sobre el perfeccionamiento de los derechos de aprovechamiento	29,3
LG18	P1	Complementar el currículum escolar a nivel local para que se incluyan contenidos básicos en relación al cuidado del agua (Ej. Conocer el ciclo del agua en la cuenca, incluir a empresas privadas para promover salidas de reconocimiento del entorno ambiental)	27,2
LG19	P1	Promover la participación de las organizaciones de usuarios de aguas en los cambios futuros de la ley de Fomento al Riego y Drenaje, y evaluar la viabilidad de extender su periodo de vigencia	25,0
LG20	P1	Promover cambios a la legislación vigente para reducir deficiencias técnicas, y en la aplicación de la normativa. (Ej. Nuevos parámetros que deben ser medidos, estándares de medición, elaboración de un reglamento para la correcta aplicación del Código de Aguas)	25,0
LG21	C	Disminuir y/o controlar los daños producidos por eventos hidrometeorológicos extremos, mediante sistemas de alerta temprana administrados por agencias públicas y las organizaciones de usuarios, que consideren distintos escenarios de evaluación	22,2
LG22	C	Evaluar la capacidad de las organizaciones de usuarios de incorporarse a la administración de la Laguna del Maule	22,2
LG23	M	Optimizar el uso y acceso a la información sobre la disponibilidad de los recursos hídricos subterráneos y superficiales, mediante sistemas de monitoreo permanente y modelos de simulación	20,0
LG24	C	Difundir, proponer y promover instrumentos de incentivo (subsídios, fomento) y desincentivo (tarifas, restricciones), tanto públicos como privados, para proyectos vinculados con el uso de los recursos hídricos	16,6
LG25	O	Activar el mecanismo para definir el remate de aguas en río Maule en el sector aguas abajo de Muro Colbún, definiendo su futuro uso	15,0
LG26	O	Mejorar la disponibilidad legal de los recursos hídricos, en relación con los derechos de aprovechamiento, según los procedimientos de regularización descritos en el código de aguas vigente	14,3
LG27	M	Evaluar legalmente la posibilidad de mejorar u optimizar la aplicación de la Resolución 105 de la DGA (que regula la entrega de agua a los regantes en función de la hidrología del río)	12,2
LG28	O	Conocer el impacto del cobro de patentes por no uso de derechos de agua (Ej. Reserva técnica de las sanitarias)	10,0
LG29	C	Favorecer el reconocimiento de los sistemas de riego por parte de las organizaciones de usuarios	7,2

Fuente: Elaboración Propia

6. MODELO MAGIC-MAULE

6.1 INTRODUCCIÓN

Los modelos matemáticos son una herramienta muy usada para representar el funcionamiento de un sistema hidrológico. En esta categoría está el modelo MAGIC (acrónimo de **M**odelación **A**nalítica, **G**enérica e **I**ntegrada de **C**uencas) desarrollado por la DGA, el que ha estado en desarrollo desde el año 2000, para ser usado en diferentes cuencas de Chile, entre ellas el río Maule.

En el año 2004 la DGA, a través de la empresa Rodhos Asesoría y Proyectos Ltda. (Ref. 10), realizó una actualización e implementación de algunas de las tablas requeridas por el modelo MAGIC-Maule. Finalmente, en el año 2006, la CNR a través de la empresa GCF Ingenieros Consultores (Ref. 11), se complementó una interfaz gráfica que liga el sistema SIG como plataforma para la implementación y ejecución del modelo MAGIC pero enfocado a la implementación y calibración preliminar en la cuenca del río Maule.

Es así como se obtiene, a través de este último estudio, un modelo de referencia, visado por la DGA y que será considerado un elemento de base para la modelación y actualización en este estudio. Es importante hacer notar que la modelación en ejecución es un instrumento de gestión para la evaluación de los proyectos del Plan Director, mejorándola en términos temporales y topológicos, para extender hasta el año 2006 -de una manera representativa- cada uno de los períodos que involucran los diferentes elementos considerados en la modelación.

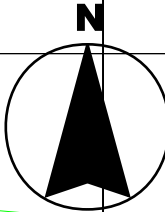
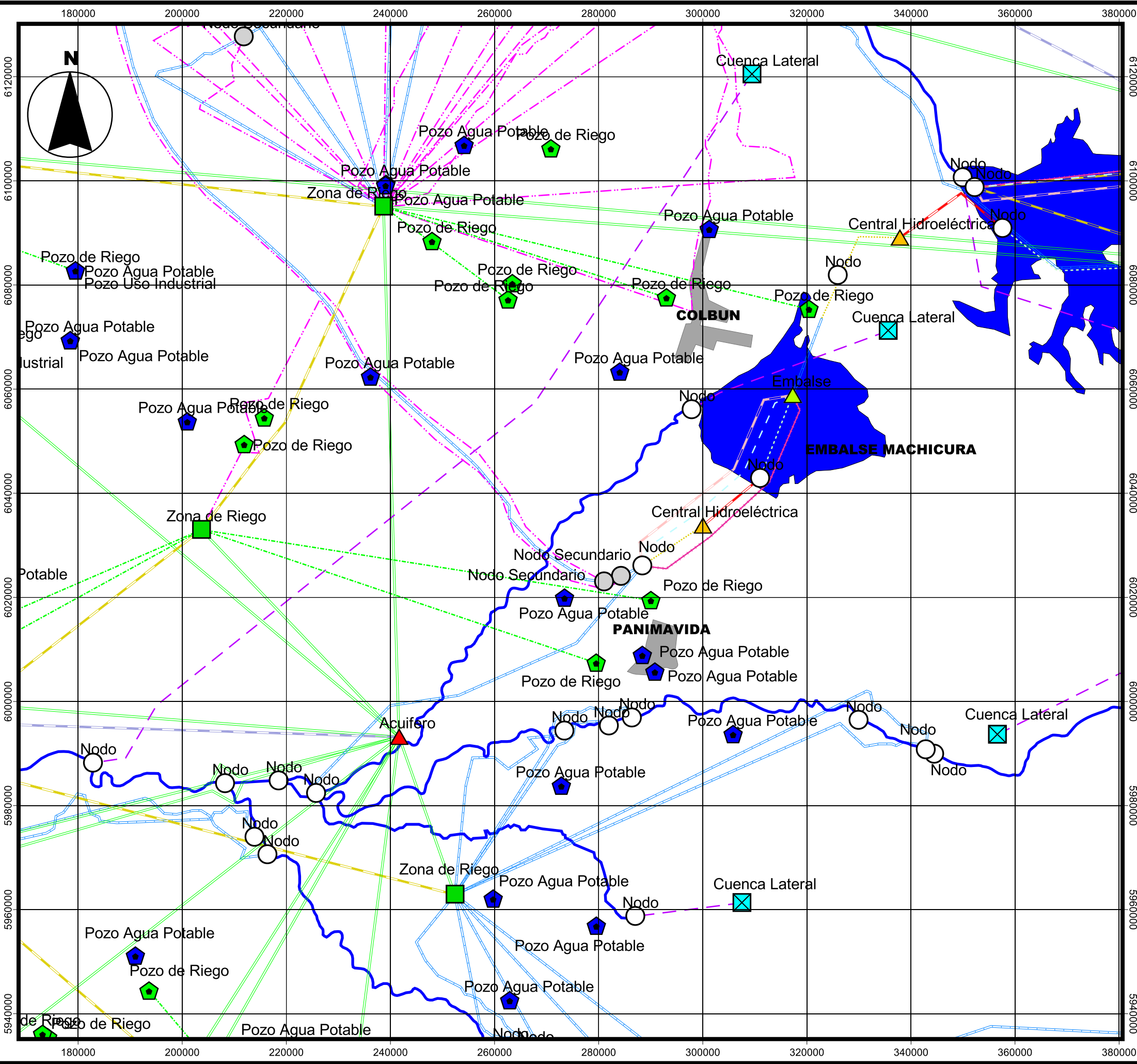
En términos generales, para realizar la simulación del balance hídrico en la cuenca, MAGIC utiliza 14 objetos, cuyos atributos los definen parámetros que permiten caracterizarlos, los cuales se ingresan en una base de datos MS ACCESSTM que contiene la topología de la red de simulación y una o más tablas para cada objeto que contienen los datos de entrada del modelo, alcanzando un número total de 56 tablas (en la versión 2.0 del MAGIC). Los diferentes objetos que definen el modelo MAGIC se presentan en el Cuadro 6.1-1, junto con el número de tablas que tienen asociados.

En general, cualquier sistema hidrográfico es representable usando MAGIC. Como ejemplo se muestra en la Figura 6.1-1 una vista parcial de la cuenca del río Maule en la que se muestran algunos de los distintos objetos usados para representar la cuenca. En este ejemplo se observan nodos, sectores de riego, retornos desde los sectores de riego, y otros elementos. Es importante indicar, que MAGIC permite construir una red topológica lo más cercana a la realidad, considerando la complejidad de las interconexiones entre cada uno de los elementos.

**CUADRO 6.1-1
OBJETOS MODELO MAGIC**

Nº	Código	Objeto	Nº de Tablas
1	AC	Acuífero	4
2	AN	Aporte Natural	1
3	CA	Canal (matriz, tramos de canal, canales derivados)	3
4	CL	Cuenca Lateral	1
5	CP	Captación Puntual	3
6	CH	Central Hidroeléctrica	2
7	DP	Descarga Puntual	2
8	EM	Embalse	10
9	NO	Nodo (principal y secundario)	6
10	PO	Pozos	3
11	QE	Caudal Ecológico	1
12	TR	Río y Tramos de Río	3
13	ZR	Zonas de Riego	12
14	SU	Sectores Urbanos	5
Total			56

Fuente: Manual de Referencia Técnica MAGIC–DGA, 2005 (MAGIC 1)



SIMBOLOGÍA

- | | | | |
|---|--|--|--|
| <p>Objetos MGC</p> <ul style="list-style-type: none"> Acuífero AP Aporte Natu Captacion P Central Hid Cuenca Late Descarga Pu Embalse Industrial Nodo Nodo Secund Otros usos Riego Sector Urba Zona de Rie | | <p>Conectores MGC</p> <ul style="list-style-type: none"> Aduccion C. Hidroelectrica Aduccion Pozos Afloramiento de Acuífero Aporte Natural Canal Derivado Captación Puntual Caudal Subterráneo de Sali Cuenca Lateral Descarga Puntual Entrega Embalse Filtración Embalse Generación de E. Electrica Percolacion Z. Riego Rebase Embalse Retorno C. Hidroelectrica Retorno Cap. Puntual Retorno Zona de Riego Tramo de Canal Tramo de Rio | |
|---|--|--|--|

Datos Cartográficos
Proyección Universal Transversal Mercator
Huso 19
Zona Sur

Datos Geodésicos
Elipsoide Internacional 1909
Provisional South American Datum 1956

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

CONSULTORES: LUIS ARRAU DEL CANTO CONSULTORES EN INGENIERÍA HIDRÁULICA Y DE RIEGO	PROYECTO: PLAN DIRECTOR PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS CUENCA DEL RÍO MAULE	PLANO: EJEMPLO RED DE MODELACIÓN
DIRECTOR GENERAL DE AGUAS SR. RODRIGO WEISNER	JEFE DE DEPARTAMENTO SR. PEDRO RIVERA	INSPECTOR FISCAL SR. ANDRÉS ARRIAGADA
ESCALA 1:750000 	FIGURA: 6.1-1	FECHA: MAYO DE 2008

6.2 CALIBRACIÓN/VERIFICACIÓN MODELO MAGIC-MAULE

La última componente del desarrollo del modelo MAGIC-MAULE es la calibración del modelo. Este análisis se presenta separado en 4 partes:

- Proceso de Calibración/Validación
- Parámetros de Calibración
- Resultados del Proceso de Calibración/Validación
- Conclusiones del Proceso de Calibración/Validación

6.2.1 PROCESO DE CALIBRACIÓN/VERIFICACIÓN

Posterior al llenado de tablas del modelo y verificación de la topología correspondiente a cada uno de los elementos que intervienen en la estructura del modelo, se realizó un proceso de calibración, por medio de un ajuste de diversos parámetros que se encuentran incorporados en las tablas del MAGIC y que representan algún efecto físico de la interrelación de los elementos que forman la topología del Modelo. Este proceso comprende una secuencia de cambios conforme a la lógica de “prueba y error”, es decir, se modifica uno o más parámetros, se verifican los resultados, y si el cambio es negativo se retorna al valor original. Por el contrario, si se mejora el ajuste entre los resultados de la modelación y los datos observados, se continúa con el proceso.

El ajuste entre los valores simulados y medidos se caracteriza con el cálculo de 10 indicadores de ajuste:

RM: Razón de Masas

$$RM = \frac{\sum_i \tilde{Q}_i}{\sum_i Q_i}$$

RV: Razón de Varianzas

$$RV = \frac{\sum_i (\tilde{Q}_i - \bar{\tilde{Q}})^2}{\sum_i (Q_i - \bar{Q})^2}$$

NS: Coeficiente de Eficiencia de Nash-Suttcliffe

$$NS = 1 - \frac{\sum_i (Q_i - \tilde{Q}_i)^2}{\sum_i (Q_i - \bar{Q})^2}$$

FB_NS: Eficiencia en Flujos Bajos

$$FB_NS = 1 - \frac{\sum_i (\ln(Q_i) - \ln(\tilde{Q}_i))^2}{\sum_i (\ln(Q_i) - \ln(\bar{Q}))^2}$$

FA_NS: Eficiencia en Flujos Altos

$$FA_NS = 1 - \frac{\sum_i (Q_i + \bar{Q})(Q_i - \tilde{Q}_i)^2}{\sum_i (Q_i + \bar{Q})(Q_i - \bar{Q})^2}$$

RMS: Raíz del Valor Error Cuadrático Medio (m³/s)

$$RMS = \sqrt{\frac{\sum_i (Q_i - Q_o)^2}{N}}$$

RMS Normalizado: RMS dividido por la diferencia entre flujo máximo y mínimo

$$RMS \text{ NORMALIZADO} = \frac{RMS}{Q_{\text{máx}} - Q_{\text{mín}}}$$

MAE: Valor medio del Error Absoluto (m³/s)

$$MAE = \frac{\sum_i |Q_i - Q_o|}{N}$$

MAE Normalizado: MAE dividido por la diferencia entre flujo máximo y mínimo

$$MAE \text{ NORMALIZADO} = \frac{MAE}{Q_{\text{máx}} - Q_{\text{mín}}}$$

RMS/MAE: Razón entre los errores cuadrático y absoluto

Para el análisis posterior es necesario entender el comportamiento de los índices y su significado. En primer lugar los primeros 5 indicadores son autosuficientes, es decir, su valor es suficiente para saber cómo es el ajuste entre modelo y datos observados.

Para los 2 primeros indicadores, si el valor es cercano a “1” se está frente a un buen ajuste. Al mismo tiempo un mal ajuste es un valor cercano a “0”. Por otra parte, los indicadores de eficiencia pueden variar entre -∞ y 1. en que “1” significa que se tiene un buen ajuste. Un valor cercano a “0” representa una situación con un 50% de ajuste, y un mal ajuste queda representado por un valor negativo, mientras más negativo más deficiente es el ajuste.

Por otra parte, para tener un significado de los restantes indicadores (6 al 10), se debe comparar el valor entre ellos de manera de saber cuál es el menor, y por ende, cuál es el mejor.

6.2.2 PARÁMETROS DE CALIBRACIÓN

La calibración del modelo tuvo sus mayores dificultades en la representación del comportamiento de embalses y de las centrales hidroeléctricas asociadas y en ello se enfocaron los mayores esfuerzos. Debido a los grandes caudales demandados a los embalses con fines de generación hidroeléctrica, una mala representación ocasionaba en los flujos observados efectos de gran magnitud. Principalmente se trabajó en mejorar la representación topológica de centrales hidroeléctricas y en el cálculo de aportes pluviales y nivales generados por los modelos de generación usados.

Una vez alcanzada la mejor representación posible de los embalses y centrales, se trabajó en afinar algunos parámetros, los cuales se mencionan a continuación:

- **Zv:** Este parámetro se encuentra en la tabla AC_QZV y corresponde a la fracción del afloramiento superficial total desde acuíferos que va a dar a algún nodo del sistema de escurrimiento superficial. Este parámetro resultó de gran importancia debido a que los acuíferos se encuentran llenos la mayor parte del tiempo y prácticamente todas las percolaciones desde canales y sectores de riego retornan al sistema superficial. Fueron estimados en función de las áreas de acuífero aportantes hacia algún sector de la cuenca en el que, debido a estrechamientos del valle, deberían ocurrir los afloramientos. Debido a las grandes dimensiones de algunos de los acuíferos definidos, resultó difícil lograr una representación de los afloramientos cuando estos ocurrían en distintos sectores del mismo acuífero. Los porcentajes del afloramiento total asignados a los distintos nodos fueron afinados de modo de mejorar el ajuste a los caudales y volúmenes observados.
- **Porcentaje de derechos permanentes:** Este parámetro se encuentra en la tabla NO_DIST. Corresponde al porcentaje del caudal afluente a un nodo que será captado por un objeto. En particular, se calibró los porcentajes asociados a las captaciones de las centrales hidroeléctricas de modo que pudieran captar su caudal demandado la mayor parte del tiempo sin afectar otras demandas que pudieran haber en el mismo nodo.

La simulación efectuada con la información obtenida en la etapa de recopilación de antecedentes mostró ajustes aceptables en la mayor parte de la cuenca por lo que no se efectuaron mayores ajustes a otros parámetros de canales, sectores de riego, acuíferos, tramos de río, etc.

Adicionalmente durante este proceso se recalibró el modelo MPL y el modelo nivo-pluvial para la generación de caudales en las cuencas no controladas.

6.2.3 RESULTADOS DEL PROCESO DE CALIBRACIÓN

En esta sección se entregan los resultados del proceso de calibración, conforme la metodología antes señalada. En primer lugar se presentan en la Figura 6.2.3-1 las estaciones y los embalses usados para la calibración. Para esto se consideran 9 estaciones pluviométricas y 6 embalses, los que se presentan en los Cuadros 6.2.3-1 y 6.2.3-2, respectivamente.

**CUADRO 6.2.3-1
ESTACIONES INCLUIDAS EN PROCESO DE CALIBRACIÓN**

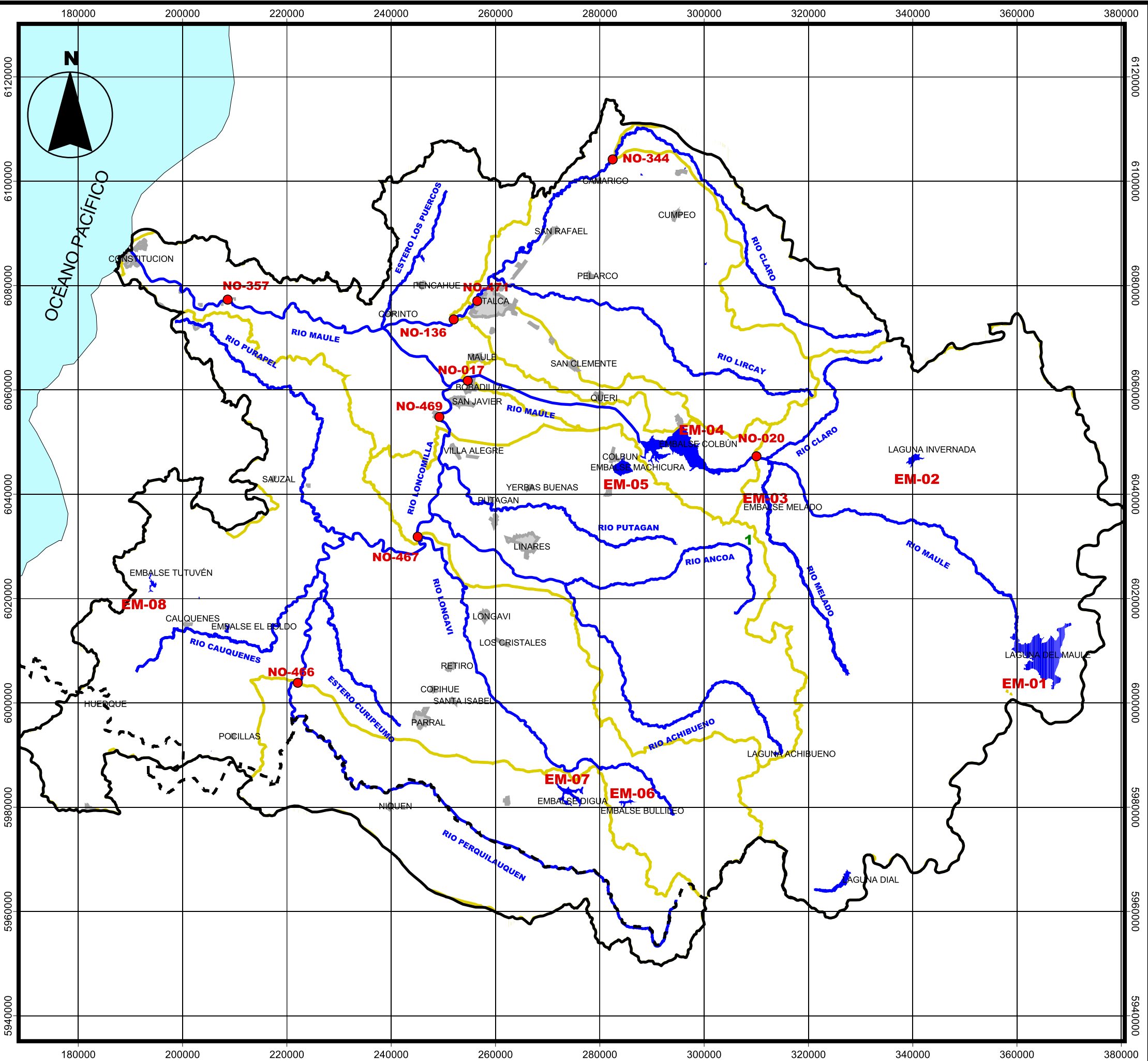
Nodo	Estación
NO-020	Río Maule en Armerillo
NO-344	Río Claro en Camarico
NO-471	Río Claro en Talca
NO-136	Río Claro en Rauquén
NO-466	Río Perquilauquén en Quella
NO-467	Río Loncomilla en Bodega
NO-469	Río Loncomilla en Las Brisas
NO-017	Río Maule en Longitudinal
NO-357	Río Maule en Forel

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 6.2.3-2
EMBALSES INCLUIDOS EN EL PROCESO DE CALIBRACIÓN**

Código	Nodo	Embalse
EM-01	NO-419	Laguna del Maule
EM-02	NO-418	Laguna La Invernada
EM-03	NO-421	Melado
EM-04	NO-414	Colbún
EM-06	NO-420	Bullileo
EM-07	NO-417	Digua
EM-08	NO-416	Tutuvén

Fuente: Elaboración Propia



CÓDIGO NODO MAGIC	NOMBRE ESTACIÓN FLUVIOMÉTRICA
NO-017	MAULE EN LONGITUDINAL
NO-020	MAULE EN ARMERILLO
NO-136	CLARO EN RAUQUEN
NO-344	CLARO EN CAMARICO
NO-357	MAULE EN FOREL
NO-466	PERQUILAUQUEN EN QUELLA
NO-467	LONCOMILLA EN BODEGA
NO-469	LONCOMILLA EN LAS BRISAS
NO-471	CLARO EN TALCA

Código MAGIC	Nombre Embalse
EM-01	LAGUNA DEL MAULE
EM-02	LAGUNA INVERNADA
EM-03	EMBALSE MELADO
EM-04	EMBALSE COLBÚN
EM-05	EMBALSE MACHICURA
EM-06	EMBALSE BULLILEO
EM-07	EMBALSE DIGUA
EM-08	EMBALSE TUTUVÉN

SIMBOLOGÍA

<ul style="list-style-type: none"> Limite Cuenca Maule Limite regional viii Océano Pacífico Embalses Hidrografía principal Centros Urbanos 	<ul style="list-style-type: none"> Estaciones fluvimétricas Usadas en Calibración Cuencas Aportantes
--	--

Datos Cartográficos Proyección Universal Transversal Mercator Huso 19 Zona Sur	Datos Geodésicos Elipsoide Internacional 1909 Provisional South American Datum 1956
---	---

GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

CONSULTORES: LUIS ARRAU DEL CANTO CONSULTORES EN INGENIERÍA HIDRÁULICA Y DE RIEGO	PROYECTO: PLAN DIRECTOR PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS CUENCA DEL RÍO MAULE	PLANO: ELEMENTOS DE CALIBRACIÓN
--	--	------------------------------------

DIRECTOR GENERAL DE AGUAS SR. RODRIGO WEISNER	JEFE DE DEPARTAMENTO SR. PEDRO RIVERA	INSPECTOR FISCAL SR. ANDRÉS ARRIAGADA
--	--	--

ESCALA 1:750000 	FIGURA: 6.2.3-1	FECHA: MAYO DE 2008
------------------------	--------------------	------------------------

6.2.3.1 ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS DE CALIBRACIÓN

Se alcanzó una calibración aceptable en la mayor parte de las estaciones siendo la más deficiente la estación Maule en Longitudinal, cuya estadística observada si bien es cierto es confiable, se estima que está muy influenciada por lo que ocurre en los embalses, lo que en definitiva se traduce en un muy mal ajuste debido a la incertidumbre sobre los datos de los embalses. En el Cuadro 6.2.3.1-1 se presenta un resumen con los valores de los indicadores de bondad de la calibración para cada una de las estaciones.

**CUADRO 6.2.3.1-1
RESULTADOS PROCESO DE CALIBRACIÓN:
ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS**

Parámetros	Nodos								
	020	344	471	136	466	467	469	017	357
Razón de Masas	0,97	1,27	0,97	1,05	0,93	1,26	1,23	0,69	1,01
Razón de Varianzas	1,00	0,97	1,00	1,00	0,99	0,96	0,96	0,83	1,00
Coefficiente de Eficiencia (Nash & Sutcliffe)	0,88	0,43	0,59	0,81	0,80	0,84	0,87	0,27	0,83
Eficiencia en Flujos Bajos	0,86	0,17	-1,09	0,38	0,77	0,73	0,78	-0,35	0,71
Eficiencia en Flujos Altos	0,89	0,63	0,79	0,88	0,78	0,89	0,92	0,26	0,90
RMS (m ³ /s)	53,55	15,54	42,63	39,19	36,07	76,31	112,3	113,5	194,2
RMS Normalizado	0,08	0,13	0,10	0,11	0,09	0,07	0,07	0,17	0,07
MAE (m ³ /s)	41,14	10,03	32,21	29,04	20,81	52,61	83,31	88,49	121,5
MAE Normalizado	0,06	0,08	0,08	0,08	0,05	0,05	0,05	0,13	0,04
RMS/MAE	1,30	1,55	1,32	1,35	1,73	1,45	1,35	1,28	1,60

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados muestran que para algunas estaciones el ajuste es bastante bueno (Maule en Armerillo), en cambio para otras (Claro en Camarico y Maule en Longitudinal) el ajuste es bastante malo. Esto último se debe a que estas estaciones se encuentran muy influenciadas por los embalses, los que no son adecuadamente descritos por el modelo MAGIC-Maule. Esta imposibilidad de caracterización se debe fundamentalmente a que los embalses se rigen por reglas de operación que dependen de condiciones externas a la cuenca.

6.2.3.2 EMBALSES DE CALIBRACIÓN

A excepción del embalse Digua, todos los demás embalses muestran indicadores de ajuste de la calibración deficientes. No fue posible obtener una mejor reproducción de los niveles observados, debido principalmente a la falta de información histórica respecto al balance de los embalses. Otro elemento que debe considerarse, es que los

embalses que consideran uso hidroeléctrico, la demanda no es de origen local, sino que de origen externo, ya que viene dado por las demandas al sistema interconectado central (SIC).

Los valores de indicadores de bondad de ajuste se presentan a modo referencial, dado que el análisis se refiere principalmente a la tendencia simulada respecto de la observada. El Cuadro 6.2.3.2-1 presenta los indicadores de calibración obtenidos para cada embalse.

**CUADRO 6.2.3.2-1
RESULTADOS PROCESO DE CALIBRACIÓN: EMBALSES**

Parámetros	Embalses						
	EM-01	EM-02	EM-03	EM-04	EM-06	EM-07	EM-08
Razón de Masas	1,37	0,99	1,02	0,81	1,08	0,89	0,81
Razón de Varianzas	0,43	1,00	0,95	0,71	0,96	0,97	0,93
Coefficiente de Eficiencia (Nash & Sutcliffe)	0,05	-0,26	-0,61	-1,01	0,54	0,76	0,26
Eficiencia en Flujos Bajos	0,18	-0,14	-0,57	-1,01	0,36	0,69	-1,02
Eficiencia en Flujos Altos	0,07	-0,24	-0,59	-1,36	0,58	0,73	0,21
RMS (Mm ³)	355,20	66,08	10,83	430,16	15,09	39,67	3,96
RMS Normalizado	0,26	0,39	0,32	0,33	0,24	0,17	0,28
MAE (Mm ³)	315,85	51,26	8,47	337,30	11,08	28,48	2,94
MAE Normalizado	0,23	0,30	0,25	0,26	0,18	0,13	0,20
RMS/MAE	1,12	1,29	1,28	1,28	1,36	1,39	1,35

Fuente: Elaboración Propia

6.2.3.3 ANÁLISIS DE LA VARIACIÓN DEL VOLUMEN DEL ACUÍFERO

Con el fin de complementar el análisis presentado anteriormente, se presente un análisis del funcionamiento del sistema acuífero en el área de estudio. Para esto se analizó la variación del volumen mensual del acuífero normalizado (con respecto al volumen máximo). Los resultados presentados en el Cuadro 6.2.3.3-1 muestran que todos los sectores acuíferos se encuentran completamente saturados en algún momento, ya que el valor máximo para todos ellos es igual a 1. Adicionalmente, se observa que en promedio los sectores de acuíferos se encuentran llenos un 81,5% del tiempo, aunque es necesario indicar que no necesariamente al mismo tiempo.

**CUADRO 6.2.3.3-1
RESULTADOS VOLÚMENES
SECTORES ACUÍFEROS**

Sector Acuífero	Máximo	Promedio	Mínimo	Tiempo Acuífero Completo (%)
AC-01	1,00	0,95	0,47	74,0
AC-02	1,00	1,00	0,84	98,1
AC-03	1,00	0,98	0,52	88,5
AC-04	1,00	0,97	0,07	65,4
AC-05	1,00	0,99	0,62	93,9
AC-06	1,00	0,97	0,14	92,6
AC-07	1,00	0,99	0,16	97,4
AC-08	1,00	0,98	0,07	95,2
AC-09	1,00	1,00	0,25	98,4
AC-10	1,00	0,99	0,11	92,0
AC-11	1,00	1,00	1,00	100,0
AC-12	1,00	1,00	0,92	98,1
AC-13	1,00	1,00	1,00	100,0
AC-14	1,00	1,00	0,97	96,2
AC-15	1,00	1,00	0,92	1,0
AC-16	1,00	1,00	1,00	100,0
AC-17	1,00	1,00	1,00	100,0
AC-18	1,00	0,73	0,01	16,7
AC-19	1,00	1,00	1,00	100,0
AC-20	1,00	0,90	0,01	44,6
AC-21	1,00	1,00	1,00	100,0
AC-22	1,00	1,00	0,79	1,9
AC-23	1,00	0,96	0,54	84,6
AC-24	1,00	1,00	0,50	99,7
AC-25	1,00	1,00	1,00	100,0
Mínimo	1,00	0,73	0,01	1,0
Promedio	1,00	0,98	0,60	81,5
Máximo	1,00	1,00	1,00	100,0

Fuente: Elaboración Propia

6.2.3.4 ANÁLISIS DE LOS FLUJOS DE ENTRADA Y SALIDA A LOS SECTORES ACUÍFEROS

Un último elemento considerado para el análisis es relativo a los flujos de entrada y salida a los sectores acuíferos. Con este fin se evaluó para cada sector acuífero los caudales máximos, promedio, y mínimos de entrada y salida a cada uno de ellos. Los resultados presentados en el Cuadro 6.2.3.4-1 muestran que existe una gran diferencia entre los distintos flujos, lo que se explica dado que parte del flujo se almacena en cada sector acuífero, y parte es entregado como bombeo.

**CUADRO 6.2.3.4-1
CAUDALES DE ENTRADA Y SALIDA
SECTORES ACUÍFEROS**

Sector Acuífero	Entrada (m ³ /s)			Salida (m ³ /s)		
	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo
AC-01	7,71	1,07	0,00	0,11	0,08	0,00
AC-02	68,30	10,75	0,07	0,34	0,34	0,17
AC-03	20,84	3,20	0,00	0,18	0,17	0,08
AC-04	64,48	10,69	0,03	2,67	2,57	0,15
AC-05	110,46	20,77	0,31	0,59	0,58	0,27
AC-06	24,12	3,05	0,01	0,00	0,00	0,00
AC-07	66,52	18,56	2,66	3,21	3,18	0,39
AC-08	63,70	14,10	1,47	0,29	0,29	0,07
AC-09	89,59	17,94	0,22	0,21	0,21	0,05
AC-10	21,66	4,05	0,10	0,64	0,64	0,17
AC-11	101,12	19,33	1,19	0,25	0,25	0,13
AC-12	90,00	15,39	0,55	0,97	0,96	0,48
AC-13	63,49	9,64	0,33	0,23	0,23	0,11
AC-14	78,30	9,20	0,00	0,06	0,05	0,03
AC-15	90,26	15,65	0,64	1,27	1,27	0,64
AC-16	80,08	13,10	0,76	0,18	0,18	0,09
AC-17	23,23	6,50	0,66	0,04	0,04	0,02
AC-18	4,38	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00
AC-20	1,20	0,29	0,00	0,03	0,03	0,00
AC-21	21,87	4,81	0,56	0,00	0,00	0,00
AC-22	22,93	6,00	0,98	0,17	0,17	0,09
AC-23	5,30	0,87	0,00	0,12	0,11	0,01
AC-24	17,79	5,30	1,22	0,03	0,03	0,02
AC-25	31,58	10,99	2,23	0,00	0,00	0,00
Mínimo	1,20	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00
Promedio	48,70	9,25	0,58	0,48	0,47	0,12
Máximo	110,46	20,77	2,66	3,21	3,18	0,64

Fuente: Elaboración Propia

6.2.3.5 CONCLUSIONES DEL PROCESO DE CALIBRACIÓN

Respecto de la calibración efectuada del modelo MAGIC-Maule se puede decir que se alcanzó una reproducción aceptable de los caudales observados en las estaciones fluviométricas utilizadas como referencia. Los mejores ajustes se alcanzaron en la estación Maule en Armerillo y en las estaciones de los ríos Loncomilla y Perquillauquén. La estación Maule en Forel, última estación antes de la salida al mar del río Maule, también alcanzó una calibración aceptable (coeficiente de eficiencia de 0,83).

En particular, la estación fluviométrica Maule en Longitudinal muestra un mal ajuste a los caudales observados. Esto se debe en gran medida a que no se contó con la suficiente información que permitiera conocer las entregas del embalse Colbún hacia el río Maule en todo el periodo simulado. Esta situación muestra la gran importancia que tiene el contar con información confiable de la operación de los embalses en cuencas como la del río Maule, donde se tienen tantos embalses y con volúmenes tan significativos. Sin esa información resulta muy difícil la construcción de un modelo que permita evaluar adecuadamente diversos escenarios de análisis. Esta situación de mal ajuste entre realidad y modelo se acentúa en el río Maule, aguas abajo del embalse Colbún, incluyendo los sectores abastecidos por los canales Maule Norte Alto, Maule Norte Bajo, Maule Sur y canal Machicura. La subcuenca de los ríos Claro y Lircay, además de verse afectada por las entregas deficientes de los canales Maule Norte Alto y Bajo (debido a que en la simulación durante muchos meses el embalse Colbún no tiene el volumen suficiente de agua para entregar los caudales necesarios), se ve afectada también por la insuficiente información respecto a las demandas de riego reales del sector (áreas cultivadas y tipos de cultivo).

Debe hacerse notar que el mal ajuste observado en la estación Maule en Longitudinal así como lo observado en la subcuenca de los ríos Claro y Lircay es amortiguado por los caudales aportados por la subcuenca del río Loncomilla, los cuales alcanzaron un excelente ajuste y prácticamente doblan en magnitud a los caudales del río Maule, permitiendo alcanzar un ajuste bastante aceptable en la estación Maule en Forel. También influyen en el buen resultado obtenido en Maule en Forel los afloramientos subterráneos y los derrames desde zonas de riego. De esto se concluye que los caudales observados en la salida de la cuenca del río Maule son explicados en gran medida por los caudales aportados por el río Loncomilla y sus afluentes.

La calibración de los embalses requirió la mayor parte de los esfuerzos de este estudio y pese a ello no fue posible acercarse lo suficiente a los volúmenes observados en los embalses más importantes. El embalse Digua, embalse de riego ubicado en la subcuenca del río Loncomilla, constituye una excepción entre los demás embalses calibrados ya que en él se alcanzó una buena calibración (coeficiente de eficiencia de 0,81), lo cual indica una correcta generación de las estadísticas de caudales aportantes y una buena estimación de las demandas de los sectores de riego que debe abastecer. Sin embargo, la calibración en los embalses Laguna del Maule, Laguna La Invernada, Melado, Colbún, Bullileo y Tutuvén se considera deficiente.

La subcuenca del río Loncomilla y sus afluentes no se ve muy afectada por el mal funcionamiento en el modelo de estos embalses, por lo que es una mejor área para evaluar distintas medidas a través del modelo; los embalses existentes en esta subcuenca tienen un mejor comportamiento en el modelo y no tienen volúmenes tan significativos como el embalse Colbún o Laguna del Maule. El sector en el río Maule, aguas abajo de la confluencia con el río Loncomilla, también se presenta apto para evaluar, a través del modelo, distintas medidas que pudieran interesar en la región.

No fue posible representar satisfactoriamente la operación de las centrales hidroeléctricas (representadas en el modelo a través de captaciones puntuales) debido a que en muchos meses los aportes y demandas sobre los embalses no permitían extraer todo el caudal demandado para este uso. Existe también cierta incertidumbre en los caudales adoptados como demanda para generación de hidroelectricidad ya que dicha estadística no proviene de balances de embalses sino que se calculan indirectamente a partir de la estadística de GWh generados por cada central.

En lo que respecta al acuífero en su totalidad se tiene que la condición inicial considerada tiene un efecto poco importante por sobre el comportamiento del sistema. Este efecto se hace notar principalmente durante los primeros 10 años de funcionamiento del sistema, pero a medida que transcurre el tiempo, la variación del volumen almacenado tiende a ser la misma. Lo anterior permite asegurar que la calibración realizada se ve afectada mínimamente por la condición inicial del acuífero.

Otro análisis realizado con respecto al sistema acuífero, se refiere a los flujos de entrada y salida, los que muestran una gran variabilidad entre ellos, lo que puede explicarse entre otras cosas por su composición, constitución y uso.

7. FORMULACIÓN DEL PLAN DIRECTOR

7.1 INTRODUCCIÓN

Uno de los elementos básicos para la formulación del PD es la definición del horizonte de evaluación del mismo. De acuerdo a los Términos de Referencia (TR), el plan director debe tener 3 componentes: corto, mediano, y largo plazo. Para el corto plazo se define una duración de 5 años, y debe considerar todas las acciones que se deben realizar en este período. Por otra parte, para el largo plazo -20 años- se consideran aquellas acciones para las que se hace necesario recolectar más información, o también aquellas acciones que conciten un menor grado de acuerdo entre los actores relevantes, por lo que su ejecución se posterga en el tiempo.

Seguidamente se considera las siguientes etapas para la formulación del PD:

- Análisis de Escenarios para la Formulación del Plan Director
- Verificación del Cumplimiento de Objetivos Para la Cartera Original de Proyectos
- Formulación de Nuevos Proyectos a Nivel de Idea
- Priorización y Clasificación de Soluciones
- Formulación del Plan Director
- Formulación de Mecanismos de Actualización y Seguimiento del Plan

7.2 DESCRIPCIÓN ESCENARIOS DE EVALUACIÓN

En esta sección se describen brevemente los escenarios de evaluación considerados en el presente estudio. Posteriormente se presenta la metodología de evaluación económica, finalmente se exponen los resultados de la evaluación técnico-económica.

7.2.1 Escenario #0: Escenario Base

El escenario base es una condición artificial que se define con el fin de tener una línea base de evaluación diferente a la situación histórica. Se define con toda la información que describe el modelo en la situación histórica, fijando los parámetros que describen el modelo con los valores evaluados para el último período de tiempo. Entre estos parámetros se incluyen:

- Coeficientes de percolación
- Coeficientes de derrames
- Coeficientes de Retornos
- Eficiencia en Canales

Por otra parte, el modelo se alimenta con la hidrología medida históricamente, y que representa el período desde abril de 1980 a marzo de 2006. De esta manera, el modelo se alimenta con una estadística de 26 años de extensión, en la que se suceden años secos, normales, y húmedos.

Dado que se requiere representar diferentes condiciones, se hace necesario definir diferentes condiciones iniciales o base para los 2 escenarios que interesa analizar:

- **Escenario Base Mejoramiento Eficiencia:** En este caso la situación agronómica se mantiene constante y los cambios considerados se relacionan con un posible cambio en la eficiencia en el uso del agua, tales como tecnificación, mejoramiento de canales, y aumento de la regulación nocturna
- **Escenario Base Cambio Uso del Agua:** En este caso, se considera que la cuenca se encuentra tecnificada al máximo y que los canales se encuentran en perfectas condiciones, por lo que no presentan pérdidas de agua

7.2.2 Escenario #1: Programa de Mejoramiento de la Eficiencia del Riego

Este programa está definido en base a 6 componentes las que permiten analizar diversas formas de mejorar la eficiencia del uso del agua en riego en la cuenca. En lo que sigue se presentan y describen cada una de estas componentes.

7.2.2.1 Tecnificación del Riego (Componente a)

Corresponde a la situación base, adicionando modificaciones de tecnificación del riego. En este escenario se identifican los sectores de la cuenca que son susceptibles de incrementar el grado de tecnificación existente, específicamente se definen 3 variaciones o sub-escenarios: Pesimista, Conservador y Optimista. Estas variaciones toman en consideración diversos grados de incorporación de la tecnificación a la cuenca, tomando en cuenta tanto el cambio experimentado en la cuenca, como el observado a nivel del país.

Para cada una de las variaciones se consideran 2 alternativas de modificación. En la primera sólo se considera la tecnificación parcial de los cultivos de mayor rentabilidad, tales como frutales y viñas. Por otra parte, la otra alternativa considera el cambio desde cultivos de bajo rendimiento económico a frutales y viñas.

7.2.2.2 Regulación Nocturna (Componente b)

Este escenario pretende evaluar el grado de mejora que se puede lograr en lo que respecta al uso de los recursos cuando se dispone de suficiente regulación nocturna, en aquellos sectores susceptibles de mejorar y en que la demanda no se encuentre completamente satisfecha, de manera que el agua disponible es aprovechada de una mejor manera. En este caso, se aplican 6 diferentes niveles de incremento a la regulación nocturna.

7.2.2.3 Mejoramiento de Infraestructura Principal y Canales Secundarios (Componente c)

Corresponde a la Situación Actual más el mejoramiento de la infraestructura principal e incluyendo los canales secundarios, para aquellos sectores susceptibles de mejorar, para distintos rangos de eficiencia actual. Para esto se consideran 4 niveles de reducción de las pérdidas: 20%, 40%, 60% y 80%. Esto se realizó calculando la longitud de canal que se requiere evaluar de manera de lograr el objetivo propuesto.

7.2.2.4 Efecto Combinado Tecnificación + Regulación Nocturna + Mejoramiento de Infraestructura Principal y Canales Secundarios (Componente d)

Corresponde a la combinación de las Componentes a), b) y c). Se pretende evaluar el efecto de los cambios en tecnología y eficiencia en el uso del agua, con la situación actual de riego. Con esto, se puede analizar la satisfacción de la demanda, en términos de áreas cubiertas o abastecidas con estas mejoras. Dado que sólo es posible determinar cuales son las combinaciones a considerar, esta componente sólo se definirá una vez que la evaluación económica de las 3 primeras componentes esté completa.

7.2.2.5 Área Futura Con Tecnificación (Componente e)

En este escenario se pretende evaluar la extensión de la superficie de la cuenca que en la actualidad se riega en forma eventual, y que podría verse afectado por mayor regulación o un uso más eficiente del agua. Este mejor uso eficiente se logra proponiendo un nivel adecuado de tecnificación (se analiza un aumento de la superficie tecnificada de 0%, 10%, 20% y 30%). Para efectos de comparación, se consideran los resultados de la Componente a) como escenario base. Para fines de análisis se considera una componente similar al caso d).

7.2.2.6 Efecto Combinado Riego Futuro con + Regulación Nocturna + Mejoramiento de Infraestructura Principal y Canales Secundarios (Componente f)

Corresponde a una componente equivalente a d), pero tomando como punto de partida los resultados de la componente e).

7.2.3 Escenario #2: Evaluación del Potencial de Recursos Hídricos Transferible a Otros Usos

El objetivo de este escenario es analizar la cantidad de recursos hídricos que pueden trasladarse desde su uso actual en riego, a un uso más rentable como es la generación hidroeléctrica. Este cálculo se basa en los siguientes supuestos:

- La distribución agropecuaria no cambia
- Todo los cultivos tecnificables se encuentran tecnificados
- Los canales de riego se encuentran en perfectas condiciones de mantención, lo que se traduce en una eficiencia perfecta

7.2.4 Metodología para la Evaluación Económica

Esta metodología se propone con el fin de evaluar económicamente los proyectos agropecuarios considerados para la formulación del Plan Director en la cuenca del Río Maule. Los diferentes escenarios que se han planteado consideran la inclusión de tecnificación al manejo del riego, diversos tipos de mejoramiento de la infraestructura, la incorporación de nuevas superficies al riego.

La evaluación económica se ha realizado mediante la determinación de indicadores económicos habitualmente utilizados en proyectos de riego, tales como: el valor actualizado neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). Estos indicadores se establecen considerando un horizonte de evaluación de 30 años, tanto a precios de mercado como a precios sociales.

Para desarrollar la evaluación económica, se ha definido una situación base (actual) y una que presenta cambios proyectados a futuro en diferentes escenarios. En ambos casos, se han definido los márgenes asociados durante todo el horizonte de análisis (30 años). Posteriormente, se establece la diferencia entre ambas situaciones para determinar los indicadores VAN y TIR. Esta situación diferencial se define como el nuevo escenario menos la situación base (actual). Adicionalmente, se considera el flujo de egresos definido por el costo de las obras necesario para materializar las mejoras agropecuarias propuestas.

7.2.5 Resultados de la Evaluación Técnico-Económica

En primer lugar se presentan en el Cuadro 7.2.5-1 los resultados de la evaluación de las 6 componentes que definen el Escenario #1, observándose que la rentabilidad de las diferentes componentes del escenario es buena.

En primer lugar, en lo que respecta a las 3 componentes básicas de mejoramiento de la eficiencia, tales como tecnificación, mejoramiento de la regulación nocturna y el mejoramiento de los canales, si bien es cierto son económicamente rentables a precios

sociales, el IVAN obtenido es mucho menor al obtenido para la componente a), la cual también tiene la mayor TIR. Esto significa que individualmente, de las 3 componentes para el mejoramiento de la rentabilidad, la tecnificación es la más eficiente ya que se dirige directamente al predio que se está cultivando. En cuanto a precios privados, se tiene que el IVAN es más alto para la componente a), pero para la componente c) tiene una mayor TIR. Tal como se indicó anteriormente, se prefiere el resultado dado por la TIR, por lo que a precios privados la alternativa c) es mejor, aunque el nivel de inversión es altísimo.

**CUADRO 7.2.5-1
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA
POR ESCENARIO DE EVALUACIÓN**

Componente	Precios Mercado		Precios Sociales	
	IVAN	Tir (%)	IVAN	Tir (%)
a) Tecnificación Actual	7,34	18,1	9,94	20,8
b) Regulación Nocturna	0,42	12,8	0,42	12,7
c) Mejoramiento Canales	0,88	18,8	0,92	19,2
d) Tecnificación + Regulación + Mejoramiento Canales	3,90	20,6	4,90	22,9
e) Riego Futuro	3,05	20,8	5,11	26,0
f) Riego Futuro + Regulación + Mejoramiento Canales	2,70	18,6	5,18	24,8

Fuente: Elaboración Propia

En siguiente lugar se realizó un análisis englobando los mejores resultados de cada una de las 3 componentes anteriormente analizadas (a, b y c), dando origen a la alternativa d. Tal como se observa en el Cuadro 7.2.5-1, la rentabilidad de esta componente (componente d) es superior a solamente tecnificar, lo que muestra que complementar las técnicas de tecnificación es mucho más eficiente que sólo usar un tipo de aproximación, tanto a precios sociales como privados.

La siguiente componente del análisis (componente e) es considerar mayor área regada y modificar la matriz productiva. En este caso se obtiene la mayor rentabilidad, ya que se considera la inclusión de cultivos de altísimo rendimiento económico que justifica plenamente este tipo de inversión. Adicionalmente se consideró incluir mejoramiento de canales y de la regulación nocturna (componente f), lo que se traduce en una menor rentabilidad que el caso de tecnificación sola (componente e). Esto se puede explicar por el mayor gasto que en esencia permite mejorar las condiciones de riego de los cultivos de menor rendimiento económico, ya que la tecnificación fue focalizada en los cultivos más rentables.

El segundo escenario analizado fue la evaluación del potencial de los recursos hídricos que pueden liberarse para otros más rentables, tales como la producción de hidroelectricidad. De acuerdo a los resultados obtenidos con la evaluación realizada con el modelo MAGIC-Maule, el potencial recurso a economizar asciende como mínimo a 400 Mm³ al año, llegando hasta un máximo de unos 900 Mm³ volúmenes que son interesantes de aprovechar ya que equivalen a lo menos a un 27% del volumen del embalse Colbún.

Los resultados presentados muestran claramente que este tipo de proyectos deben ser incluidos de alguna manera en el Plan Director. Es por esto, que se considera incluir proyectos que se relacionen con cada uno de estos tópicos, tales como evaluación de las reales necesidades de tecnificación, mejoramiento de canales, y regulación nocturna, así también como la real capacidad de inversión de los regantes, e interés en realizar estas inversiones. Otro tipo de estudio que debería considerarse es el análisis del potencial de liberación de recursos hídricos a otros usos más rentables, tales como la hidroelectricidad.

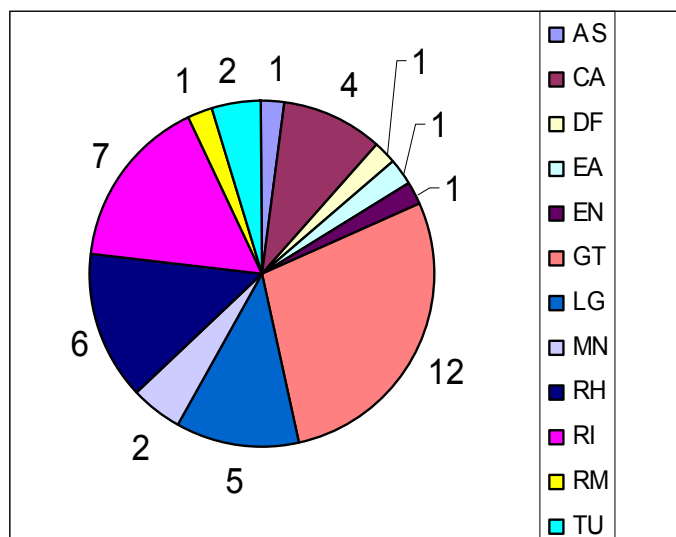
7.3 FORMULACIÓN DE NUEVOS PROYECTOS A NIVEL DE IDEA

En esta sección se presentan los nuevos proyectos, los que se han pensado como respuesta a los objetivos no cumplidos, cumplidos parcialmente, que no presentan proyectos, o los escenarios, tal como se indicó anteriormente, sin embargo no se ha limitado el poder incluir proyectos que complementen objetivos calificados como cumplidos. En la Figura 7.3-1 se presenta un diagrama de sector que muestra la distribución de proyectos por área temática, para un total de 12 subsectores productivos seleccionados:

- **AS:** Aguas Servidas
- **CA:** Calidad de Aguas
- **DF:** Defensas Fluviales
- **EA:** Educación Ambiental
- **EN:** Energía Hidroeléctrica
- **GT:** Gestión
- **LG:** Legislación
- **MN:** Manejo de Recursos Naturales
- **RH:** Recursos Hídricos
- **RI:** Riego
- **RM:** Redes de Monitoreo
- **TU:** Turismo

El nombre de estos proyectos se despliegan por subsector productivo en el Cuadro 7.3-1. También se indica el tipo de proyecto (E por estructural y NE por no-estructural), en que un proyecto estructural conlleva el diseño de obras, y un proyecto no-estructural no se materializa en obras.

**FIGURA 7.3-1
DISTRIBUCIÓN PROYECTOS PROPUESTOS**



Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 7.3-1
NUEVOS PROYECTOS, CÓDIGO, TIPO Y NOMBRE**

CÓDIGO PROYECTO	TIPO	NOMBRE
Sub-sector Riego		
PD-RI-01	NE	Diagnóstico de la Infraestructura Actual de Canales Principales y Secundarios de la Cuenca
PD-RI-02	NE	Pronóstico de Disponibilidad de Agua por Temporada de Riego
PD-RI-03	NE	Evaluación del Mejoramiento y/o Emplazamiento de Tranques de Regulación Nocturna
PD-RI-04	NE	Análisis del Efecto de Tecnificación del Riego para la Situación Actual de la Cuenca
PD-RI-05	NE	Análisis de Cambios en la Situación Agropecuaria en la Cuenca del Río Maule
PD-RI-06	NE y E	Programa de Construcción de Embalses Medianos y Mayores
PD-RI-07	NE y E	Tecnificación Extrapredial en el Riego
Sub-sector Recursos Hídricos		
PD-RH-01	NE	Estudiar los Proyectos Resultantes de EN-10 a Nivel de Prefactibilidad
PD-RH-02	NE	Estudio para la Determinación de una Nueva Metodología para la Determinación de Caudales Ecológicos y su Aplicación y Efectos en la Cuenca del Río Maule
PD-RH-03	NE	Simulación de Distintos Escenarios de Cambio Climático en la Cuenca

**CUADRO 7.3-1
NUEVOS PROYECTOS, CÓDIGO, TIPO Y NOMBRE
(Continuación)**

CÓDIGO PROYECTO	TIPO	NOMBRE
PD-RH-04	NE	Acceso a los Diversos Estudios de Modelación a través del Sitio Web de la DGA
PD-RH-05	NE	Establecer Metodología para el Pronóstico de Sequías de Manera de Establecer Planes de Acción Anticipados a los Periodos Críticos
PD-RH-06	NE	Diseño de un Sistema de Alerta Frente a Procesos Meteorológicos Extremos
Sub-sector Aguas Servidas		
PD-AS-01	NE	Estudio de Diagnóstico sobre la Necesidad de Implementación de Soluciones de Tratamiento de Aguas Servidas en los Sectores Rurales de la Cuenca del Río Maule
Sub-sector Defensas Fluviales		
PD-DF-01	NE	Estudio de Ordenamiento Territorial de los Lechos de los Cauces de la Cuenca del río Maule
Sub-sector Red de Monitoreo		
PD-RM-01	NE	Mejoramiento de la Red de Monitoreo de los Recursos Hídricos
Sub-sector Calidad de Aguas		
PD-CA-01	NE	Estudio de la Contaminación de las Aguas Superficiales Conducidas a Través de Canales de Regadío
PD-CA-02	NE	Diseño de un Instrumento para el Fomento de la evaluación, Control y Mitigación de la Contaminación del Agua de los Sistemas Subterráneos de la Cuenca
PD-CA-03	NE	Diseño de un Instrumento para el Fomento de la evaluación, Control y Mitigación de la Contaminación del Agua de los Sistemas Subterráneos de la Cuenca
PD-CA-04	NE	Capacitación a Dirigentes de las Organizaciones de Usuarios de Aguas en Medición de Parámetros de Calidad
PD-CA-05	NE	Sistema de Gestión en Tiempo Real de la Calidad del Agua
Sub-sector Educación Ambiental		
PD-EA-01	NE	Educación ambiental: Los recursos hídricos en la cuenca del río Maule
Sub-sector Manejo de Recursos Naturales		
PD-MN-01	NE	Estudio de Diagnóstico de los Humedales y Áreas de Importancia Presentes en la Región, que Incorpore una Propuesta de Manejo Sustentable de los Mismos
PD-MN-02	NE	Evaluación de Instrumento que Exija Compensar, Mediante la Forestación y/o Reforestación, el Aumento del Coeficiente de Escorrentía en Proyectos de Infraestructura
Sub-sector Turismo		
PD-TU-01	NE	Plan de Desarrollo Turístico y Recreacional entorno a los Cauces, para la cuenca del Maule

**CUADRO 7.3-1
NUEVOS PROYECTOS, CÓDIGO, TIPO Y NOMBRE
(Continuación)**

CÓDIGO PROYECTO	TIPO	NOMBRE
PD-TU-02	NE	Plan de Aprovechamiento Turístico y Desarrollo Ecológico de Zonas Frecuentemente Inundables, para la cuenca del Maule
Sub-sector Legislación		
PD-LG-01	NE	Nuevas Modificaciones al Código de Aguas
PD-LG-02	NE	Elaboración de un Manual de Aplicación del Código de Aguas
PD-LG-03	NE	Incremento en el Control de la Contaminación Hídrica por vía Legislativa
PD-LG-04	NE	Proposición de un instrumento normativo para la correcta disposición de envases de pesticidas
PD-LG-05	NE	Formulación participativa de una norma secundaria de calidad ambiental para aguas continentales superficiales
Sub-sector Gestión		
PD-GT-01	NE	Jornadas de difusión sobre las Modificaciones al Código de Aguas realizadas en el año 2005
PD-GT-02	NE	Estudio sobre el Impacto del Cobro de Patentes por No Uso de Derechos de Aguas en la Cuenca
PD-GT-03	NE	Transferencia de Información entre Agencias Públicas y Organizaciones de Usuarios de Aguas
PD-GT-04	NE	Centralización de la Información Geográfica a través de un Sistema Integrado Único Nacional
PD-GT-05	NE	Diseño de Instrumento para el Fomento del Perfeccionamiento del Personal e Integración de Profesionales en las Organizaciones de Usuarios de Aguas
PD-GT-06	NE	Fortalecimiento Organizacional y Vinculación con el Territorio en las Organizaciones de Usuarios de Aguas
PD-GT-07	NE	Propuesta de Líneas de Financiamiento a Proyectos que Estimulen el Conocimiento de los Recursos Hídricos y la Dinámica de Cuencas
PD-GT-08	NE	Mesa del Agua
PD-GT-09	NE	Estudio de análisis de la incorporación de nuevos criterios en la evaluación de infraestructura de riego
PD-GT-10	NE	Plan de Incorporación de empresas Hidroeléctricas a la Junta de Vigilancia del río Maule (Res. 105 y Código de Aguas)
PD-GT-11	NE	Modificaciones estatutos Junta de Vigilancia del río Maule, primera sección
Sub-sector Energía Hidroeléctrica		
PD-EN-01	NE	Evaluación Potencial de Traspaso de Recursos Hídricos de Riego a Otros Usos

Fuente: Elaboración Propia

7.4 PRIORIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE SOLUCIONES

Una vez evaluadas las medidas, acciones, planes, proyectos u obras, se procede a priorizarlos a través del Proceso Analítico Jerárquico (AHP, por sus siglas en inglés).

Este proceso permite estructurar la importancia del problema o del objetivo que se desea alcanzar, analizando los criterios que facilitarán la toma de decisiones. En este caso es la determinación de aquellos proyectos prioritarios (no estructurales y estructurales) para la gestión del recurso hídrico en la cuenca del río Maule, diferenciando los proyectos que se implementarán en un corto, mediano y largo plazo.

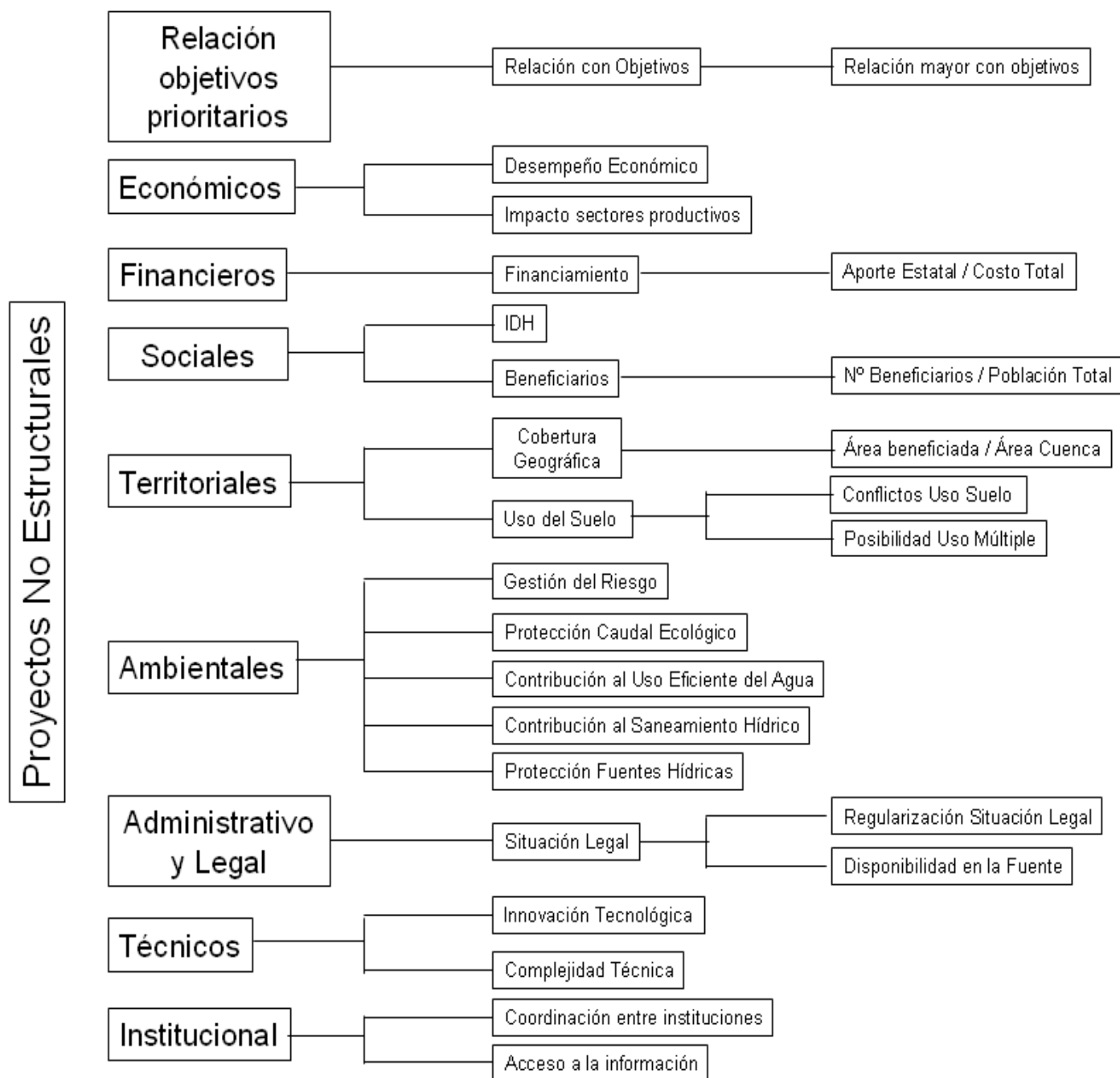
La metodología AHP permite realizar de una manera sintética una evaluación multicriterio, permitiendo relevar distintos aspectos de los proyectos a evaluar, entregándole a cada criterio una importancia relativa; la que es obtenida a partir de la opinión de distintos tomadores de decisión.

Para representar el objetivo, junto con los criterios y subcriterios, se han estructurado dos modelos jerárquicos:

- Modelo de Jerarquización para proyectos No Estructurales
- Modelos de Jerarquización para proyectos Estructurales

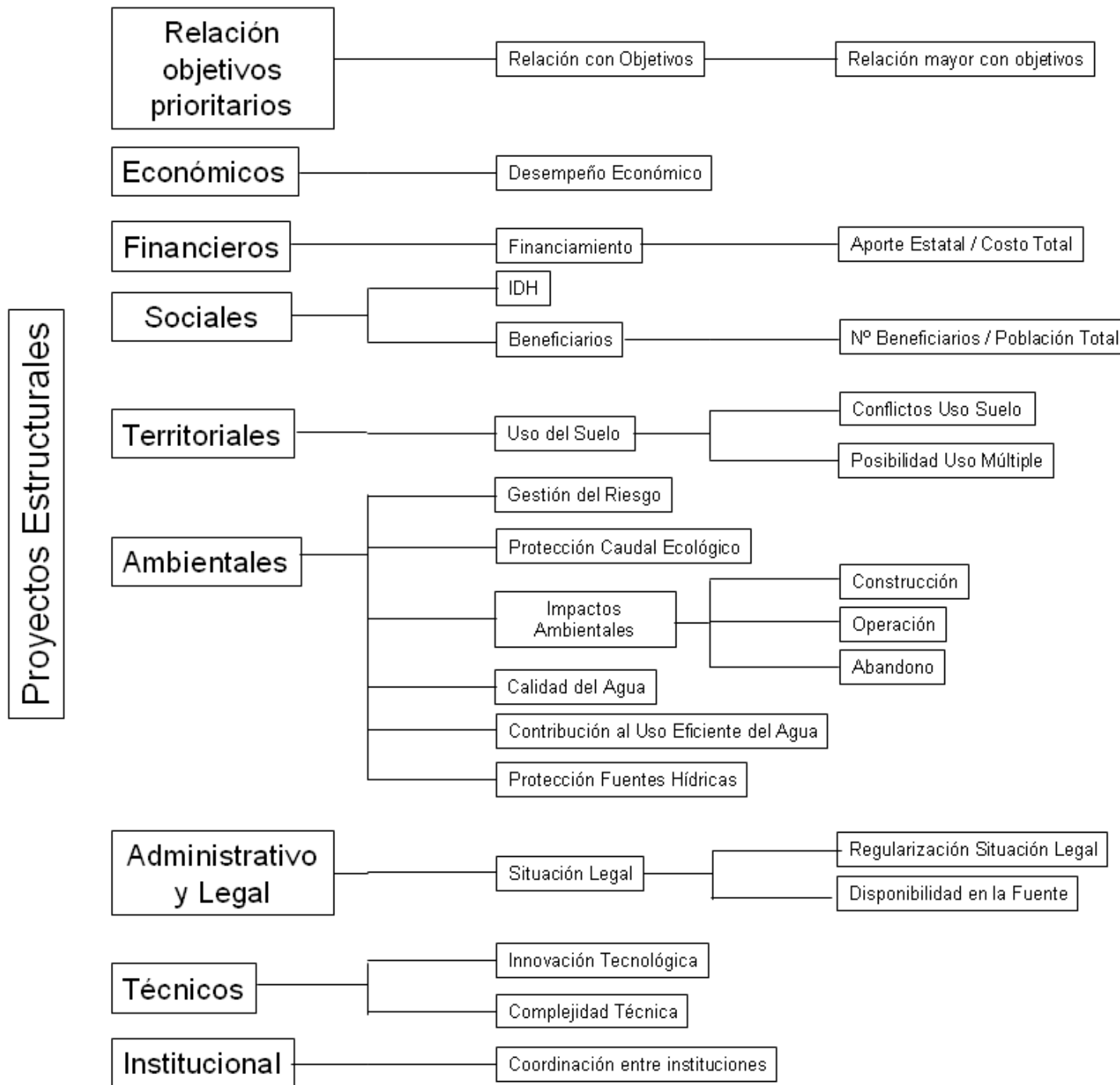
Árbol de Jerarquías: Consiste en elaborar una representación gráfica del problema en función de la meta global, los criterios de decisión considerados. Esta gráfica recibe el nombre de Árbol de Jerarquías e ilustra la jerarquía para el problema, la que en el caso del Plan Director, se dividió en 2 diferentes árboles. Un árbol para proyectos no-estructurales, según lo mostrado en la Figura 7.4-1, y un segundo árbol para proyectos estructurales mostrado en la Figura 7.4-2.

FIGURA 7.4-1
ÁRBOL DE JERARQUÍAS NO-ESTRUCTURAL



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 7.4-2
ÁRBOL DE JERARQUÍAS ESTRUCTURAL



Fuente: Elaboración Propia

7.5 FORMULACIÓN DEL PLAN DIRECTOR

Aplicando la metodología AHP a la cartera de proyectos (originales y nuevos) se procede a preparar el Plan Director fusionando los proyectos estructurales y no-estructurales seleccionados dividiéndolos en corto, mediano, y largo plazo, de acuerdo a su priorización. El resultado de este análisis se presenta en los Cuadros 7.5-1, 7.5-2, y 7.5-3 para los planes de corto plazo, mediano plazo, y largo plazo, respectivamente.

**CUADRO 7.5-1
FORMULACIÓN PLAN DIRECTOR
CORTO PLAZO**

Año	Tipo	Código Proyecto	Costo (millones \$)	
1	NE	PD-GT-08	197,7	714,0
	NE	PD-CA-05	424,1	
	E	AP-33	14,7	
	E	AP-08	12,7	
	E	AP-07	12,9	
	E	AP-05	39,2	
	E	AP-34	14,7	
2	NE	PD-EN-01	121,8	718,0
	E	AP-36	26,8	
	E	AP-27	14,3	
	E	AP-26	15	
	E	AP-13	13,1	
	E	AP-12	438,2	
	E	AP-10	13,1	
	E	AP-35	31,6	
	E	AP-25	14,7	
3	E	AP-24	14,7	683,2
	E	AP-22	14,7	
	E	AP-20	14,6	
	NE	PD-GT-09	80,9	
	NE	PD-RH-01	65,1	
	NE	PD-GT-03	57,1	
4	NE	PD-RH-06	266,9	646,8
	NE	PD-RH-05	198,6	
	NE	PD-CA-02	60,3	
	NE	PD-RI-01	174,1	
	E	AP-18	20,1	
	E	AP-17	14,7	
	NE	PD-CA-01	227,2	
5	NE	PD-AS-01	113,6	816,5
	NE	PD-CA-03	36,8	
	NE	PD-RM-01	256,6	
	NE	PD-GT-10	245,3	
	NE	PD-GT-11	29,4	
	E	AP-31	14,7	
	E	AP-19	49,7	
NE	PD-GT-04	206,1		
E	AP-15	14,7		

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 7.5-2
FORMULACIÓN PLAN DIRECTOR
MEDIANO PLAZO**

Año	Tipo	Código Proyecto	Costo (millones \$)	
1	NE	PD-RI-06	800,0	25.750,0
	E	RI-05	750,0	
	E	RI-15	600,0	
	E	RI-01	800,0	
	E	RI-09	2.800,0	
	E	RI-08	5.000,0	
	E	RI-16	15.000,0	
2	NE	PD-RI-06	902,0	25.852,0
	E	RI-05	750,0	
	E	RI-15	600,0	
	E	RI-01	800,0	
	E	RI-09	2.800,0	
	E	RI-08	5.000,0	
	E	RI-16	15.000,0	
3	E	RI-05	805,8	26.315,6
	E	RI-15	600,0	
	E	RI-01	800,0	
	E	RI-09	2.800,0	
	E	RI-08	5.000,0	
	E	RI-16	15.000,0	
	NE	PD-LG-05	370,5	
	NE	PD-GT-06	447,5	
	E	RI-12	491,8	
4	E	RI-15	600,0	25.244,9
	E	RI-01	800,0	
	E	RI-09	2.800,0	
	E	RI-08	5.000,0	
	E	RI-16	15.000,0	
	NE	PD-RI-07	231,4	
	NE	PD-RI-04	249,9	
	E	RI-07	256,3	
	NE	PD-RI-05	307,3	
5	E	RI-15	768,3	25.495,3
	E	RI-01	919,3	
	E	RI-09	3.294,3	
	E	RI-08	5.000,0	
	E	RI-16	15.000,0	
	E	DF-02	12,6	
	NE	PD-LG-04	28,5	
	NE	PD-CA-04	32,3	
	NE	PD-RI-02	61,8	
	NE	PD-GT-07	67,6	
	NE	PD-GT-01	95,3	
	NE	PD-RI-03	215,3	

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 7.5-3
FORMULACIÓN PLAN DIRECTOR
LARGO PLAZO**

Año	Tipo	Código Proyecto	Costo (millones \$)	
1	E	RI-08	5,000.0	25.208,5
	E	RI-16	15,000.0	
	E	RI-06	4,600.0	
	NE	PD-GT-05	53.7	
	E	RI-10	150.8	
	NE	BO-01	281.0	
2	E	RI-08	5,000.0	25.366,9
	E	RI-16	15,000.0	
	E	RI-06	4,600.0	
	E	RI-13	455.7	
	NE	PD-DF-01	311.2	
3	E	RI-08	5,000.0	25.389,1
	E	RI-16	15,000.0	
	E	RI-06	4,600.0	
	NE	PD-RH-02	789.1	
4	E	RI-08	5,000.0	25.344,3
	E	RI-16	15,000.0	
	E	RI-06	4,600.0	
	NE	PD-EA-01	531.0	
	NE	PD-LG-01	26.1	
	NE	PD-RH-04	27.2	
	NE	PD-TU-02	80.0	
5	E	RI-08	5,782.6	32.897,4
	E	RI-16	21,816.9	
	E	RI-06	4,600.0	
	NE	PD-LG-03	57.3	
	E	RI-02	8.1	
	NE	PD-RH-03	161.7	
	NE	PD-TU-01	104.1	
	NE	PD-MN-01	204.2	
	NE	PD-GT-02	37.3	
NE	PD-LG-02	113.2		
6	E	RI-06	4,600.0	4.600,0
7	E	RI-06	4,600.0	4.600,0
8	E	RI-06	4,600.0	4.600,0
9	E	RI-06	4,600.0	5.400,0
	E	PD-RI-06	800.0	
10	E	RI-06	4,921.7	5.823,6
	E	PD-RI-06	901.9	

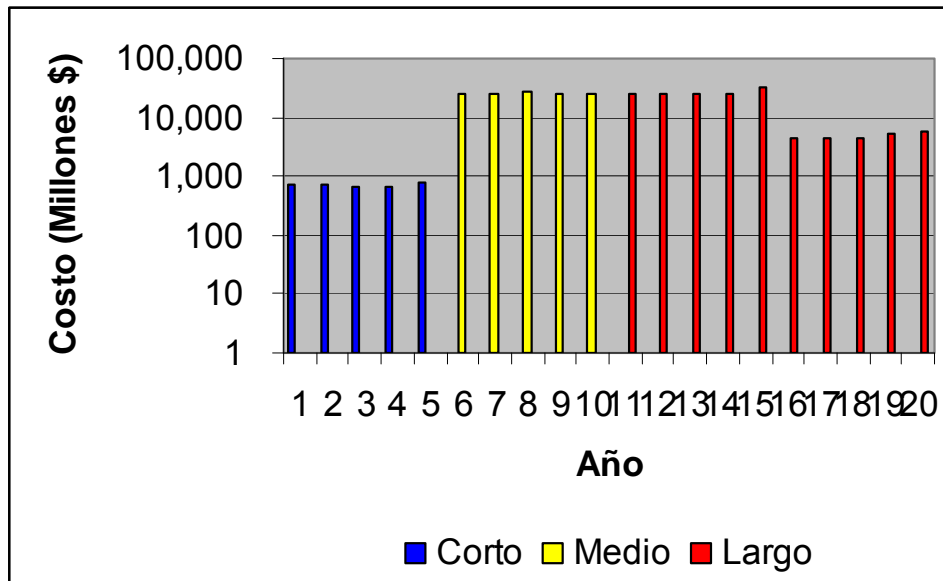
Fuente: Elaboración Propia

Es importante indicar algunas consideraciones usadas para la proposición definitiva del Plan Director, específicamente, el plan de inversiones. Para formular el plan de inversiones no se consideraron los proyectos de tipo hidroeléctrico e industrial ya que ellos son por su naturaleza eminentemente proyectos privados, cuyos propietarios toman consideraciones propias para materializarlos. Una segunda consideración tomada para mantener un presupuesto equilibrado fue dividir los proyectos más caros

en etapas, lo que se hizo con proyectos contenidos en el mediano y largo plazo. De hecho, los proyectos TI-08 y RI-16 fueron temporalizados parcialmente en el mediano y en el largo plazo.

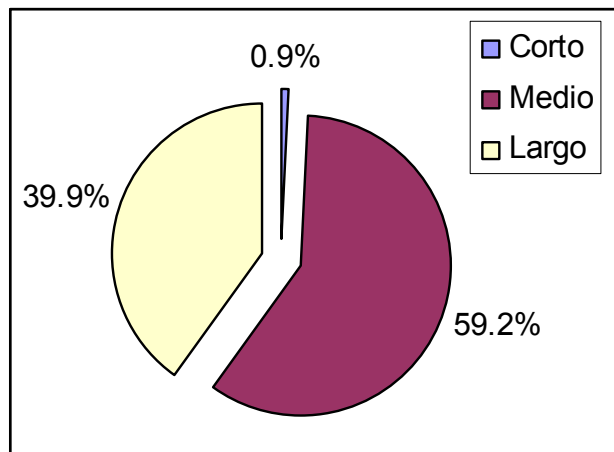
Al analizar los resultados presentados en los cuadros anteriores, se observa una distribución irregular entre los costos de los diferentes proyectos que forman el PD. Esta distribución se muestra en la Figura 7.5-1. Se observa que en el corto plazo el costo anual del plan no supera los mil millones de pesos. Luego durante el mediano plazo y los 5 primeros años del largo plazo, el costo es del orden de 25 mil millones de pesos, el que desciende a unos 5 mil millones de pesos en los últimos 5 años del largo plazo. Posteriormente se presenta en la Figura 7.5-2 la distribución global de costos, la que muestra que el plan de corto plazo representa un 0,9% del costo del PD, el largo plazo representa un 39,9%, y el mediano plazo representa el restante 59,2%. Una de las razones que incide en la gran diferencia en costos está dada por que el costo de los proyectos no es una variable a considerar al momento de priorizar los proyectos.

**FIGURA 7.5-1
FORMULACIÓN PLAN DIRECTOR
DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE COSTOS**



Fuente: Elaboración Propia

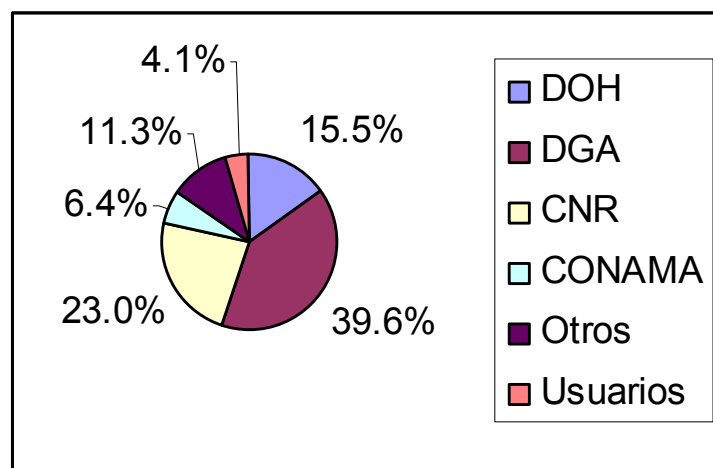
FIGURA 7.5-2
FORMULACIÓN PLAN DIRECTOR
DISTRIBUCIÓN GLOBAL DE COSTOS



Fuente: Elaboración Propia

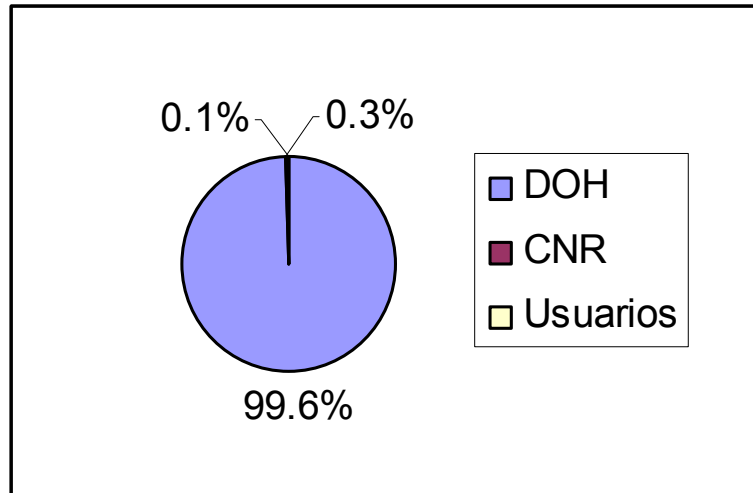
Otro análisis que es de interés es la distribución de costos por institución encargada de la materialización de los proyectos. Para esto, se presentan 2 distribuciones, una para los proyectos no-estructurales en la Figura 7.5-3 y otra para los proyectos estructurales en la Figura 7.5-4.

FIGURA 7.5-3
FORMULACIÓN PLAN DIRECTOR
DISTRIBUCIÓN COSTOS POR INSTITUCIÓN
PROYECTOS NO-ESTRUCTURALES



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 7.5-4
FORMULACIÓN PLAN DIRECTOR
DISTRIBUCIÓN COSTOS POR INSTITUCIÓN
PROYECTOS ESTRUCTURALES



Fuente: Elaboración Propia

En lo que respecta a los proyectos no-estructurales, se tiene que la DGA está encargada de ejecutar la mayor parte del presupuesto asociado a estos proyectos, con un 39,6% del total. En segundo lugar la CNR se encarga de ejecutar un 23,0% del total, y la DOH toma un 15,5% del costo. Adicionalmente, se considera que los usuarios aportarían un 4,1% del total. En el caso de los proyectos estructurales, un 99,6% del costo lo aporta la DOH a través del programa de Agua Potable Rural, y los proyectos de riego. Del restante 0,4%, 0,3% lo aporta la CNR y el restante lo aportan los usuarios. Es importante indicar que la distribución a la que se hace alusión en este acápite, se calculó con la información que se presenta en el acápite siguiente.

Un último elemento para formular el plan es establecer flujos no monetarios asociados a los proyectos. Esto sólo es posible para los proyectos estructurales, ya que son los únicos que se traducen directamente en acciones. En este caso los proyectos estructurales se dividen en 4 categorías: APR, riego, defensas fluviales, e hidroeléctricos. Ahora bien, para estos proyectos no se dispone de toda la información que permite definir estos flujos, ya que si bien son estructurales, la mayoría de ellos están en la etapa de diseño, por lo que los flujos asociados a cada uno de ellos no se conocen completamente.

7.6 IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DIRECTOR

a) Constitución de la Mesa de Aguas Para la Implementación del Plan Director

Dada la política actual de manejo de cuencas hidrográficas, se propone que el Plan Director sea administrado y llevado a cabo por la Mesa Regional de Aguas. Este organismo permite aunar las distintas visiones existentes en lo que respecta al uso de los recursos hídricos en la cuenca. La experiencia nacional en cuencas como la de Copiapó en que existe un alto grado de explotación de las aguas subterráneas, muestra claramente que este tipo de organismo es adecuado para llevar a cabo la tarea de coordinar y dirigir las actividades de los distintos organismos relacionados con el uso del agua en la cuenca.

Los objetivos, funciones y atribuciones de la Mesa de Aguas, están relacionados principalmente con el abastecimiento de las necesidades básicas de la población urbana y rural, incluidos los requerimientos para el desarrollo de las comunidades indígenas, promover una mayor eficiencia en el uso de los recursos hídricos, favorecer la localización del recurso en aquellos usos más beneficiosos desde el punto de vista económico y social, gestionar el presente Plan Director y promover la creación a futuro de la “Corporación Administradora de la Cuenca del Río Maule” (organismo único a nivel de cuenca), entre otros aspectos.

Es necesario indicar, que dada la legislación existente y el constante deseo de descentralizar la toma de decisiones desde el nivel central al nivel regional, se establece la viabilidad y conveniencia de que dicha Mesa de Aguas sea albergada en el Gobierno Regional de la Región del Maule (GORE), y presidida por el Intendente

El Gobierno Regional está constituido fundamentalmente por el Intendente y el Consejo Regional (CORE) como ente de participación de la comunidad. El CORE tiene por finalidad hacer efectiva la participación de la comunidad regional y está investido de facultades normativas, resolutivas y fiscalizadoras.

En los aspectos presupuestarios se tiene el Fondo Nacional de Desarrollo Regional, que es un programa de inversiones, con finalidades de compensación territorial, destinado al financiamiento de acciones en los distintos ámbitos de infraestructura social económica en la región. Corresponderá al Consejo Regional resolver la inversión de los recursos que se asignen a la región.

Los programas, estudios o proyectos correspondientes a inversión sectorial de asignación regional, podrán incluir financiamiento conjunto del Gobierno Regional y del órgano o servicio público correspondiente.

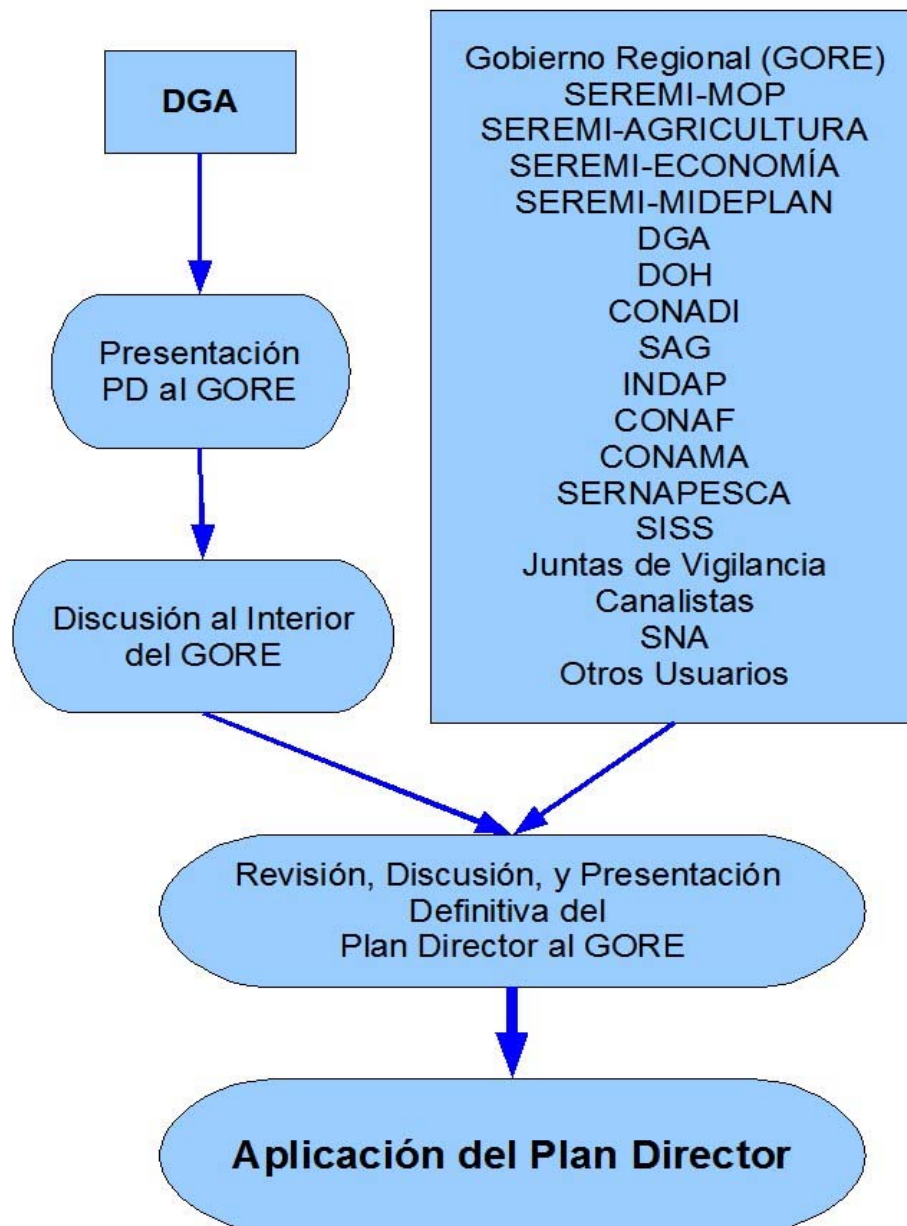
Como puede apreciarse, existen claras ventajas y conveniencias para operar la Mesa de Aguas al alero del Gobierno Regional, siendo el Intendente el que deba presidirla. En efecto, el Gobierno Regional posee facultades de planificación, de tipo resolutivo, de tipo normativo y de coordinación con otros entes públicos.

Por lo anteriormente expuesto, la Mesa será la encargada de gestionar la aplicación del PD, incluyendo el financiamiento que se acuerde, así como de su seguimiento y actualización de acuerdo con los criterios que más adelante se señalan.

En particular debe hacerse notar, que en la actualidad está funcionando la Comisión Regional de Riego que está encargada de coordinar las actividades públicas relacionadas con el riego, lo que demuestra que este tipo de organización es viable. En todo caso, las atribuciones de la Mesa de Aguas son más amplias, ya que no sólo reúne entidades públicas, sino que también incluye la participación de los usuarios, ya sea a nivel de juntas de vigilancia, o asociaciones de canalistas, o algún otro tipo de agrupaciones de usuarios del agua.

Para llevar a cabo lo anterior se requiere de una serie de pasos que permitan entre otras, la creación de la Mesa de Aguas y la aceptación y adopción del Plan por parte de la región. En la Figura 7.6-1 se entrega un diagrama con las acciones secuenciales y paralelas necesarias para la implementación general del Plan.

FIGURA 7.6-1
DIAGRAMA DE FLUJO ADOPCIÓN PLAN DIRECTOR



Fuente: Adaptado de AC-DGA, 2001 (Ref. 3)

b) Recomendaciones Para la Implementación del Plan Director

En lo que sigue se entregan recomendaciones para la implementación del Plan Director que se refieren a la identificación de las instituciones o unidades ejecutoras de cada proyecto, a su forma de participación y una proposición de medidas para la revisión y actualización periódica del Plan Director.

Identificación de las Unidades Ejecutoras: La identificación de las unidades ejecutoras de los proyectos se realiza considerando tanto las características de cada proyecto como las funciones y atribuciones de cada institución participante. Entre las unidades ejecutoras se han incluido a las instituciones públicas y/o privadas, cuando corresponda.

Forma de Participación de las Unidades Ejecutoras. Para la implementación del Plan Director se han identificado cinco actividades principales que comprenden las actividades o acciones necesarias para llevar a cabo el plan. Las actividades son las siguientes: financiamiento, estudio y supervisión, ejecución, operación y labores de soporte técnico.

c) Medidas de Verificación, Seguimiento, y Actualización

La última componente para la formulación del plan director es la definición de medidas de verificación y seguimiento. El objetivo de estas medidas es por una parte verificar el correcto cumplimiento de las metas asociadas al Plan Director, su seguimiento en el tiempo, y de ser necesaria su actualización.

Sobre la Actualización del Diagnóstico: La revisión del plan se inicia por una actualización del diagnóstico de la cuenca. Para ello deberán incluirse los estudios recientes que se hayan ejecutado hasta la fecha de la revisión del plan, así como también los antecedentes relativos a nuevos proyectos en su fase de diseño o en ejecución. Utilizando los antecedentes consignados y analizados en el presente informe, y complementados con los nuevos antecedentes, se deberá ir actualizando el diagnóstico de la cuenca. Ello permitiría eventualmente redefinir algunos problemas y conflictos que deban ser resueltos dentro del nuevo Plan Director. Se sugiere que la primera actualización se realice al término del programa de corto plazo de 5 años.

Sobre la Actualización del Plan Director: Seguidamente, a partir del nuevo diagnóstico y en caso que hubiesen cambios importantes de proyectos o de información base, se deberán evaluar nuevamente algunas alternativas de solución para los problemas y conflictos detectados.

Para ello se puede recurrir a la cartera de proyectos evaluados en el presente estudio y señalados en forma de fichas de proyecto, las que podrían ser modificadas o

complementadas con aquellas nuevas iniciativas que pudieran haber surgido hasta el momento de la actualización del Plan Director. Para este último caso se deberá incluir una evaluación técnico-económica a nivel de perfil, incluyendo aspectos legales y ambientales.

Los proyectos que presenten, de acuerdo a las metodologías exigidas por MIDEPLAN, mayor rentabilidad o que sean sindicados con mayor interés por parte de unos o varios actores de la cuenca (materia que deberá ser considerada por la Comisión Regional de Recursos Hídricos), serán los que se incluirán en el nuevo Plan Director.

El proceso de actualización del diagnóstico y del Plan Director se recomienda que se ejecute inicialmente a los 5 años y luego, al menos cada 5 años con planes quinquenales.

Es importante la secuencia propuesta, ya que ella permitirá ir avanzando en la dirección de las soluciones que los mismos actores de la cuenca han propuesto a sus problemas y así optimizar la gestión de los recursos hídricos en la cuenca del Río Maule.

Indicadores para el Seguimiento del Plan Director: Con el objetivo de verificar los resultados de la ejecución del Plan Director, se sugieren un conjunto de indicadores que permitirían efectuar un seguimiento cuantitativo del Plan Director. Lo anterior permite que las instituciones involucradas en la ejecución y puesta en marcha del plan, y que lo deseen, puedan efectuar las correcciones necesarias en caso de no estarse cumpliendo las metas y directrices planteadas inicialmente.

Estos indicadores permiten tener una visión global sobre el impacto del cumplimiento del Plan Director aceptado en la Región. Cada institución involucrada puede usar estos indicadores o los que estime más convenientes para mejorar su labor.

A grandes rasgos es posible señalar que en la gestión de cuencas existen tres elementos principales a considerar: el hombre, la tierra y el agua. Por ello, la gestión cubre un amplio rango de actividades, cuya medición y evaluación de impactos requiere de procedimientos complejos.

Desafortunadamente, no existen muchas referencias sobre la selección de indicadores comunes para programas integrales de manejo de cuencas, y la mayoría de los existentes hacen alusión a proyectos individuales. En términos generales es necesario poner énfasis en tres tipos de indicadores: de logros, de impactos y externos.

A continuación se describen brevemente los tres tipos de indicadores mencionados y se proponen específicamente las variables a considerar en cada uno según el tipo de proyecto.

Indicadores de logro: Se refieren a los principales logros del proyecto, con relación a la situación original, en términos de logros físicos del proyecto y metas preestablecidas.

En particular, con el objetivo de evaluar los logros alcanzados a través de la materialización de los proyectos estructurales, se han establecido indicadores específicos para cada tipo de proyecto. Estos indicadores permitirían evaluar los beneficios percibidos con la materialización del proyecto, esto es, tanto durante el proceso de construcción como durante el de operación.

Como ya se señaló, para cada tipo de proyecto se definió uno o más indicadores de logros, donde la denominación, unidades, descripción y aplicabilidad de cada uno de ellos se presentan en el Cuadro 7.6-1.

**CUADRO 7.6-1
INDICADORES DE LOGROS PARA CADA TIPO DE PROYECTO**

Tipo de Proyecto	Indicador	Unidad	Descripción
Embalses de Regulación y Tranques de Noche	Mano de obra	Días-Hombre	Mano de obra contratada durante la construcción y/o operación del proyecto
	Seguridad de Riego	%	Seguridad de riego observada en la zona beneficiada tras la materialización del proyecto
	Satisfacción de la Demanda	%	Porcentaje de la demanda suplida durante la temporada de riego, la que se define desde Septiembre a Marzo
	Superficie	ha	Superficie beneficiada (regada) con la materialización del proyecto
Canales de Regadío	Mano de obra	Días-Hombre	Mano de obra contratada durante la construcción del proyecto
	Seguridad de Riego	%	Seguridad de riego observada en la zona beneficiada tras la materialización del proyecto
	Satisfacción de la Demanda	%	Porcentaje de la demanda suplida durante la temporada de riego, la que se define desde Septiembre a Marzo
	Superficie	ha	Superficie beneficiada (regada) con la materialización del proyecto
	Longitud	km	Longitud de canales construidos (primarios y/o secundarios)
Tecnificación del Riego	Seguridad de Riego	%	Seguridad de riego observada en la zona beneficiada tras la materialización del proyecto
	Satisfacción de la Demanda	%	Porcentaje de la demanda suplida durante la temporada de riego, la que se define desde Septiembre a Marzo
	Superficie	ha	Superficie tecnificada con la materialización del proyecto: -Nuevo riego -Mejora tecnificación -Cambia riego no-tecnificado a tecnificado
Riego con Agua Subterránea	Seguridad de Riego	%	Seguridad de riego observada en la zona beneficiada tras la materialización del proyecto
	Satisfacción de la Demanda	%	Porcentaje de la demanda suplida durante la temporada de riego, la que se define desde Septiembre a Marzo
	Pozos	Nº	Cantidad de pozos perforados
	Caudal	L/s	Caudal extraído para riego
	Superficie	ha	Superficie beneficiada (regada) con la materialización del proyecto
Sistemas de Agua Potable	Beneficiarios	viv.	Cantidad de viviendas a las cuales abastece la red de agua potable
	Longitud	km	Longitud de la red de agua potable construida
Colectores de Aguas Lluvias	Longitud	km	Longitud de colectores de aguas lluvias construidos
	Superficie	ha	Superficie
Sistemas de Alcantarillado	Beneficiarios	Viv	Cantidad de viviendas a las cuales sirve la red de recolección, conducción, tratamiento y disposición final de aguas servidas.
	Longitud	km	Longitud de la red de alcantarillado construida
Defensas Fluviales	Longitud	Km	Longitud de defensas fluviales construidos
Red Hidrometeorológica	Estaciones	Nº	Cantidad de estaciones incorporadas a la red hidrometeorológica
Red de Medición de Aguas Subterráneas	Pozos	Nº	Cantidad de pozos incorporados a la red de medición de niveles de aguas subterráneas
Desarrollo Forestal	Superficie	ha	Superficie beneficiada con los planes de manejo y forestación

Fuente: Adaptado de AC-DGA, 2001 (Ref. 3)

Indicadores de impacto: Los indicadores de impacto miden los efectos directos e indirectos que el proyecto tiene sobre el ambiente físico y socioeconómico. Se refieren a los efectos de la operación del proyecto y su nivel de desempeño sobre los beneficiarios, tanto dentro como fuera del área de influencia del proyecto. La selección de los indicadores de impacto es más difícil y se basa en el alcance y naturaleza del proyecto y del medio ambiente original.

Dentro de esta categoría, se pueden diferenciar en dos tipos de indicadores de impacto; unos referidos al ambiente físico o indicadores físicos y otros sobre el impacto en el medio socioeconómico o indicadores socioeconómicos.

Entre los indicadores físicos figuran los que se refieren a aspectos tales como el suelo, la hidrología, el uso de la tierra y la calidad del agua, por ejemplo; cobertura de erosión, desbordes o inundaciones evitadas en zonas críticas, cumplimiento de las normas de calidad en los cursos de agua, reducción de la tasa de infecciones relacionadas con la contaminación bacteriológica de las aguas, etc.

Entre los indicadores socioeconómicos están los ingresos de la población y su distribución, grado de ocupación o porcentaje de cesantía, demografía, valor de las tierras y cambios en los rendimientos y producción.

Dichos indicadores deben evaluarse luego de efectuados los proyectos y una vez transcurrido un tiempo suficiente como para que se aprecien los efectos del mismo en el entorno físico y social.

Indicadores externos: Los indicadores externos se refieren a factores que están fuera del control de la administración del proyecto, tal como los efectos inesperados sobre productos agrícolas, y las condiciones climáticas, entre otras.

7.7 RESUMEN IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DIRECTOR

Se presenta en el Cuadro 7.7-1 para cada uno de los proyectos, las entidades ejecutoras, las medidas de ejecución y otros elementos para caracterizar el Plan Directos. En este cuadro se utiliza la siguiente nomenclatura:

F: Financiamiento

E: Realización del estudio

C: Ejecución del Proyecto

O: Operación

T: Soporte técnico

ND: No Disponible

CUADRO 10.9-1
CARACTERIZACIÓN DE LOS PROYECTOS INCLUIDOS EN EL PLAN DIRECTOR

ACTIVIDADES	PLAZO DE EJECUCIÓN	UNIDAD EJECUTORA	TIPO DE PROYECTO	RESPONSABILIDAD					COSTO (Millones \$)	DURACIÓN (Meses)	MEDIO DE VERIFICACIÓN (Indicadores)	FRECUENCIA DE MEDICIÓN		
				F	E	C	O	T						
RI-01 Elevación Mecánica Caliboro	Mediano	DOH	E	X	X	X	-	X	4.119,3	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses		
		USUARIOS		X	-	-	X	-			Superficie	Una vez finalizado el proyecto cada 1 año (en temporada de riego)		
RI-02 Sistema de Riego Embalse Carretones	Largo	DOH	E	X	X	X	-	X	8,1	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses		
		USUARIOS		-	-	-	X	-	ND	ND	Superficie	Anual		
											Seguridad de riego	Anual / Quinquenal		
RI-03 Embalse Río Claro	Largo	DOH	E	X	X	X	-	X	ND	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses		
		USUARIOS		-	-	-	X	-			ND	ND	Superficie	Anual
													Seguridad de riego	Anual / Quinquenal
RI-04 Sistema de Riego Embalse Perquilauquén	Largo	DOH	E	X	X	X	-	X	ND	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses		
		USUARIOS		X	-	-	X	-			ND	ND	Superficie	Anual
													Seguridad de riego	Anual / Quinquenal
RI-05 Actualización Estudio Diseño de Obras de Riego Sistema Canal Maule Norte	Corto	DOH	E	X	X	X	-	X	2.305,8	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses		
		USUARIOS		X	-	-	X	-			ND	ND	Seguridad de riego	Anual / Quinquenal
RI-06 Construcción de Embalse para Mejoramiento y Ampliación Áreas de Riego Sistema Río Longaví	Largo	DOH	E	X	X	X	-	X	46.321,7	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses		
		USUARIOS		-	-	-	X	-			ND	ND	Superficie	Anual
													Seguridad de riego	Anual / Quinquenal
RI-07 Pequeños Proyectos en la Provincia de Cauquenes	Mediano	DOH	E	X	X	X	-	X	256,3	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses		
		USUARIOS		-	-	-	X	-			ND	ND	Superficie	Una vez finalizado el proyecto cada 1 año (en temporada de riego)
RI-08 Embalse Ancoa	Mediano	DOH	E	X	X	X	-	X	50.782,6	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses		
		USUARIOS		X	-	-	X	-			ND	ND	Superficie	Anual
													Seguridad de riego	Anual / Quinquenal

CUADRO 10.9-1
CARACTERIZACIÓN DE LOS PROYECTOS INCLUIDOS EN EL PLAN DIRECTOR
 (Continuación)

ACTIVIDADES	PLAZO DE EJECUCIÓN	UNIDAD EJECUTORA	TIPO DE PROYECTO	RESPONSABILIDAD					COSTO (Millones \$)	DURACIÓN (Meses)	MEDIO DE VERIFICACIÓN (Indicadores)	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	
				F	E	C	O	T					
RI-09	Mejoramiento Readecuación del Riego Sector Maule Sur	Mediano	DOH	E	X	X	X	-	X	14.494,3	ND	Cálculo Eficiencia Conducción mediante aforos	Bianual
					USUARIOS	-	-	-	X			-	Seguridad de riego
RI-10	Construcción Embalse San Juan de Quirihue	Largo	DOH	E	X	X	X	-	X	150,0	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses
					USUARIOS	-	-	-	X			-	Superficie
RI-11	Construcción Mejoramiento Sistema de Riego Embalse Tutuvén	Largo	DOH	E	X	X	X	-	X	123,0	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses
					USUARIOS	-	-	-	X			-	Superficie
RI-12	Construcción Sistema de Riego Loncomilla	Mediano	DOH VII REGIÓN	E	X	X	X	-	X	491,8	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses
					USUARIOS	-	-	-	X			-	Superficie
RI-13	Construcción Sistema de Riego Purapel. VII - Región	Largo	DOH VII REGIÓN	E	X	X	X	-	X	455,6	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses
					USUARIOS	-	-	-	X			-	Superficie
RI-15	Construcción Sistema de Riego Embalse Junquillar	Mediano	DOH	E	X	X	X	-	X	3.168,2	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses
					USUARIOS	X	-	-	X			-	Superficie
RI-16	Embalse Multipropósito Guaiquivilo	Mediano	ENDESA	E	X	X	X	X	X	156.816,9	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses
					DOH	X	X	X	X			X	Superficie
RI-16	Embalse Multipropósito Guaiquivilo	Mediano	USUARIOS	E	-	-	-	X	-	156.816,9	ND	Seguridad de riego	Anual / Quinquenal
					USUARIOS	-	-	-	X			-	Energía generada
AP-05	Construcción Sistema de APR Localidad Las Vegas de Salas	Corto	DOH VII REGIÓN	E	X	X	X	-	X	39,2	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses
					USUARIOS	X	-	-	X			-	Superficie
AP-07	Ampliación APR San Antonio Hacia Sector Pichirincón	Corto	DOH VII REGIÓN	E	X	X	X	-	X	12,9	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses
					USUARIOS	X	-	-	X			-	Superficie
AP-08	Ampliación y Mejoramiento Servicio APR Los Batros Hacia el Refugio	Corto	DOH VII REGIÓN	E	X	X	X	-	X	12,7	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses
					USUARIOS	X	-	-	X			-	Superficie

CUADRO 10.9-1
CARACTERIZACIÓN DE LOS PROYECTOS INCLUIDOS EN EL PLAN DIRECTOR
(Continuación)

ACTIVIDADES	PLAZO DE EJECUCIÓN	UNIDAD EJECUTORA	TIPO DE PROYECTO	RESPONSABILIDAD					COSTO (Millones\$)	DURACIÓN (Meses)	MEDIO DE VERIFICACIÓN (Indicadores)	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	
				F	E	C	O	T					
AP-10	Ampliación Servicio APR San Alejo a Machicura Norte	Corto	E	DOH VII REGIÓN	X	X	X	-	X	13,1	ND	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
				USUARIOS	X	-	-	X	-				
AP-12	Construcción Servicio APR Vaquería	Corto	E	DOH VII REGIÓN	X	X	X	-	X	438,1	ND	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
				USUARIOS	X	-	-	X	-				
AP-13	Instalación Servicio APR La Gotera, San Javier	Corto	E	DOH VII REGIÓN	X	X	X	-	X	13,1	ND	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
				USUARIOS	X	-	-	X	-				
AP-15	Construcción Servicio APR Santa Rosa de Lavadero	Corto	E	DOH VII REGIÓN	X	X	X	-	X	14,6	ND	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
				USUARIOS	X	-	-	X	-				
AP-17	Construcción Servicio APR El Estero	Corto	E	DOH VII REGIÓN	X	X	X	-	X	14,6	ND	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
				USUARIOS	X	-	-	X	-				
AP-18	Instalación Servicio APR Palmas de Toconey	Corto	E	DOH VII REGIÓN	X	X	X	-	X	20,1	ND	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
				USUARIOS	X	-	-	X	-				
AP-19	Construcción Servicio APR. Localidad de Paso Ancho	Corto	E	DOH VII REGIÓN	X	X	X	-	X	49,6	ND	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
				USUARIOS	X	-	-	X	-				
AP-20	Construcción Servicio APR. Carretones – Bocatoma	Corto	E	DOH VII REGIÓN	X	X	X	-	X	14,6	ND	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
				USUARIOS	X	-	-	X	-				
AP-22	Construcción Servicio APR. La Isla – Picazo Bajo	Corto	E	DOH VII REGIÓN	X	X	X	-	X	14,6	ND	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
				USUARIOS	X	-	-	X	-				
AP-24	Construcción Servicio APR. La Placeta	Corto	E	DOH VII REGIÓN	X	X	X	-	X	14,6	ND	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
				USUARIOS	X	-	-	X	-				
AP-25	Construcción Servicio APR. Las Garzas – La Suiza	Corto	E	DOH VII REGIÓN	X	X	X	-	X	14,6	ND	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
				USUARIOS	X	-	-	X	-				
AP-26	Construcción Servicio APR Carrizal	Corto	E	DOH VII REGIÓN	X	X	X	-	X	14,9	ND	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
				USUARIOS	X	-	-	X	-				
AP-27	Ampliación y Mejoramiento Servicio APR San Dionisio	Corto	E	DOH VII REGIÓN	X	X	X	-	X	14,2	ND	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
				USUARIOS	X	-	-	X	-				
AP-34	Ampliación y Mejoramiento Servicio APR Camarico	Corto	E	DOH VII REGIÓN	X	X	X	-	X	14,6	ND	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
				USUARIOS	X	-	-	X	-				
AP-33	Ampliación Servicio APR Vara Guesa	Corto	E	DOH VII REGIÓN	X	X	X	-	X	14,6	ND	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
				USUARIOS	X	-	-	X	-				
AP-34	Ampliación Servicio APR El Carmen	Corto	E	DOH VII REGIÓN	X	X	X	-	X	14,6	ND	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
				USUARIOS	X	-	-	X	-				
AP-35	Estudio Hidrogeológico e Hidrológico. Localidad de Corel	Corto	E	DOH VII REGIÓN	X	X	X	-	X	21,6	ND	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
				USUARIOS	X	-	-	X	-				
AP-36	Estudio Hidrogeológico e Hidrológico. Localidad de Palhua	Corto	E	DOH VII REGIÓN	X	X	X	-	X	26,8	ND	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
				USUARIOS	X	-	-	X	-				

CUADRO 10.9-1
CARACTERIZACIÓN DE LOS PROYECTOS INCLUIDOS EN EL PLAN DIRECTOR
 (Continuación)

ACTIVIDADES	PLAZO DE EJECUCIÓN	UNIDAD EJECUTORA	TIPO DE PROYECTO	RESPONSABILIDAD					COSTO (Millones \$)	DURACIÓN (Meses)	MEDIO DE VERIFICACIÓN (Indicadores)	FRECUENCIA DE MEDICIÓN
				F	E	C	O	T				
EN-01 Central Hidroeléctrica Melado Bajo	Mediano	COLBÚN S.A.	E	X	X	X	X	X	22.071,6	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses
											Energía generada - Operación	Mensual / Anual
											Caudal generado - Operación	Mensual / Anual
EN-02 Embalse Guaiquivilo	Mediano	ENDESA S.A.	E	X	X	X	X	X	156.816,8	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses
											Energía generada - Operación	Mensual / Anual
											Caudal generado - Operación	Mensual / Anual
EN-03 Central Hidroeléctrica Melado Alto	Mediano	COLBÚN S.A.	E	X	X	X	X	X	ND	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses
											Energía generada - Operación	Mensual / Anual
											Caudal generado - Operación	Mensual / Anual
EN-04 Central Hidroeléctrica Travesía	Largo	COLBÚN S.A.	E	X	X	X	X	X	ND	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses
											Energía generada - Operación	Mensual / Anual
											Caudal generado - Operación	Mensual / Anual
EN-05 Central Hidroeléctrica Los Cóndores	Largo	ENDESA S.A.	E	X	X	X	X	X	ND	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses
											Energía generada - Operación	Mensual / Anual
											Caudal generado - Operación	Mensual / Anual
EN-06 Central Hidroeléctrica San Clemente	Largo	COLBÚN S.A.	E	X	X	X	X	X	6.387,6	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses
											Energía generada - Operación	Mensual / Anual
											Caudal generado - Operación	Mensual / Anual

CUADRO 10.9-1
CARACTERIZACIÓN DE LOS PROYECTOS INCLUIDOS EN EL PLAN DIRECTOR
 (Continuación)

ACTIVIDADES	PLAZO DE EJECUCIÓN	UNIDAD EJECUTORA	TIPO DE PROYECTO	RESPONSABILIDAD					COSTO (Millones \$)	DURACIÓN (Meses)	MEDIO DE VERIFICACIÓN (Indicadores)	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	
				F	E	C	O	T					
EN-07	Central Hidroeléctrica Lircay	Largo	HIDROMAULE S.A.	E	X	X	X	X	X	10.930,0	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses
												Energía generada - Operación	Mensual / Anual
												Caudal generado - Operación	Mensual / Anual
EN-08	Minicentral Hidroeléctrica Ojos de Agua	Largo	ENDESA ECO	E	X	X	X	X	X	ND	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses
												Energía generada - Operación	Mensual / Anual
												Caudal generado - Operación	Mensual / Anual
EN-09	Minicentral Sin Nombre ANSM S.A	Mediano	ANSM S.A.	E	X	X	X	X	X	ND	ND	Mano de obra - Construcción	6 meses
												Energía generada - Operación	Mensual / Anual
												Caudal generado - Operación	Mensual / Anual
IN-01	Planta separadora de sólidos y disposición de Riles para riego	Corto	-	E	X	X	X	X	X	9,0	ND	Autocontrol DS 90	Mensual
												N° Sanciones SISS	Anual
DF-02	Conservación Obras Portuarias Menores 2007, Región Del Maule	Mediano	OBRAS PORTUARIAS VII REGIÓN	E	X	X	X	-	X	12,6	ND	Informes de etapa	Según términos de referencia
												Informe final	Una vez finalizado el estudio
AL-01	Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de Talca	Largo	DOH	NE	X	X	X	X	X	12,0	ND	Informes de etapa	Según términos de referencia
												Informe final	Una vez finalizado el estudio
BO-01	Formulación de Normas de Manejo de Bosque Nativo	Largo	CONAF	NE	X	X	X	-	X	281,0	ND	Estudio caracterización finalizado	Según términos de referencia
												Estudio inventario forestal finalizado	Según términos de referencia
												Desarrollo de estudios específicos	Según términos de referencia

CUADRO 10.9-1
CARACTERIZACIÓN DE LOS PROYECTOS INCLUIDOS EN EL PLAN DIRECTOR
 (Continuación)

ACTIVIDADES	PLAZO DE EJECUCIÓN	UNIDAD EJECUTORA	TIPO DE PROYECTO	RESPONSABILIDAD					COSTO (Millones \$)	DURACIÓN (Meses)	MEDIO DE VERIFICACIÓN (Indicadores)	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	
				F	E	C	O	T					
PD-RI-01	Diagnóstico de la Infraestructura Actual de Canales Principales y Secundarios de la Cuenca	Corto	DOH	NE	X	X	X	-	X	174,1	10	Informes de etapa	Según términos de referencia
			CNR		X	-	-	-	X			Informe final	Una vez finalizado el estudio
			USUARIOS		X	-	-	-	-				
PD-RI-02	Pronóstico de Disponibilidad de Agua por Temporada de Riego	Mediano	DGA	NE	X	X	X	-	X	61,8	6	Informes de etapa	Según términos de referencia
PD-RI-03	Evaluación del Mejoramiento y/o Emplazamiento de Tranques de Regulación Nocturna	Mediano	CNR	NE	X	X	X	-	X	215,3	12	Informes de etapa	Según términos de referencia
			DOH		X	X	X	X	X			Informe final	Una vez finalizado el estudio
PD-RI-04	Análisis del Efecto de Tecnificación del Riego para la Situación Actual de la Cuenca	Mediano	CNR	NE	X	X	X	-	X	249,9	12	Informes de etapa	Según términos de referencia
			DOH		X	X	X	-	X			Informe final	Una vez finalizado el estudio
PD-RI-05	Análisis de Cambios en la Situación Agropecuaria en la Cuenca del Río Maule	Mediano	CNR	NE	X	X	X	-	X	307,3	15	Informes de etapa	Según términos de referencia
			DOH		X	X	X	-	X			Informe final	Una vez finalizado el estudio
PD-RI-06	Programa de Construcción de Embalses Medianos y Mayores	Mediano/Largo	DOH	NE y E	X	X	X	X	X	1.701,9	72	Informe final prefactibilidad	Una vez finalizado el estudio
												Informe final factibilidad	Una vez finalizado el estudio
												Informe final diseño	Una vez finalizado el estudio
			CNR		X	X	X	-	X			Programa de construcción	Una vez finalizado el estudio
											% Cumplimiento Programa - Construcción	Semestral	
PD-RI-07	Tecnificación Extrapredial en el Riego	Mediano	DOH	NE y E	X	X	X	-	X	231,4	12	Informe final evaluación	Una vez finalizado el estudio
			CNR		X	X	X	-	X			Nº obras puestas en marcha en plan piloto	Trimestral
PD-RH-01	Estudiar los Proyectos Resultantes de EN-10 a Nivel de Prefactibilidad	Corto	CNE	NE	X	X	X	-	X	65,1	6	Informe Diseños Prefactibilidad	Una vez finalizado el estudio
			DGA		-	-	-	-	X				
			DOH		-	-	-	-	X				
			CNR		X	-	-	-	X				
			CONAMA		-	-	-	-	X				
			CORFO		-	-	-	-	X				

CUADRO 10.9-1
CARACTERIZACIÓN DE LOS PROYECTOS INCLUIDOS EN EL PLAN DIRECTOR
 (Continuación)

ACTIVIDADES	PLAZO DE EJECUCIÓN	UNIDAD EJECUTORA	TIPO DE PROYECTO	RESPONSABILIDAD					COSTO (Millones \$)	DURACIÓN (Meses)	MEDIO DE VERIFICACIÓN (Indicadores)	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	
				F	E	C	O	T					
PD-RH-02	Estudio para la Determinación de una Nueva Metodología para la Determinación de Caudales Ecológicos y su Aplicación y Efectos en la Cuenca del Río Maule	Largo	DGA	X	X	X	X	X	789,1	36	Informes de etapa	Según términos de referencia	
			CONAMA	-	-	-	-	X			Informe final	Una vez finalizado el estudio	
PD-RH-03	Simulación de Distintos Escenarios de Cambio Climático en la Cuenca	Largo	DGA	X	X	X	-	X	161,7	12	Informes de etapa	Según términos de referencia	
			CONAMA	X	X	X	-	X			Informe final	Una vez finalizado el estudio	
PD-RH-04	Acceso a los Diversos Estudios de Modelación a través del Sitio Web de la DGA	Largo	DGA	NE	X	X	X	X	X	27,2	3	Nº visitas sitio web	Mensual
												Nº de estudios descargados	Mensual
PD-RH-05	Establecer Metodología para el Pronóstico de Sequías de Manera de Establecer Planes de Acción Anticipados a los Periodos Críticos	Corto	DGA	NE	X	X	X	X	X	198,6	12	Aprobación Plan de Contingencia	Una vez finalizado el estudio
			DOH		-	-	-	-	X			Nº Sequías efectivas pronosticadas	Quinquenal
			CNR		X	X	-	-	X			Nº Sequías no pronosticadas	Quinquenal
PD-RH-06	Diseño de un Sistema de Alerta Frente a Procesos Meteorológicos Extremos	Corto	ONEMI	NE	X	-	-	X	X	266,9	15	Aprobación Plan de Contingencia	Una vez finalizado el estudio
			DGA		X	X	X	X	X				
			DOH		-	-	-	X	X				
			CNE		-	-	-	X	X				
			GOBIERNO REGIONAL		X	-	-	X	-			Aprobación Sistema de Alerta	Una vez finalizado el estudio
			INTENDENTE		-	-	-	X	-				
			GOBERNACIÓN		-	-	-	X	-				
MUNICIPIOS				X	X	Aplicación simulacro exitosa	Bianual						
PD-AS-01	Estudio de Diagnóstico sobre la Necesidad de Implementación de Soluciones de Tratamiento de Aguas Servidas en los Sectores Rurales de la Cuenca del Río Maule	Corto	DGA	NE	X	X	X	-	X	113,6	9	Informes de etapa	Según términos de referencia
			SISS		-	-	-	-	X			Informe final	Una vez finalizado el estudio
			CONAMA		X	-	-	-	X				
PD-DF-01	Estudio de ordenamiento territorial de los lechos de los cauces de la cuenca del río Maule	Largo	DOH	NE	X	X	X	-	X	311,2	15	Informes de etapa	Según términos de referencia
			DV		-	-	-	-	X			Informe final	Una vez finalizado el estudio

CUADRO 10.9-1
CARACTERIZACIÓN DE LOS PROYECTOS INCLUIDOS EN EL PLAN DIRECTOR
 (Continuación)

ACTIVIDADES	PLAZO DE EJECUCIÓN	UNIDAD EJECUTORA	TIPO DE PROYECTO	RESPONSABILIDAD					COSTO (Millones \$)	DURACIÓN (Meses)	MEDIO DE VERIFICACIÓN (Indicadores)	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	
				F	E	C	O	T					
PD-RM-01	Mejoramiento de la Red de Monitoreo de los Recursos Hídricos	Mediano	DGA	NE	X	X	X	X	X	256,6	12	Nº nuevos parámetros medición	Una vez finalizado el estudio
												Nº nuevas estaciones de calidad de aguas superficiales y subterráneas propuestas	Una vez finalizado el estudio
												Nº nuevas obras medición sedimentométrica propuestas	Una vez finalizado el estudio
												Nº estaciones fluviométricas modificadas o nuevas propuestas	Una vez finalizado el estudio
												Nº estaciones pluviométricas modificadas o nuevas propuestas	Una vez finalizado el estudio
PD-CA-01	Estudio de la Contaminación de las Aguas Superficiales Conducidas a Través de Canales de Regadío	Corto	USUARIOS	NE	X	X	-	-	-	227,2	15	Informes de etapa	Según términos de referencia
			DGA		-	X	X	X	X			Informe final	Una vez finalizado el estudio
			CNR		X	X	X	X	X			Nº acciones puestas en marcha en plan	Trimestral
PD-CA-02	Evaluación de Requerimientos para una Correcta Fiscalización a Establecimientos Emisores de RILES	Corto	SISS	NE	X	X	X	X	X	60,3	6	Informes de etapa	Según términos de referencia
												Informe final	Una vez finalizado el estudio
PD-CA-03	Diseño de un Instrumento para el Fomento de la Evaluación, Control y Mitigación de la Contaminación del Agua de los Sistemas Subterráneos de la Cuenca	Mediano	DGA	NE	X	X	X	-	X	36,8	6	Instrumento aprobado	Una vez finalizado el estudio
			SAG		X	-	-	X	X			Monto destinado al instrumento	Anual
			CNR		X	X	X	-	X				

CUADRO 10.9-1
CARACTERIZACIÓN DE LOS PROYECTOS INCLUIDOS EN EL PLAN DIRECTOR
 (Continuación)

ACTIVIDADES	PLAZO DE EJECUCIÓN	UNIDAD EJECUTORA	TIPO DE PROYECTO	RESPONSABILIDAD					COSTO (Millones \$)	DURACIÓN (Meses)	MEDIO DE VERIFICACIÓN (Indicadores)	FRECUENCIA DE MEDICIÓN
				F	E	C	O	T				
PD-CA-04 Capacitación a Dirigentes de las Organizaciones de Usuarios de Aguas en Medición de Parámetros de Calidad	Mediano	DGA	NE	X	X	X	-	-	32,3	4	Nº Personas Capacitadas	Una vez ejecutados los talleres
		USUARIOS		X	-	-	X	-			% Cumplimiento Plan Monitoreo	Semestral
		SAG		-	-	-	-	X				
		CONAMA		-	-	-	-	X				
		CENMA		-	-	-	-	X				
PD-CA-05 Sistema de Gestión en Tiempo Real de la Calidad del Agua	Corto	DGA	NE	X	X	X	-	X	424,1	36	Nº estaciones implementadas	Luego etapa implementación
		CONAMA		-	-	-	-	X			Nº de organizaciones participantes	Semestral
		USUARIOS		X	X	X	X	-			% funcionamiento sistema gestión	Semestral
PD-EA-01 Educación Ambiental: Los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Maule	Largo	DGA	NE	X	X	X	X	-	531,0	36	Nº empresas sanitarias asociadas	Anual
		CNR		-	X	X	-	-			Nº publicaciones asociadas al programa	Semestral
		UGAT		-	X	X	-	-			Nº personas receptoras campañas difusión	Anual
		CONAMA		X	X	X	X	X			Inclusión tema recursos hídricos a malla curricular	Bianual
		SEREMI MINEDUC		X	X	X	-	X			Visitas colegios a terreno relacionadas al programa	Anual
		E. SANITARIAS		X	-	X	-	-				
		SISS		-	-	X	-	-				
		USUARIOS		X	-	X	-	-				
SERNATUR	X	-	X	-	-							
PD-MN-01 Estudio de Diagnóstico de los Humedales y Áreas de Importancia Presentes en la Región. Propuesta de Manejo Sustentable de los Mismos	Largo	CONAMA	NE	X	X	X	-	X	204,2	12	Informes de etapa	Según términos de referencia
		DGA		-	-	-	-	X				
		UGAT		-	-	-	-	X				
		SERNATUR		-	-	-	-	X			Informe final	Una vez finalizado el estudio

CUADRO 10.9-1
CARACTERIZACIÓN DE LOS PROYECTOS INCLUIDOS EN EL PLAN DIRECTOR
 (Continuación)

ACTIVIDADES	PLAZO DE EJECUCIÓN	UNIDAD EJECUTORA	TIPO DE PROYECTO	RESPONSABILIDAD					COSTO (Millones \$)	DURACIÓN (Meses)	MEDIO DE VERIFICACIÓN (Indicadores)	FRECUENCIA DE MEDICIÓN						
				F	E	C	O	T										
PD-MN-02	Evaluación de Instrumento que Exija Compensar, Mediante la Forestación y/o Reforestación, el Aumento del Coeficiente de Escorrentía en Proyectos de Infraestructura	Largo	NE	DGA	X	X			X	80,0	6	Aprobación instrumento	Una vez finalizado el estudio					
				DOH	-	-	-	-	X									
				CONAF	-	-	-	-	X									
																	Nº aplicaciones instrumento	Anual
				SAG	-	-	-	-	X									
				CORFO	-	-	-	-	X									
				DV	-	-	-	-	X									
MUNICIPIOS			X	X														
PD-TU-01	Plan de Desarrollo Turístico y Recreacional Entorno a los Cauces, para la Cuenca del Maule	Largo	NE	DOH	X	X	X	X	X	104,1	9	Informe Diseño Plan	Una vez finalizado el estudio					
				DGA	-	-	-	-	X									
				SERNATUR	X			X	X									
				CONAMA	-	-	-	X	X									
				UGAT	-	-	-	-	X									
PD-TU-02	Plan de Aprovechamiento Turístico y Desarrollo Ecológico de Zonas Frecuentemente Inundables, para la Cuenca del Maule	Largo	NE	DOH	X	X	X	X	X	80,0	6	Informe Diseño Plan	Una vez finalizado el estudio					
				DGA		X	-	-	X									
				SERNATUR	-	-	-	-	X									
				CONAMA	X	-	-	-	X									
				UGAT	-	-	-	-	X									
PD-LG-01	Nuevas Modificaciones al Código de Aguas	Largo	NE	DGA	X	X	X	-	X	26,1	2	Cambios legislativos	Quinquenal					
				UGAT	-	-	-	-	X									
PD-LG-02	Elaboración de un Manual de Aplicación del Código de Aguas	Largo	NE	DGA	X	X	X	-	X	113,2	8	Nº receptores manual	Semestral					
PD-LG-03	Incremento en el Control de la Contaminación Hídrica por vía Legislativa	Largo	NE	SISS	X	X	X	X	X	57,3	6	Cambios legislativos	Quinquenal					
				DGA	-	-	-	X	X									
				CONAMA	-	-	-	X	X									
				DIRECTEMAR	-	-	-	X	X									
PD-LG-04	Proposición de un Instrumento Normativo para la Correcta Disposición de Envases de Pesticidas	Mediano	NE	CONAMA	X	X	X	X	X	28,5	6	Cambios legislativos	Quinquenal					
				CNR	X	-	-	-	X									
				SAG	-	-	-	-	X									
PD-LG-05	Formulación Participativa de una Norma Secundaria de Calidad Ambiental para Aguas Continentales Superficiales	Mediano	NE	CONAMA	X	X	X	X	X	370,2	6	Anteproyecto Norma Secundaria	Anual					
				DGA	X	-	-	X	X			Norma Secundaria	Anual					
				SAG	-	-	-	X	X									
PD-GT-01	Jornadas de difusión sobre las Modificaciones al Código de Aguas realizadas en el año 2005	Mediano	NE	DGA	X	X	X	-	X	95,3	6	Nº Receptores talleres analizados por género	Mensual					
				CNR	X	X	X	-	X									

CUADRO 10.9-1
CARACTERIZACIÓN DE LOS PROYECTOS INCLUIDOS EN EL PLAN DIRECTOR
 (Continuación)

ACTIVIDADES	PLAZO DE EJECUCIÓN	UNIDAD EJECUTORA	TIPO DE PROYECTO	RESPONSABILIDAD					COSTO (Millones \$)	DURACIÓN (Meses)	MEDIO DE VERIFICACIÓN (Indicadores)	FRECUENCIA DE MEDICIÓN	
				F	E	C	O	T					
PD-GT-02	Estudio Sobre el Impacto del Cobro de Patentes por No Uso de Derechos de Aguas en la Cuenca	Largo	DGA	NE	X	X	X	-	X	37,3	4	Informes de etapa	Según términos de referencia
													Informe final
PD-GT-03	Transferencia de Información entre Agencias Públicas y Organizaciones de Usuarios de Aguas	Corto	DGA	NE	X	X	X	X	X	57,1	6	Nº convenios realizados	Bimensual
			USUARIOS		-	-	X	X	-				
			DOH		-	-	X	X	-				
			DV		-	-	X	X	-				
			UGAT		-	-	X	X	-				
			OP		-	-	X	X	-				
			CNR		-	-	X	X	-				
			SINIA		-	-	X	X	X				
SNIT	-	-	X	X	X								
PD-GT-04	Centralización de la Información Geográfica a través de un Sistema Integrado Único Nacional	Mediano	DGA	NE	X	X	X	X	X	206,1	15	Nº investigadores que acceden a la información	Mensual
			MINISTERIO BIENES NACIONALES (SNIT)		-	-	-	-	X				
			DOH		-	-	-	-	X				
			UGAT		-	-	-	-	X				
			DIRPLAN		-	-	-	-	X				
			OP		-	-	-	-	X				
			CNR		-	-	-	-	X				
			SINIA		-	-	-	-	X				
ORGANIZACIONES DE USUARIOS	X	-	-	-	X								
PD-GT-05	Diseño de Instrumento para el Fomento del Perfeccionamiento del Personal e Integración de Profesionales en las Organizaciones de Usuarios de Aguas	Mediano	DGA	NE	X	X	X	-	X	53,7	6	Aprobación instrumento	Una vez finalizado el estudio
			ORGANIZACIONES DE USUARIOS		X	-	-	-	-			Nº beneficiarios por institución	Mensual
			CORFO		-	-	-	X	X				
PD-GT-06	Fortalecimiento Organizacional y Vinculación con el Territorio en las Organizaciones de Usuarios de Aguas	Mediano	CNR	NE	X	X	X	-	X	447,5	24	Nº beneficiarios por institución	Bimensual
			DGA		X	-	X	-	X				
PD-GT-07	Propuesta de Líneas de Financiamiento a Proyectos que Estimulen el Conocimiento de los Recursos Hídricos y la Dinámica de Cuencas	Mediano	CONAMA	NE	-	X	X	X	X	67,6	6	Aprobación líneas financiamiento propuestas	Una vez finalizado el estudio
			CONICYT		X	-	-	-	X				
			CORFO		X	-	-	-	X				
			CNR		-	-	-	-	X				

CUADRO 10.9-1
CARACTERIZACIÓN DE LOS PROYECTOS INCLUIDOS EN EL PLAN DIRECTOR
 (Continuación)

ACTIVIDADES	PLAZO DE EJECUCIÓN	UNIDAD EJECUTORA	TIPO DE PROYECTO	RESPONSABILIDAD					COSTO (Millones \$)	DURACIÓN (Meses)	MEDIO DE VERIFICACIÓN (Indicadores)	FRECUENCIA DE MEDICIÓN
				F	E	C	O	T				
PD-GT-08 Mesa del Agua	Corto	DGA	NE	X	X	X	X	X	197,7	24	Actas reuniones Mesa del Agua	Semestral
		GORE		X								
		DOH			-	-	X	-				
		DV		-	-	-	X	-				
		UGAT					X	-				
		OP		X	-	-	X	-				
		CNR		-	-	-	X	-				
		CONAF		-	-	-	X	-				
		CONAMA		-	-	-	X	-				
		CNE		-	-	-	X	-				
		SERNATUR		-	-	-	X	-				
		FIA		-	-	-	X	-				
		CORFO		-	-	-	X	-				
		SENCE		-	-	-	X	-				
MINEDUC	-	-	-	X	-							
SAG	-	-	-	X	-							
PD-GT-09 Estudio de Análisis de la Incorporación de Nuevos Criterios en la Evaluación de la Infraestructura de Riego	Corto	DGA	NE	-	-	-	-	X	80,9	8	Informes de etapa	Según términos de referencia
		DOH		-	-	-	-	X				
		CNR		X	-	-	-	X				
		MIDEPLAN		X	X	X	-	X				
PD-GT-10 Plan de Incorporación de Empresas Hidroeléctricas a la Junta de Vigilancia del río Maule	Mediano	DGA	NE	X	X	X	X	X	245,3	36	Plan de Incorporación aprobado	Una vez finalizado
PD-GT-11 Modificación Estatutos Junta de Vigilancia del río Maule, primera Sección	Mediano	JUNTA DE VIGILANCIA RÍO MAULE PRIMERA SECCIÓN	NE	X	X	X	-	X	29,4	6	Estatutos Propuestos	Una vez finalizado
											Estatutos Aprobados	Después de Asamblea General
PD-EN-01 Evaluación Potencial de Traspaso de Recursos Hídricos de Riego a Otros Usos	Corto	CNR	NE	X	X	X	-	X	121,8	12	Informes de etapa	Según términos de referencia
											Informe final	Una vez finalizado el estudio

Fuente: Elaboración Propia