



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 MAIPO

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

VOLUMEN 1 TEXTO

REALIZADO POR:

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

S.I.T. N° 133

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 Rec. Nat. Renovables Sra. Claudia Lizana Z. (Coordinadora)
Ingeniero Civil Sr. Luis Arrau del C.
Ingeniero Civil Sr. José Lagos R.
Ingeniero Civil Sr. Juan Pablo Schuster V.
Ingeniero Agrónomo Sr. Jorge Vergara C.
Ingeniero Civil Sra. Scarlett Vásquez P.
Abogado Sr. Luis Vergara G.
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. Karina Palacios Q.
Ingeniero Rec. Nat. Renovables (E) Srta. Pía García P.
Ingeniero en Medio Ambiente y Recursos Naturales (E) Sr. Raimundo Barrios O.

ÍNDICE GENERAL

VOLUMEN 1

- 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS**
- 2. RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES**
- 3. MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL**
- 4. TRABAJOS DE TERRENO**
- 5. ACTUALIZACION DEL DIAGNÓSTICO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS**
- 6. ACCIONES, PLANES, Y PROGRAMAS**
- 7. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS PRIORITARIOS Y PERTINENCIAS DE INICIATIVAS MOP Y OTRAS INSTITUCIONES PÚBLICAS**
- 8. MODELO MAGIC-MAIPO**
- 9. FORMULACION DEL PLAN DIRECTOR**

VOLUMEN 2

ANEXOS

VOLUMEN 1

ÍNDICE INFORME FINAL

		Página
1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1-1
1.1	Introducción	1-1
1.2	Objetivo del Estudio	1-3
1.2.1	Objetivo Central	1-3
1.2.2	Objetivos Específicos	1-3
1.3	Área de Influencia del Estudio	1-6
1.3.1	División Administrativa	1-6
1.3.2	Cuencas Hidrográficas	1-6
1.3.3	Población	1-9
1.3.4	Actividad Económica	1-9
1.3.5	Clima y Agroclima	1-11
1.3.6	Áreas Protegidas	1-12
1.4	Problemática General de los Planes Directores y Su Relación con la Cuenca del Río Maipo	1-13
1.5	Contenidos del Informe del Estudio	1-14
2.	RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES	2-1
2.1	Introducción	2-1
2.2	Ref. 1: Estudio Bases para la Formulación del Plan Director para la Cuenca del Río Maipo (CONIC-BF-DGA, 2007)	2-3
2.3	Otros Estudios Relevantes para la Formulación del Plan Director	2-6
2.3.1	Generalidades	2-6
2.3.2	Planes Directores	2-6
2.3.3	Estudios de Tipo General	2-8
2.3.4	Estudio de Ingeniería	2-16
2.3.5	Estudios Relacionados con Agronomía	2-27
2.3.6	Estudios Relacionados con Calidad de Aguas	2-34
2.3.7	Instrumentos de Planificación Territorial	2-37
3.	MARCO LEGAL E INSTITUCIONAL	3-1
3.1	Marco Institucional	3-1
3.1.1	Generalidades	3-1
3.1.2	Institucionalidad Normativa	3-1
3.1.3	Institucionalidad Orgánica	3-5

VOLUMEN 1

ÍNDICE INFORME FINAL

		Página
3.2	Problemática Interinstitucional	3-14
3.2.1	Interacción entre Instituciones	3-15
3.2.2	Interacción entre Usuarios e Instituciones	3-16
3.3	Derechos de Aguas	3-20
3.4	Mercado de los Derechos de Aprovechamiento de Agua	3-22
3.4.1	Caracterización del régimen Jurídico Económico de las Aguas en Chile a partir del Código de Aguas de 1981	3-22
3.4.2	Condiciones para el funcionamiento de un Mercado de Derechos de aprovechamiento de Aguas	3-25
3.4.3	Problemas relativos al funcionamiento de un Mercado de derechos de aprovechamiento de Aguas	3-29
3.4.4	Estudios de especialistas sobre el funcionamiento del Mercado de los Derechos de aprovechamiento de Aguas en la Cuenca del Río Maipo	3-32
3.4.5	Antecedentes específicos mercado del Agua Cuenca Río Maipo	3-35
4.	TRABAJOS DE TERRENO	4-1
4.1	Generalidades	4-1
4.2	Presentación a la Comisión Regional de Riego de la Región Metropolitana	4-1
4.3	Entrevistas con Personal de Reparticiones Públicas	4-2
4.4	Entrevistas con Personal de Empresas Privadas	4-4
4.5	Actividades de Participación Ciudadana	4-5
4.6	Catastro de Aguas Subterráneas Sector Colina, Batuco y Lampa	4-8
4.6.1	Muestreo	4-8
4.6.2	Cálculo del Factor de Uso	4-13
4.7	Muestreo Agrológico y Pruebas de Infiltración	4-16
4.7.1	Generalidades	4-16
4.7.2	Selección de Puntos de Muestreo	4-17
4.7.3	Desarrollo y Resultados Pruebas de Infiltración	4-21
4.7.4	Muestreo Agrológico	4-22
4.7.5	Análisis Información Agrológica	4-23
5.	ACTUALIZACION DEL DIAGNÓSTICO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS	5-1
5.1	Oferta de Recursos Hídricos	5-1
5.1.1	Recursos Superficiales	5-1

VOLUMEN 1

ÍNDICE INFORME FINAL

	Página
5.1.2	Recursos Subterráneos 5-41
5.2	Aspectos Ambientales 5-47
5.2.1	Recursos Hídricos 5-47
5.2.2	Suelos 5-81
5.2.3	Zonas de Importancia Natural 5-97
5.3	Calidad de Aguas 5-105
5.3.1	Parámetros de Calidad en la Producción Agrícola 5-105
5.3.2	Análisis Calidad de Aguas 5-107
5.3.3	Conclusiones y Recomendaciones 5-145
5.4	Demanda de Agua 5-146
5.4.1	Demandas de Agua para Riego 5-146
5.4.2	Demandas de Agua Potable 5-181
5.4.3	Demandas de Agua para la Electricidad 5-234
5.4.4	Demandas de Agua Sector Industrial y Minero 5-236
5.4.5	Demandas de Agua Paisajísticas. Turísticas y Recreacionales 5-244
5.5	Infraestructura de Aprovechamiento y Monitoreo 5-245
5.5.1	Infraestructura de Aprovechamiento 5-246
5.5.2	Infraestructura de Monitoreo 5-324
6.	ACCIONES, PLANES, Y PROGRAMAS 6-1
6.1	Introducción 6-1
6.2	Acciones y Planes 6-1
6.2.1	Generalidades 6-1
6.2.2	Instituto de Desarrollo Agropecuario 6-1
6.2.3	Comisión Nacional de Riego 6-19
6.2.4	Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) 6-24
6.2.5	Dirección de Obras Hidráulicas 6-24
6.2.6	Comisión Nacional del Medio Ambiente 6-25
6.3	Proyectos, Programas y Acciones Identificadas Cuenca Río Maipo 6-31
6.3.1	Subsector Riego 6-37
6.3.2	Subsector Agua Potable 6-37
6.3.3	Subsector Empresas Sanitarias 6-38
6.3.4	Subsector Energía 6-38
6.3.5	Subsector Alcantarillado Aguas Servidas 6-38
6.3.6	Subsector Alcantarillado Aguas Lluvias 6-38
6.3.7	Subsector Industrial y Minero 6-39
6.3.8	Subsector Desarrollo Urbano 6-39
6.3.9	Subsector Recursos Hídricos 6-39

VOLUMEN 1

ÍNDICE INFORME FINAL

		Página
6.3.10	Subsector Defensas Fluviales, Marítimas y Cauces Artificiales	6-39
6.3.11	Subsector Paisajístico, Turismo y Recreacional	6-40
6.3.12	Subsector manejo Bosque Nativo	6-40
7.	DEFINICIÓN DE OBJETIVOS PRIORITARIOS Y PERTINENCIAS DE INICIATIVAS MOP Y OTRAS INSTITUCIONES PUBLICAS	7-1
7.1	Generalidades	7-1
7.2	Metodología para la definición de Objetivos	7-2
7.3	Objetivos Generales	7-5
7.4	Objetivos Prioritarios por Área Temática Jerarquizados	7-5
7.4.1	Ámbito: Cantidad de los Recursos Hídricos	7-6
7.4.2	Ámbito: Calidad de los Recursos Hídricos y Medioambiente	7-7
7.4.3	Ámbito: Infraestructura	7-9
7.4.4	Ámbito: Legal	7-10
7.4.5	Ámbito: Gestión	7-10
7.5	Análisis Pertinencia de las Iniciativas Públicas en la Cuenca	7-13
7.5.1	Ministerio de Obras Públicas	7-13
7.5.2	Otras Entidades Públicas	7-17
7.5.3	Resumen de Resultados	7-20
7.6	Relación Espacial – Proyectos	7-24
7.7	Relación Objetivos Prioritarios - Proyectos	7-29
7.8	Análisis de las Relaciones Encontradas	7-32
7.9	Análisis de las Relaciones Entre Objetivos Generales y Prioritarios	7-38
8.	MODELO MAGIC-MAIPO	8-1
8.1	Introducción	8-1
8.2	Descripción General del Modelo MAGIC	8-2
8.2.1	Generalidades	8-2
8.2.2	Tablas Descriptivas de Entrada Modelo MAGIC	8-8
8.2.3	Proceso de Simulación	8-13
8.2.4	Tablas Descriptivas de Resultados Modelo MAGIC	8-14
8.3	Implementación Modelación Integrada: MAGIC-Maipo	8-17
8.3.1	Generalidades	8-17
8.4	Calibración Modelo MAGIC-Maipo	8-19

VOLUMEN 1

ÍNDICE INFORME FINAL

		Página
8.4.1	Proceso de Calibración/Verificación	8-22
8.4.2	Parámetros de Calibración	8-25
8.4.3	Resultados de la Calibración/Verificación	8-26
8.4.4	Conclusiones del Proceso de Calibración/Verificación	8-43
9.	FORMULACION DEL PLAN DIRECTOR	9-1
9.1	Etapas para la Formulación del Plan Director	9-1
9.2	Lineamientos Generales para Definir el Horizonte de Evaluación del Plan Director	9-1
9.3	Análisis de Escenarios para la Formulación del Plan Director	9-2
9.3.1	Descripción Escenarios de Evaluación	9-3
9.3.2	Metodología para la Evaluación Económica	9-6
9.3.3	Resultados de la Evaluación Técnico-Económica	9-19
9.4	Verificación Cumplimiento de Objetivos para la Cartera Original de Proyectos	9-21
9.5	Formulación de Nuevos Proyectos a Nivel de Idea	9-25
9.5.1	Relación Objetivos Prioritarios – Nuevos Proyectos	9-55
9.5.2	Análisis de las Relaciones Encontradas	9-56
9.6	Priorización y Clasificación de Soluciones	9-59
9.6.1	Metodología AHP para la Priorización de Soluciones	9-59
9.6.2	Evaluación Coeficientes Árboles de Jerarquías Metodología AHP	9-65
9.6.3	Aplicación Metodología AHP para la Priorización de Soluciones	9-68
9.7	Formulación del Plan Director	9-73
9.8	Implementación del Plan Director	9-84

VOLUMEN 1

ÍNDICE FIGURAS

		Página
1.2.2-1	Pasos para la Formulación del Plan Director	1-5
1.3.2-1	Ubicación General	1-7
2.3.4.6-1	Esquema Obtención de “vP”	2-21
2.3.4.6-2	Esquema Obtención de “vLF”	2-21
2.3.4.6-3	Esquema Obtención de “Valor Total”	2-22
2.3.4.6-4	Categorías de Valoración Territorial	2-23
2.3.7.1-1	Evolución PRMS	2-39
2.3.7.6-1	Comunas Aledañas a los Ríos Mapocho y Maipo y Comunas con PRC Vigente	2-45
4.6.1-1	Muestreo Pozos Sector Colina, Batuco, Lampa	4-11
4.7.2-1	Ubicación Sectores Pruebas de Infiltración Sector el Monte	4-19
4.7.3-1	Cilindro Infiltrómetro	4-21
4.7.5-1	Interfaz Modelo Soil Water Characteristics (SWC)	4-24
5.1.1.2-1	Curvas Doble Acumuladas Anuales Patrón Zona Cordillera (PPC)	5-5
5.1.1.2-2	Curvas Doble Acumuladas Anuales Patrón Zona Media Baja (PPMB)	5-6
5.1.1.2-3	Curvas Isoyetas Zona Pluvial 50% Probabilidad Actualizadas Año 2006	5-11
5.1.1.3-1	Estaciones Fluviométricas Seleccionadas	5-15
5.1.1.4-1	Calibración Modelo MAGIC-Maipo	5-19
5.1.1.5-1	Cuencas Laterales y Aportes Naturales	5-23
5.1.1.5-2	Tipo de Régimen Sub-Cuencas	5-25
5.1.1.5-3	Ubicación Estaciones Pluviométricas Requeridas para Generación de Caudales	5-31
5.1.1.5-4	Diagrama Conceptual Modelo Pluvial (MPL)	5-34
5.1.2-1	Ubicación Acuíferos Cuenca Río Maipo	5-43
5.2.1.1-1	Nº Notificaciones por Aplicaciones Aéreas de Plaguicidas Según Mes y Temporada Agrícola	5-48
5.2.1.1-2	Aplicaciones Aéreas de Plaguicidas Según Comuna	5-49
5.2.1.1-3	Intoxicaciones por Plagicidas en la RM Según Mes de ocurrencia	5-49
5.2.1.1-4	Distribución de Industrias por Tipo de Parámetro Medido en la Descargas de RILes	5-53
5.2.1.1-5	Resultados de la Evaluación de Cumplimiento del DS 46/2000 Periodo Septiembre 2006 – Marzo 2007	5-61
5.2.1.1-6	Rellenos Sanitarios	5-69

VOLUMEN 1

ÍNDICE FIGURAS

Página

5.2.1.2-1	Zonas de Riesgo Potencial Extremo y Alto de contaminación por Aguas Servidas	5-72
5.2.1.2-2	Vulnerabilidad de Acuíferos	5-75
5.2.1.3-1	Áreas de protección y Riesgos Proyecto OTAS	5-79
5.2.2.2-1	Erodabilidad de Suelos	5-83
5.2.2.3-1	Desertificación	5-87
5.2.2.4-1	Cambio en Superficie (ha) 1995 - 2000	5-89
5.2.2.4-2	Uso de Suelos en la Cuenca del Río Maipo	5-91
5.2.2.4-3	Impacto de la Expansión Urbana de Alta y Baja Densidad, sobre la Vegetación en el Gran Santiago Durante el Periodo 1975-1989	5-93
5.2.2.4-4	Impacto de la Expansión Urbana de Alta y Baja Densidad, sobre la Vegetación en el Gran Santiago Durante el Periodo 1989-1998	5-94
5.2.2.4-5	Impacto de la Expansión Urbana de Alta y Baja Densidad, sobre la Vegetación en el Gran Santiago Durante el Periodo 1998-2004	5-94
5.2.2.4-6	Áreas Urbanas Consolidadas y en expansión Urbana Sobre Áreas de Riesgo	5-96
5.2.3-1	Zonas Naturales de Importancia	5-99
5.3.2.1-1	Cauces Considerados en Estudio Ref. 24 por Segmentos y Estaciones de Calidad Analizadas	5-109
5.3.2.2-1	Usos Aguas Subterráneas Por Subcuencas Proyectos OTAS	5-127
5.3.2.2-2	Estaciones de Calidad de Aguas Subterráneas Analizadas	5-129
5.3.2.2-3	Conductividad Eléctrica en Aguas Subterráneas	5-134
5.3.2.2-4	Nitratos en Aguas Subterráneas	5-136
5.3.2.2-5	Calidad de Agua Subterránea - Dureza Proyecto OTAS	5-139
5.3.2.2-6	Pozos Muestreo Aguas Subterráneas Estudio Ref. 1	5-141
5.4.1.2-1	Relación Precipitación – Precipitación Efectiva	5-154
5.4.1.2-2	Esquema de transposición Zona de Riego v/s Estación Pluviométrica	5-155
5.4.1.2-3	Esquema de transposición Zona de Riego v/s Estación Pluviométrica	5-156
5.4.1.2-4	Polígonos de Thiessen y Sectorización Zonas de Riego	5-159
5.4.2.3-1	Proyección de Consumo y Producción Anual (Mm ³) Aguas Andinas S.A.	5-192
5.4.2.3-2	Proyección de Consumo y Producción Anual (Mm ³) Aguas Cordillera S.A.	5-195
5.4.2.3-3	Proyección de Consumo y Producción Anual (Mm ³) Aguas Manquehue S.A.	5-198
5.4.2.3-4	Proyección de Consumo y Producción Anual (Mm ³) Aguas Los Domínicos S.A.	5-201

VOLUMEN 1

	ÍNDICE FIGURAS	Página
5.4.2.3-5	Proyección de Consumo y Producción Anual (Mm ³) SMAPA	5-205
5.4.2.3-6	Proyección de Consumo y Producción Anual (Mm ³) Aguas Santiago Poniente S.A.	5-208
5.4.2.3-7	Proyección de Consumo y Producción Anual (Mm ³) Servicomunal S.A.	5-212
5.4.2.3-8	Proyección de Consumo y Producción Anual (Mm ³) Aguas Santiago S.A.	5-214
5.4.2.3-9	Proyección de Consumo y Producción Anual (Mm ³) Empresa de Servicios Sanitarios Lo Prado S.A.	5-218
5.4.2.3-10	Proyección de Consumo y Producción Anual (Mm ³) ESVAL S.A.	5-221
5.4.2.3-11	Proyección de Consumo y Producción Anual (Mm ³) Coopagua	5-224
5.4.2.3-12	Proyección de Consumo y Producción Anual (Mm ³) Empresa de Servicios Sanitarios del Bío-Bío	5-227
5.4.2.4-1	Proyección de Producción Anual APR (Mm ³)	5-232
5.4.2.5-1	Proyección de Producción anual (Mm ³)	5-234
5.5.1.1-1	Infraestructura de Riego	5-249
5.5.1.1-2	Diagrama Unifilar General Río Maipo 1º Sección	5-251
5.5.1.1-3	Diagrama Unifilar General Río Maipo 2º Sección y 3º Sección	5-253
5.5.1.1-4	Diagrama Unifilar General Río Mapocho	5-255
5.5.1.1-5	Diagrama Unifilar General Cuenca Parcial Estero Lampa	5-257
5.5.1.1-6	Distribución del Riego por Asperción	5-271
5.5.1.1-7	Distribución del Riego por Goteo	5-273
5.5.1.1-8	Distribución de Riego por Surco	5-275
5.5.1.1-9	Distribución del Riego por Tendido	5-277
5.5.1.2-1	Infraestructura Agua Potable	5-281
5.5.1.3-1	Infraestructura Hidroeléctrica	5-303
5.5.1.7-1	Situación Actual de Capacidades de tratamiento y Utilización de Las Plantas la Farfana y el Trebal	5-316
5.5.1.7-2	Colector Planta Aguas Servidas Melipilla	5-318
5.5.2-1	Redes de medición	5-325
6.2.1-1	Diagrama de flujo administración Convenio	6-3
7.6-1	Distribución Espacial de Proyectos por Sub-Sector Económico	7-25
8.2.1	Ejemplo de Red de Modelación Modelo MAGIC - Maipo	8-5
8.4-1	Estaciones Calibración/Verificación Modelo MAGIC-Maipo	8-21
8.4.3-1	Resultado Calibración NO-012: Río Maipo en San Alfonso	8-29

VOLUMEN 1

ÍNDICE FIGURAS

Página

8.4.3-2	Resultado Calibración NO-017: Río Maipo en el Manzano	8-30
8.4.3-3	Resultado Calibración NO-052: Río Angostura en Valdivia de Paine	8-31
8.4.3-4	Resultado Calibración NO-53: Río Maipo en Naltahua	8-31
8.4.3-5	Resultado Calibración NO-102: Río Mapocho en Rinconada de Maipú	8-33
8.4.3-6	Resultado Calibración NO-127: Estero Puangue en Ruta 78	8-34
8.4.3-7	Resultado Calibración NO-133: Río Maipo en Cabimbao	8-35
8.4.3-8	Resultado Calibración NO-039: Río Angostura en Angostura	8-36
8.4.3-9	Resultado Calibración NO-077: Río Polpaico en Chicauma	8-39
8.4.3.5-1	Variación Flujos Entrada Salida Sector Acuífero Ac-06	8-41
8.4.3.5-2	Variación Flujos Entrada Salida Sector Acuífero Ac-11	8-42
8.4.3.5-3	Variación Flujos Entrada Salida Sector Acuífero Ac-20	8-43
9.3.2.3-1	Diagrama Intersección	9-11
9.3.2.3-2	Diagrama Ejemplo	9-15
9.3.2.4-1	Ejemplo de Curvas Logísticas	9-17
9.5-1	Distribución en Subsectores Proyectos Nuevos	9-26
9.6.1-1	Árbol de Jerarquías No-Estructural	9-61
9.6.1-2	Árbol de Jerarquías Estructural	9-62
9.7-1	Priorización Proyectos No-Estructurales	9-75
9.7-2	Priorización Proyectos Estructurales	9-77
9.7-3	Resumen de Costos Plan Director (millones \$)	9-83
9.7-4	Resumen de Costos Plan Director	9-84
9.8-1	Diagrama de Flujo Adopción Plan Director	9-88

VOLUMEN 1

	ÍNDICE CUADROS	Página
1.3.4-1	Variación Producto Interno Bruto	1-10
1.3.4-2	Producto Interno Bruto por Clase de Actividad Económica	1-10
1.3.5-1	Principales Características de los Distritos Agroclimáticos	1-11
2.3.3.1-1	Plan de Manejo de Cuencas del Río Maipo	2-11
2.3.4.6-1	Superficie según Categoría de Valoración territorial en la Región Metropolitana	2-22
2.3.5.9-1	Coeficiente de Cultivos (Kc) Viñas	2-34
3.1.3-1	Listado de Juntas de Vigilancia Existentes Cuenca Río Maipo	3-9
3.1.3-2	Listado Comunidades de Agua Existentes Cuenca Río Maipo	3-9
3.1.3-3	Listado Asociaciones de Canalistas Existentes Cuenca del Río Maipo	3-12
3.1.3-4	Listado de Organizaciones sin Información Existentes Cuenca del Río Maipo	3-13
3.3-1	Fecha de Corte Constitución de Derechos de Aguas	3-22
3.4.5-1	Transacciones por fuente, inscritas entre julio 1998 y septiembre 2006. Sistema Subterráneo	3-36
3.4.5-2	Transacciones por fuente, inscritas entre julio 1998 y septiembre 2006. Sistema superficial	3-37
3.4.5-3	Valor del Agua Cruda, Aguas Andinas 2000 - 2005	3-37
3.4.5-4	Comparación Costos Mercado de Aguas	3-38
4.3-1	Programa de Entrevistas con Personal de Entidades Públicas o Financiadas por el Estado	4-3
4.6.2-1	Cálculo Volúmenes Pozos Agua Potable	4-14
4.6.2-2	Cálculo Volúmenes Pozos de Riego	4-15
4.6.2-3	Factor de Uso	4-16
4.7.2-1	Ubicación Puntos de Muestreo Seleccionados Muestreo Agrológico y Pruebas de Infiltración	4-17
4.7.3-1	Resultados Pruebas de Infiltración	4-22
4.7.4-1	Resultados Muestreo Agrológico	4-23
4.7.5-1	Resultados Procesados Muestreo Agrológicos	4-25
5.1.1.2-1	Resultados Curvas Doble Acumuladas Anuales Zona Cordillera	5-3
5.1.1.2-2	Resultados Curvas Doble Acumuladas Anuales Zona Media Baja	5-4

VOLUMEN 1

	ÍNDICE CUADROS	Página
5.1.1.2-3	Resumen de Correlación y Regresiones Anuales Estaciones Zona Cordillera	5-7
5.1.1.2-4	Resumen de Correlación y Regresiones Anuales Estaciones Zona Media Baja	5-8
5.1.1.2-5	Estaciones Pluviométricas Finales en la Cuenca del Maipo	5-9
5.1.1.2-6	Estadística Promedio Anual Estaciones Finales	5-13
5.1.1.3-1	Estaciones Fluviométricas Requeridas	5-14
5.1.1.3-2	Resultados Curvas Doble Acumuladas Anuales	5-17
5.1.1.3-3	Caudales Promedio Estaciones Seleccionadas	5-18
5.1.1.4-1	Estaciones para Calibración Modelo MAGIC-Maipo	5-21
5.1.1.5-1	Caracterización Aportes Naturales	5-27
5.1.1.5-2	Caracterización Cuencas Laterales	5-28
5.1.1.5-3	Estaciones Fluviométricas Requeridas Control Fluviométrico	5-29
5.1.1.5-4	Caudales Promedio Aportes Naturales	5-39
5.1.1.5-5	Caudales Promedios Cuencas Laterales	5-40
5.1.2-1	Flujo entre Acuíferos	5-45
5.1.2-2	Características Geométricas y Parámetros de los Acuíferos	5-46
5.1.2-3	Comparación Factores de Uso	5-46
5.1.2-4	Factores de Uso	5-47
5.2.1.1-1	Resumen Plaguicidas de Uso Agrícola vendidos por serie y unidad de medida. Año 2004	5-50
5.2.1.1-2	Descargas Industriales en la Cuenca del Maipo	5-55
5.2.1.1-3	Límites Máximos Permitidos para la Descarga de Residuos Líquidos a Cuerpo de Agua Fluviales	5-59
5.2.1.1-4	Cumplimiento Mensuales del DS 46/2002 Declarado a la SISS Periodo Septiembre 2006 – Marzo 2007	5-62
5.2.1.1-5	Coberturas de Tratamiento a Diciembre de 2006 y Proyecciones	5-64
5.2.1.1-6	Sistemas de eliminación de Excretas, Región Metropolitana	5-65
5.2.1.1-7	Resultado del Autocontrol de Ptas (2006)	5-66
5.2.1.1-8	Descargas de Aguas Servidas en la Cuenca del Maipo	5-66
5.2.1.1-9	Disposición Final de RSD y Asimilables, Región Metropolitana	5-67
5.2.2.4-1	Superficie Uso de Suelos, Cuenca del Maipo	5-89
5.3.2.1-1	Valores Sugeridos por FAO	5-111
5.3.2.1-2	Concentraciones Máximas de Elementos Químicos para Agua de Riego (Nch 1.333)	5-112
5.3.2.1-3	Características Calidad de Aguas Estaciones DGA Seleccionadas	5-113
5.3.2.2-1	Límites Establecidos en la NCH 1.333, NCH 409 y Valores Recomendados por la FAO para Agua de Riego	5-125

VOLUMEN 1

ÍNDICE CUADROS

Página

5.3.2.2-2	Clasificación del Agua Según Dureza	5-137
5.3.2.2-3	Monitoreo Calidad de Aguas Subterráneas Estudio de la Ref. 1	5-138
5.3.2.2-4	Distribución de Vulnerabilidad Sector Norte Acuífero de Santiago	5-144
5.3.2.2-5	Distribución de Fuentes Potenciales de Contaminación Según Actividad Económica	5-144
5.4.1.1-1	Superficies Potenciales Máxima Regable	5-149
5.4.1.1-2	Variación Temporal Superficie Bajo Riego y Superficie de Potencial Expansión	5-150
5.4.1.2-1	Coeficientes de Cultivos	5-152
5.4.1.2-2	Evaporación Potencial Mensual (mm)	5-153
5.4.1.2-3	Coeficientes Cálculo de Precipitaciones	5-160
5.4.1.2-4	Precipitación (mm)	5-161
5.4.1.2-5	Precipitación Efectiva (mm)	5-162
5.4.1.2-6	Clasificación Tipos de Cultivos	5-164
5.4.1.2-7	Distribución de Cultivos por Zona de Riego (%) 1950 - 1982	5-165
5.4.1.2-8	Distribución de Cultivos por Zona de Riego (%) 1982 - 1997	5-169
5.4.1.2-9	Distribución de Cultivos por Zona de Riego (%) 1997 - 2006	5-173
5.4.1.2-10	Necesidades Netas Mensuales (mm) 1950 -1982	5-177
5.4.1.2-11	Necesidades Netas Mensuales (mm) 1982 -1997	5-178
5.4.1.2-12	Necesidades Netas Mensuales (mm) 1997 - 2006	5-179
5.4.1.3-1	Proyección de Demandas y Superficie	5-180
5.4.2.2-1	Producción Histórica de Agua en la Región Metropolitana (Mm ³)	5-182
5.4.2.2-2	Cobertura Agua Potable Histórica en la Región Metropolitana	5-183
5.4.2.3-1	Captaciones Superficiales de Etapa Producción	5-189
5.4.2.3-2	Caudales Captados desde las Fuentes Existentes que Abastecen el Gran Santiago, Con 90% de Probabilidad de Excedencia	5-189
5.4.2.3-3	Proyecciones de Consumos Anuales Aguas Andinas	5-190
5.4.2.3-4	Proyecciones de Producción Aguas Andinas S.A	5-191
5.4.2.3-5	Fuentes Superficiales	5-193
5.4.2.3-6	Fuentes Subterráneas – Sondajes	5-193
5.4.2.3-7	Proyección de Consumo Anuales Aguas Cordillera S.A.	5-194
5.4.2.3-8	Proyección de Producción Aguas Cordillera S.A.	5-195
5.4.2.3-9	Captaciones Superficiales	5-196
5.4.2.3-10	Fuentes Subterráneas - Sondajes	5-196
5.4.2.3-11	Proyección de Consumos Anuales Aguas Manquehue S.A.	5-197
5.4.2.3-12	Proyección de Producción Aguas Manquehue S.A.	5-198

VOLUMEN 1

	ÍNDICE CUADROS	Página
5.4.2.3-13	Proyección de Consumos Anuales Aguas Los Dominicos S.A.	5-199
5.4.2.3-14	Producción de Demandas a Nivel producción (L/s) Aguas Los Dominicos S.A.	5-200
5.4.2.3-15	Proyección de Consumo y Producción de Agua Potable Smapa	5-202
5.4.2.3-16	Proyección Producción Smapa	5-203
5.4.2.3-17	Demandas de Producción y Consumo Smapa	5-204
5.4.2.3-18	Derechos de Agua	5-206
5.4.2.3-19	Proyección de Consumos Anuales Aguas Santiago Poniente S.A.	5-206
5.4.2.3-20	Demandas de Producción Aguas Santiago Poniente S.A.	5-207
5.4.2.3-21	Captaciones Sistema Colina - Lampa	5-209
5.4.2.3-22	Captación Sistema Lampa	5-209
5.4.2.3-23	Proyección de Demandas Anuales Servicomunal S.A.	5-210
5.4.2.3-24	Demandas a Nivel de Producción Servicomunal S.A.	5-211
5.4.2.3-25	Proyecciones de Demandas Anuales	5-213
5.4.2.3-26	Proyección de Producción Aguas Santiago S.A.	5-214
5.4.2.3-27	Fuentes Subterráneas - Sondajes	5-215
5.4.2.3-28	Proyección de Demandas Anuales Empresa de Servicios Sanitarios Lo Prado S.A.	5-216
5.4.2.3-29	Proyección de Producción Empresa de Servicios Sanitarios Lo Prado S.A.	5-217
5.4.2.3-30	Proyección de Demandas Anuales Esval S.A.	5-220
5.4.2.3-31	Proyección de Producción Esval S.A.	5-221
5.4.2.3-32	Proyección de Demandas Anuales Coopagua	5-223
5.4.2.3-33	Demandas a Nivel de Producción Coopagua	5-224
5.4.2.3-34	Características de Sondajes en Servicio	5-225
5.4.2.3-35	Proyección de Demandas Anuales Empresa de Servicios Sanitarios del Bío-Bío	5-226
5.4.2.3-36	Proyección de Producción Empresa de Servicios Sanitarios del Bío-Bío	5-227
5.4.2.4-1	Plan de Desarrollo de Agua Potable Rural en la Región Metropolitana de Santiago, 2006 – 2011 Programa de Proyectos en Ejecución	5-228
5.4.2.4-2	Plan de Desarrollo de Agua Potable Rural en la Región Metropolitana de Santiago, 2006 – 2011 Programa de Proyectos con Etapas Pendientes por Ejecutar	5-229
5.4.2.4-3	Plan de Desarrollo de Agua Potable Rural en la Región Metropolitana de Santiago, 2006 – 2011 Programa de Proyectos por Iniciar	5-230
5.4.2.4-4	Proyección de Producción Anual y Mensual - APR	5-231

VOLUMEN 1

ÍNDICE CUADROS

Página

5.4.2.5-1	Distribución Fuentes (%)	5-233
5.4.2.5-2	Producción Total en la Cuenca del Río Maipo (Mm ³)	5-233
5.4.3-1	Características Centrales	5-235
5.4.3-2	Características Centrales Futuras	5-236
5.4.4-1	Variación del Pib y Factor de Actualización Período 1994 – 2005: Valor Histórico, Período 2006-2027: PIB Promedio	5-237
5.4.4-2	Demandas de Recurso Hídrico para Uso Industrial en 1993 Subcuenca del Maipo Medio (0751)	5-238
5.4.4-3	Demandas de Recurso Hídrico para Uso Industrial en 1993 Subcuenca del Mapocho (0572 –0573)	5-239
5.4.4-4	Demandas de Recurso Hídrico para Uso Industrial en 1993 Subcuenca Maipo Bajo (0574)	5-239
5.4.4-5	Demandas de Recurso Hídrico para Uso Industrial Período 1993 – 2005, Cuenca del Maipo Medio (0571)	5-240
5.4.4-6	Demandas de Recurso Hídrico para Uso Industrial Período 1993 – 2005, Cuenca del Maipo Mapocho (0572-0573)	5-240
5.4.4-7	Demandas de Recurso Hídrico para Uso Industrial Período 1993 – 2005, Cuenca del Maipo Maipo Medio (0571)	5-241
5.4.4-8	Proyección de Demandas Recurso Hídrico para Uso Industrial (m ³ /año)	5-242
5.4.4-9	Demandas Por Uso Minero 1993-2005	5-243
5.4.4-10	Demandas Por Uso Minero 1993-2005 Resumen por Subcuencas	5-243
5.4.4-11	Recursos Hídricos para Uso Minero	5-244
5.4.5-1	Caudales Atribuibles a Turismo y sus Actividades Relacionadas	5-244
5.4.5-2	Recursos Hídricos para Uso Turismo	5-245
5.5.1.1-1	Canales Asociados al Sistema del Río Maipo Canales Principales y Secundarios	5-247
5.5.1.1-2	Canales en Primera Sección del Río Maipo	5-260
5.5.1.1-3	Canales en Segunda Sección del Río Maipo	5-261
5.5.1.1-4	Canales en tercera Sección del Río Maipo	5-262
5.5.1.1-5	Canales en tercera Sección del Río Maipo	5-264
5.5.1.1-6	Captaciones de Agua Subterránea para Riego	5-269
5.5.1.1-7	Distribución Métodos de Riego Cuenca Río Maipo	5-269
5.5.1.2-1	Distribución Captaciones Subterráneas para Agua Potable	5-279
5.5.1.2-2	Resumen Captaciones Subterráneas Abastecimiento gran Santiago	5-285
5.5.1.2-3	Resumen Captaciones Subterráneas Abastecimiento Localidades	5-286
5.5.1.2-4	Características de las Captaciones Superficiales	5-288
5.5.1.2-5	Características de las Captaciones Subterráneas	5-289

VOLUMEN 1

	ÍNDICE CUADROS	Página
5.5.1.2-6	Captaciones Subterráneas por Sistema	5-291
5.5.1.2-7	Captaciones Subterráneas por Sistema	5-293
5.5.1.2-8	Captaciones Subterráneas por Sistema	5-298
5.5.1.2-9	Captaciones Subterráneas por Sistema	5-299
5.5.1.2-10	Captaciones Subterráneas por Sistema	5-299
5.5.1.2-11	Captaciones Subterráneas por Sistema	5-300
5.5.1.2-12	Captaciones Subterráneas por Sistema	5-301
5.5.1.5-1	Priorización de Soluciones	5-309
5.5.1.5-2	Priorización de Soluciones	5-311
5.5.1.7-1	Obras Civiles de la PTAS Melipilla	5-319
5.5.1.7-2	Obras Asociadas al Tratamiento Aguas Servidas	5-321
5.5.2.1-1	Densidad Estaciones Pluviométricas y Meteorológicas	5-324
5.5.2.2-1	Densidad Estaciones Fluviométricas	5-327
6.2.1-1	Estadísticas Programa de Desarrollo de Inversiones	6-5
6.2.3-1	Proyectos Intraprediales Beneficiados a Través de la Ley 18.450 Cuenca del Río Maipo. Periodo 1985-2004	6-21
6.2.3-2	Proyectos Extraprediales a Través de la Ley 18.450 Cuenca del Río Maipo. Período 1985-2004	6-22
6.2.3-3	Indicadores de Inversión y Superficie Año 2006	6-23
6.2.4-1	Proyectos Fondosag	6-24
6.3-1	Proyectos en la Cuenca del Maipo	6-32
6.3-2	Código Proyectos en la Cuenca del Maipo	6-33
6.3.1-1	Síntesis Cartera de Acciones y Proyectos en la Cuenca del Río Maipo Subsector Riego	6-41
6.3.2-1	Síntesis Cartera de Acciones y Proyectos en la Cuenca del Río Maipo Subsector Agua Potable	6-45
6.3.3-1	Síntesis Cartera de Acciones y Proyectos en la Cuenca del Río Maipo Subsector Empresas Sanitarias	6-55
6.3.4-1	Síntesis Cartera de Acciones y Proyectos en la Cuenca del Río Maipo Subsector Energía	6-59
6.3.5-1	Síntesis Cartera de Acciones y Proyectos en la Cuenca del Río Maipo Subsector Alcantarillado Aguas Servidas	6-61
6.3.6-1	Síntesis Cartera de Acciones y Proyectos en la Cuenca del Río Maipo Subsector Alcantarillado Aguas Lluvias	6-65
6.3.9-1	Síntesis Cartera de Acciones y Proyectos en la Cuenca del Río Maipo Subsector Recdursos Hídricos	6-69
6.3.10-1	Síntesis Cartera de Acciones y Proyectos en la Cuenca del Río Maipo Subsector Defensas Fluviales, Marítimas y Cauces Naturales	6-71
6.3.11-1	Síntesis Cartera de Acciones y Proyectos en la Cuenca del Río Maipo Subsector Defensas Paisajístico, Turismo y	6-87

VOLUMEN 1

	ÍNDICE CUADROS	Página
6.3.12-1	Recreacional Síntesis Cartera de Acciones y Proyectos en la Cuenca del Río Maipo Subsector Manejo Bosque Nativo	6-89
7.2-1	Resumen Objetivos Prioritarios Preliminares Formulación Plan Director Cuenca Río Maipo	7-5
7.4-1	Resumen Objetivos Prioritarios jerarquizados Formulación Plan Director Cuenca Río Maipo	7-6
7.4.1-1	Objetivos Prioritarios Cuenca Ámbito Cantidad de Los Recursos Hídricos	7-7
7.4.2-1	Objetivos Prioritarios Cuenca Río Maipo Ámbito Calidad de Los Recursos Hídricos y Medio Ambiente	7-8
7.4.3-1	Objetivos Prioritarios Cuenca Río Maipo Ámbito Infraestructura	7-9
7.4.4-1	Objetivos Prioritarios Cuenca Río Maipo Ámbito Legal	7-10
7.4.5-1	Objetivos Prioritarios Cuenca Río Maipo Ámbito Gestión	7-11
7.5.1-1	Matriz de Incedencia Objetivos Prioritarios c/r Reparticiones MOP. Ámbito Cantidad de los Recursos Hídricos	7-13
7.5.1-2	Matriz de Incedencia Objetivos Prioritarios c/r Reparticiones MOP. Ámbito Cantidad de los Recursos Hídricos y Medio Ambiente	7-14
7.5.1-3	Matriz de Incedencia Objetivos Prioritarios c/r Reparticiones MOP. Ámbito Infraestructura	7-15
7.5.1-4	Matriz de Incedencia Objetivos Prioritarios c/r Reparticiones MOP. Ámbito Legal	7-15
7.5.1-5	Matriz de Incedencia Objetivos Prioritarios c/r Reparticiones MOP. Ámbito Gestión	7-16
7.5.2-1	Matriz de Incedencia Objetivos Prioritarios c/r Reparticiones Públicas. Ámbito Cantidad de Los recursos Hídricos	7-17
7.5.2-2	Matriz de Incedencia Objetivos Prioritarios c/r Reparticiones Públicas. Ámbito Calidad de los Recursos Hídricoa y Medio Ambiente	7-18
7.5.2-3	Matriz de Incedencia Objetivos Prioritarios c/r Reparticiones Públicas. Ámbito Infraestructura	7-19
7.5.2-4	Matriz de Incedencia Objetivos Prioritarios c/r Reparticiones Públicas. Ámbito Legal	7-19
7.5.2-5	Matriz de Incedencia Objetivos Prioritarios c/r Reparticiones Públicas. Ámbito Gestión	7-20
7.5.3-1	Distribución Objetivos por Ámbito Ministerio de Obras Públicas	7-21

VOLUMEN 1

	ÍNDICE CUADROS	Página
7.5.3-2	Distribución Objetivos por Ámbito Ministerio de Obras Públicas	7-21
7.5.3-3	Resumen Incidencia Objetivos Prioritarios e Instituciones Ámbito Cantidad de Los Recursos Hídricos	7-22
7.5.3-4	Resumen Incidencia Objetivos Prioritarios e Instituciones Ámbito Calidad de Los Recursos Hídricos y Medio Ambiente	7-22
7.5.3-5	Resumen Incidencia Objetivos Prioritarios e Instituciones Ámbito Infraestructura	7-23
7.5.3-6	Resumen Incidencia Objetivos Prioritarios e Instituciones Ámbito Legal	7-23
7.5.3-7	Resumen Incidencia Objetivos Prioritarios e Instituciones Ámbito Gestión	7-24
7.6-1	Distribución Proyectos Por Comuna	7-27
7.7-1	Relación Proyectos – Objetivos Prioritarios	7-30
7.8-1	Resumen Proyectos Según Sub-sector Productivo Ámbito Cantidad de los Recursos Hídricos	7-33
7.8-2	Resumen Proyectos Según Sub-sector Productivo Ámbito Calidad de los Recursos Hídricos y Medio Ambiente	7-34
7.8-3	Resumen Proyectos Según Sub-sector Productivo Ámbito Infraestructura	7-35
7.8-4	Resumen Proyectos Según Sub-sector Productivo Ámbito Legal	7-36
7.8-5	Resumen Proyectos Según Sub-sector Productivo Ámbito Gestión	7-37
7.8-6	Resumen Relación Ámbito / Proyectos	7-38
7.9-1	Realción Objetivos generales y Prioritarios por Ámbito Análisis	7-39
8.2.1-1	Objetivos Modelo MAGIC	8-3
8.2.2-1	Tablas que Componen la Estructura de Entrada de Datos Modelo MAGIC	8-9
8.2.4-1	Tablas que Componen la estructura de Salida de Datos MAGIC	8-15
8.2.4-2	Tablas que Componen la Estructura de Salida de Datos MAGIC Balances Globales	8-17
8.3.1-1	Tablas Modificadas y/o Actualizadas Modelo MAGIC Maipo	8-18
8.4.3.1-1	Estación Incluidas Proceso Calibración / verificación	8-27
8.4.3.1-2	Resultados Proceso de Calibración / Verificación	8-27
8.4.3.2-1	Volúmenes Relativos Al Total Sectores Acuíferos	8-38
8.4.3.3-1	Caudales de Entrada y Salida Sectores Acuíferos	8-39
8.4.3.3-2	Variación Flujos Entrada y Salida Sectores Acuíferos	8-40

VOLUMEN 1

ÍNDICE CUADROS

Página

9.3.2.2-1	Definición de Estratos Productores	9-7
9.3.2.2-2	Caracterización Situación Productiva	9-8
9.3.2.3-1	Distribución Superficie Sector Riego 5 según Comunas	9-10
9.3.2.3-2	Subdivisión según Estratos y Rubros Productivos Comuna de Maipú	9-10
9.3.2.3-3	Subdivisión según Comunas Frutales Estrato 3	9-13
9.3.2.3-4	Subdivisión según Estratos y Rubros Productivos Zonas de Riego 5	9-14
9.3.2.3-5	Reclasificación de Estratos por Rubro Productivo para la Zona de Riego ZR-05 (%)	9-14
9.3.2.3-6	Reclasificación de Estratos por Rubro Productivo para la Zona de Riego ZR-05 (ha)	9-15
9.3.3-1	Resultados de la Evaluación Económica por Componente Escenario #1	9-20
9.4-1	Definición de Grados de Cumplimiento Objetivos Prioritarios	9-22
9.4-2	Grado de Cumplimiento de los Objetivos Prioritarios Cantidad	9-23
9.4-3	Grado de Cumplimiento de los Objetivos Prioritarios Calidad y Medio Ambiente	9-23
9.4-4	Grado de Cumplimiento de los Objetivos Prioritarios Infraestructura	9-24
9.4-5	Grado de Cumplimiento de los Objetivos Prioritarios Cantidad	9-24
9.4-6	Grado de Cumplimiento de los Objetivos Prioritarios Cantidad	9-25
9.5-1	Nuevos Proyectos, Código, Tipo y Nombre	9-27
9.5-2	Ámbito: Cantidad de los Recursos Hídricos	9-31
9.5-3	Ámbito: Calidad de los Recursos Hídricos y Medioambiente	9-33
9.5-4	Ámbito: Infraestructura	9-39
9.5-5	Ámbito: Legal	9-45
9.5-6	Ámbito: Gestión	9-47
9.5.1-1	Relación Proyectos – Objetivos Prioritarios	9-55
9.5.2-1	Resumen Proyectos según Sub-Sector Productivo Ámbito: Cantidad Recurso Agua	9-57
9.5.2-2	Resumen Proyectos según Sub-Sector Productivo Ámbito: Calidad Recurso Agua	9-57
9.5.2-3	Resumen Proyectos según Sub-Sector Productivo Ámbito: Infraestructura	9-58

VOLUMEN 1

	ÍNDICE CUADROS	Página
9.5.2-4	Resumen Proyectos según Sub-Sector Productivo Ámbito: Legislación	9-58
9.5.2-5	Resumen Proyectos según Sub-Sector Productivo Ámbito: Gestión	9-59
9.6.1-1	Escala de Saaty	9-63
9.6.1-2	Matriz de Saaty para los Criterios de Jerarquización de Proyectos No-Estructurales. Cuenca del Río Maipo	9-64
9.6.2-1	Listado de Profesionales Encuestados Generación de Matrices de Saaty	9-65
9.6.2-2	Coeficientes Modelo AHP Criterios	9-66
9.6.2-3	Coeficientes Modelo AHP Sub-Criterios Proyectos Estructurales	9-67
9.6.2-4	Coeficientes Modelo AHP Sub-Criterios Proyectos No-Estructurales	9-68
9.6.3-1	Resultados Priorización Proyectos Estructurales	9-69
9.6.3-2	Resultados Priorización Proyectos No-Estructurales	9-71
9.7-1	Plan Director de Corto Plazo	9-80
9.7-2	Plan Director de Mediano Plazo	9-81
9.7-3	Plan Director de Largo Plazo	9-82
9.8-1	Indicadores de Logros para Cada Tipo de Proyecto	9-91
9.8-2	Resumen Actividades, Plazos, Responsabilidad e Indicadores	9-95

VOLUMEN 2

ÍNDICE ANEXOS

2-1	Niveles Máximos de Calidad Objetivo
2-2	Planes de Desarrollo Comunal
3-1	Código de Aguas y sus Modificaciones
3-2	Extracto Institucionalidad Ambiental
3-3	Institucionalidad Orgánica
3-4	Derechos de Aprovechamiento de Aguas
4-1	Participación Ciudadana: Descripción de las Actividades
4-2	Participación Ciudadana: Invitados
4-3	Participación Ciudadana: Resultados
4-4	Formulario Encuesta de Terreno
4-5	Catastro Sectores Colina, Lampa y Batuco
4-6	Pruebas de Infiltración
4-7	Muestreo Agrológico
5-1	Curvas Doble Acumuladas Pluviometría
5-2	Estadísticas Pluviométricas Rellenadas y Corregidas
5-3	Curvas Doble Acumuladas Fluviometría
5-4	Estadísticas Fluviométricas Rellenadas y Corregidas
5-5	Minuta Visita Estaciones Fluviométricas
5-6	Descargas de RILes
5-7	Calidad de Aguas Superficiales
5-8	Características de las Captaciones. Aguas Subterráneas
5-9	Características de las Captaciones de Aguas Subterráneas. Aguas Andinas
6-1	Proyectos, Programas y Acciones
7-1	Objetivos Prioritarios Propuestos
8-1	Descripción Modelo MAGIC
9-1	Evaluación del Cambio Climático Cuenca Río Maipo
9-2	Escenarios de Evaluación
9-3	Relaciones entre Objetivos Prioritarios y Proyectos
9-4	Programas, Proyectos y Acciones
9-5	Análisis Jerárquico AHP
9-6	Proceso Analítico Jerárquico AHP Descripción de Árboles de Jerarquización
9-7	Evaluación Jerárquica de Proyectos

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 Maipo, 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 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 Maipo. 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 Maipo. El desarrollo de este plan se ha dividido en 2 fases. La primera fase fue desarrollada por la empresa consultora Conic-Bf, la que se concluyó en Marzo de 2007.

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 Maipo. 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 y largo plazo.

Para lograr este objetivo, previo a la formulación del Plan, se actualizó y calibró el modelo desarrollado en el estudio “Bases Para la Elaboración del Plan Director Cuenca Río Maipo” desarrollado para la DGA por Conic-Bf (2007), con el fin de ***disponer de una herramienta matemática adecuada para describir la operación del sistema Maipo, tanto en situación actual como futura, y de esta manera permita facilitar la formulación del Plan.***

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

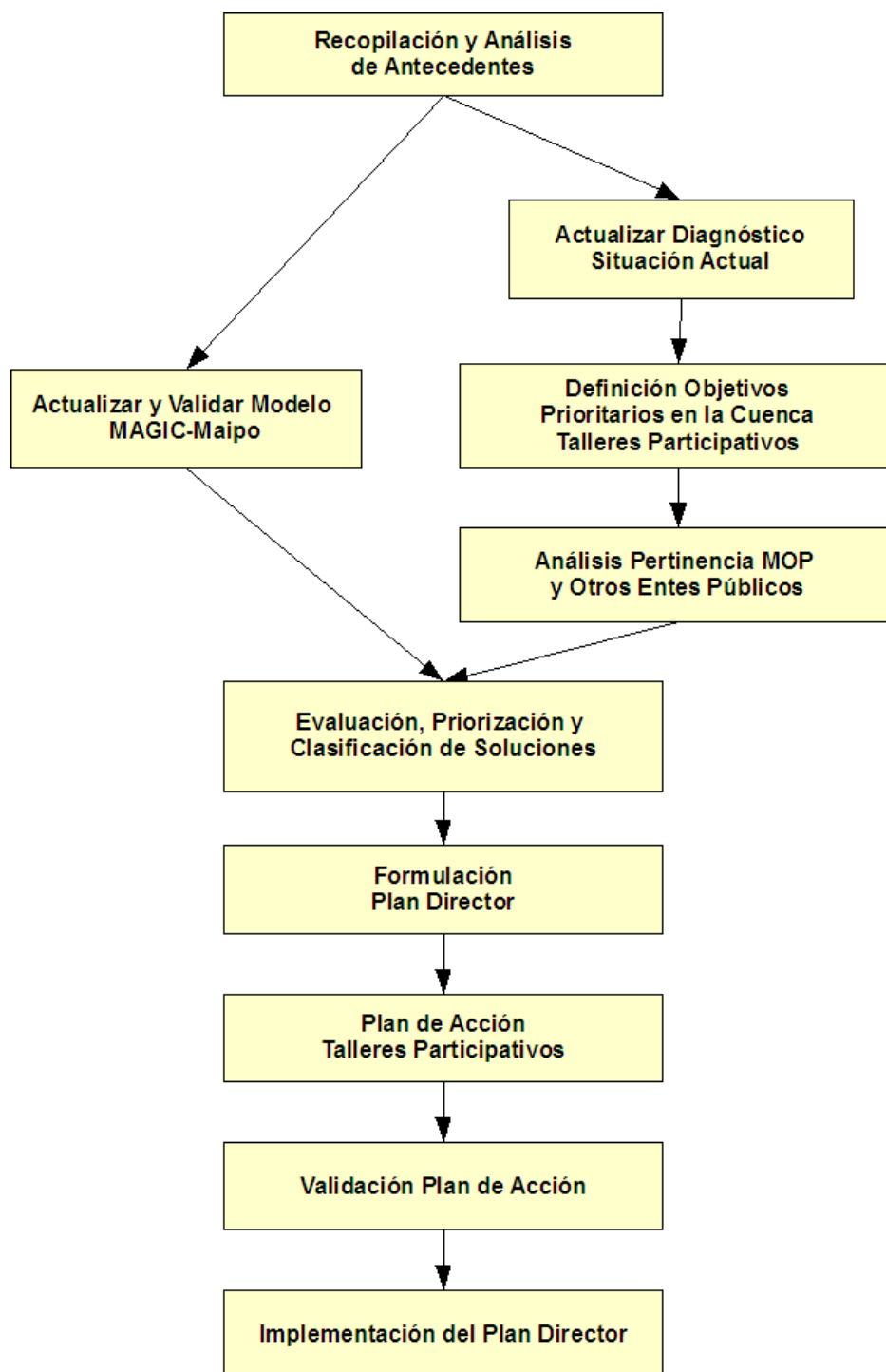
Teniendo en consideración el objetivo central, el presente estudio persigue los siguientes objetivos específicos:

- ***Disponer del Modelo MAGIC-Maipo 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 Maipo” desarrollado para la DGA por Conic-Bf (2007).
- ***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
- **Confección 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 públicas 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 como 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

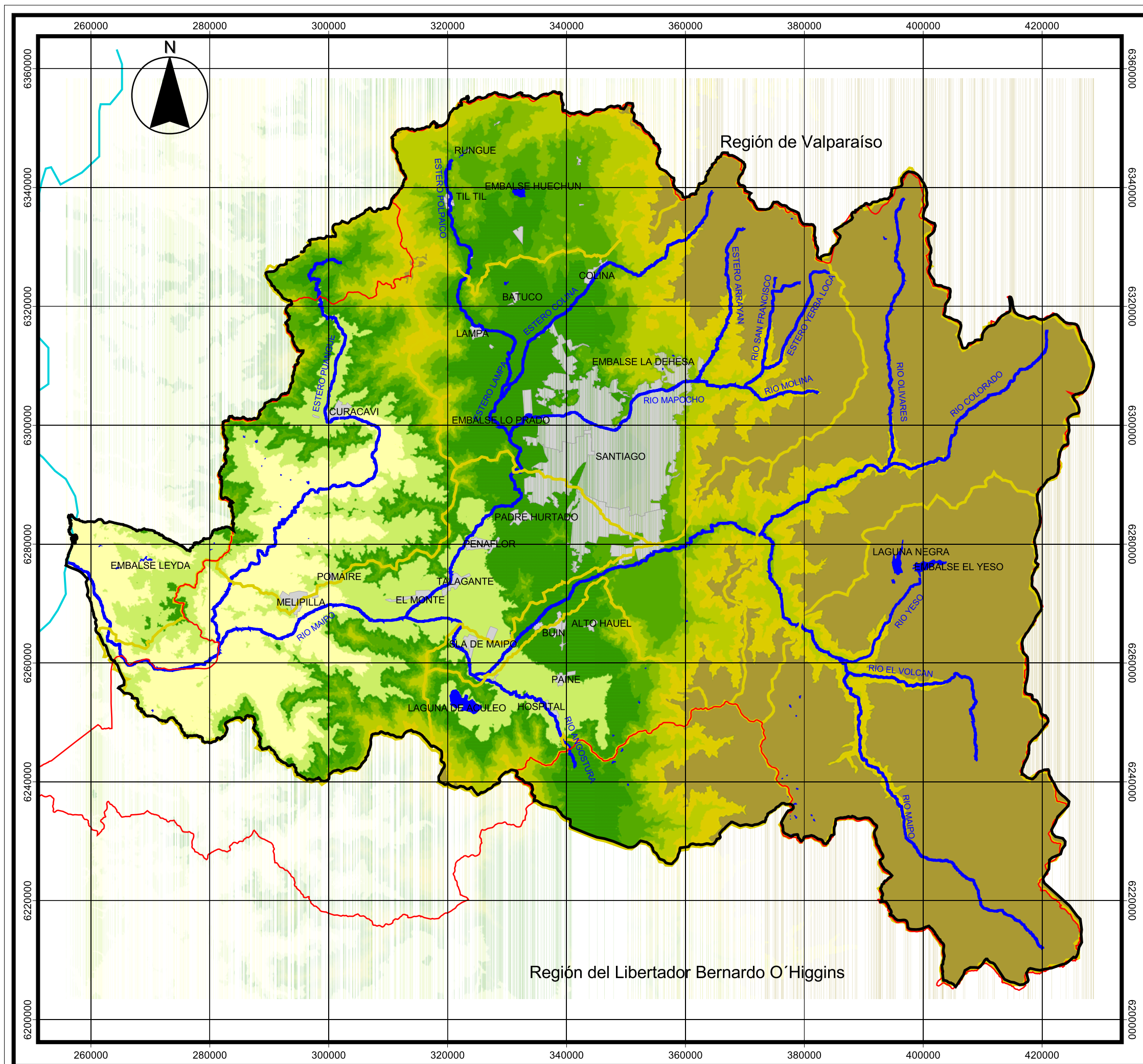
El estudio abarca la cuenca completa del río Maipo y su área de influencia. Desde el punto de vista administrativo, la cuenca del río Maipo se encuentra situada entre 32°55'-34°15' de latitud Sur y 69° 46' y 71° 43' de longitud Oeste, con una extensión aproximada de 15.157 km². Geográficamente, esta cuenca cubre tres regiones político-administrativas: Región de Valparaíso, Región Metropolitana, y Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Sin embargo, es en la Región Metropolitana donde se encuentra la mayor parte de su superficie. La región Metropolitana, cuya capital regional es la ciudad de Santiago, cuenta con 6 provincias y 56 comunas, de las cuales la totalidad se encuentran dentro de la cuenca.

1.3.2 CUENCAS HIDROGRÁFICAS

El área del estudio, por su naturaleza, comprende la totalidad de la cuenca del río Maipo, sus afluentes y área de influencia, la que cuenta con una red hidrográfica compuesta por los ríos Volcán, Yeso y Colorado en la parte alta, y su afluente principal en la parte media, el río Mapocho con sus afluentes, San Francisco, Molina, Estero Arrayán. También están incluidos los cauces ubicados en la zona media y baja, entre estos se puede mencionar el río Angostura, esteros Lampa, Puangue, y Colina, tal como se muestra en la Figura 1.3.2-1.

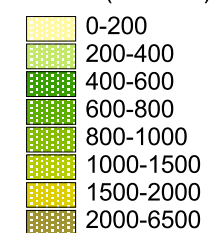
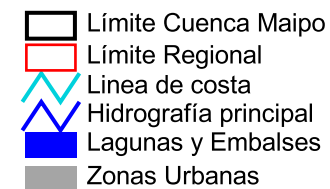
El sistema hídrico de esta cuenca presenta algunas características que hacen que sea especialmente interesante su modelación. En primer lugar, la mayor parte de los recursos de la parte media e inferior del río Mapocho provienen exclusivamente del río Maipo en la época de estiaje correspondiendo, por lo tanto, a un sistema artificialmente regulado. A su vez, los recursos superficiales del río Maipo son parcialmente regulados mediante el embalsamiento en la Laguna Negra y en el embalse El Yeso. El resto de los recursos proviene del sistema nivo-pluvial de los ríos Maipo y El Volcán, alimentados de las precipitaciones y los deshielos cordilleranos.

Por otra parte, existe una fuerte interacción entre los recursos superficiales y subterráneos, la que se hace notoria tanto en la cuenca del río Maipo como en la del río Mapocho. En efecto, en el río Maipo, aguas abajo de La Obra, se producen importantes filtraciones que representan la recarga más importante recibida por los acuíferos de la cuenca de Santiago, las que desaparecen aguas abajo dando origen a recuperaciones cuyos mayores montos ocurren en el sector de Isla de Maipo; por su parte, en la cuenca del río Mapocho, esta misma situación se genera aunque en mucho menor cantidad, existiendo una zona de fuertes infiltraciones en la parte superior e importantes recuperaciones en la parte media.



SIMBOLOGÍA

Elevación (m.s.n.m)



Datos Cartográficos
Proyección Universal Transversal Mercator
Huso 19
zona Sur

Datos Geodésicos
Elipsoide World Geodetic System 1984
Datum World Geodetic System 1984



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 MAIPO

PLANO:
UBICACIÓN GENERAL

DIRECTOR GENERAL DE AGUAS
SR. RODRIGO WEISNER

JEFE DE DEPARTAMENTO
SR. PEDRO RIVERA

INSPECTOR FISCAL:
SR. ANDRÉS ARRIAGADA

ESCALA:
1:650000
0 10 Km

FIGURA:
1.3-2-1

FECHA
MAYO DE 2008

Es importante indicar que el sistema Maipo-Mapocho no tiene recursos superficiales disponibles en la actualidad, por lo que la satisfacción futura de la creciente demanda deberá hacerse a costa del uso más eficiente del agua, de un mayor aprovechamiento de recursos subterráneos o de la incorporación al uso de nuevos recursos superficiales en estiaje mediante obras de regulación. En cualquier caso, será necesario contar con un modelo confiable del sistema, tal como el MAGIC-Maipo, para evaluar las implicancias de las diferentes políticas de manejo posibles.

Su régimen hidrológico es de alimentación mixta, o nivo-pluvial. En sus zonas altas y media, el río Maipo es de régimen marcadamente nival, presentando un gran aumento de caudal en los meses de primavera producto de los deshielos cordilleranos. En la zona baja, el río Maipo posee un régimen pluvial, por lo cual presenta crecidas asociadas directamente con las precipitaciones.

1.3.3 POBLACIÓN

Desde el punto de vista de la población, la Región Metropolitana registró un total de 6.045.192 habitantes (40% del total país) según el Censo del año 2002, lo que equivale aproximadamente a 803.248 habitantes más que en el censo anterior de 1992. Del total regional, un 96,9% corresponde a población urbana, es decir, 5.875.013 habitantes.

La provincia de Santiago y Cordillera son las que poseen mayor cantidad de habitantes, 4.668.473 y 522.852, respectivamente, además en la provincia Cordillera se encuentra la comuna con mayor número de habitantes en la Región Metropolitana, la que corresponde a Puente Alto, con una población de 492.915 habitantes (8,1% de la región). En la Provincia de Santiago, las cinco comunas con mayor población son: Maipú (7,7%), La Florida (6%), Las Condes (4,1%), Peñalolén (3,6%) y Santiago (3,3%). La densidad poblacional de la región alcanza a 393,5 habitantes/km², siendo la provincia de Santiago la más densamente poblada, con 2.275,1 habitantes/km².

El uso de suelo en la Región Metropolitana está dado por: praderas y matorrales (46,4%), áreas desprovistas de vegetación (23,6%), terrenos agrícolas (16%), bosque (7,3%), áreas urbanas e industriales (5,4%), nieves y glaciares (0,6%), humedales (0,4%) y cuerpos de agua (0,3%) (CONAF, 2006).

1.3.4 ACTIVIDAD ECONÓMICA

En relación a la evolución económica, la Región Metropolitana es la región que concentra el mayor porcentaje del Producto Interno Bruto (PIB) del país, siendo la Región con mayor ritmo de crecimiento económico, superior al promedio Nacional (Banco Central, 2007). La Región Metropolitana aporta el 42,56% al PIB Nacional

Regionalizado (Banco Central, 2007), por lo que se constituye en la principal región generadora de recursos del país, tal como se muestra en el Cuadro 1.3.4-1.

**CUADRO 1.3.4-1
VARIACIÓN PRODUCTO INTERNO BRUTO
(MILLONES DE PESOS DE 2003)**

Producto Interno Bruto	2003	2004(*)	2005(*)
Nacional	51.156.415	54.217.377	57.315.532
Región Metropolitana	21.770.457	23.140.107	24.461.582
%	42,6%	42,7%	42,7%

(*): Cifras Preliminares

Fuente: Banco Central, 2007

Las principales actividades económicas de la región, como se pueden observar en el Cuadro 1.3.4-2 corresponden a Servicios Financieros y Empresariales (27%), Industria Manufacturera (17%) y del Comercio, Restaurantes y Hoteles (14%), en base a lo establecido para el año 2003.

**CUADRO 1.3.4-2
PRODUCTO INTERNO BRUTO POR CLASE DE ACTIVIDAD ECONÓMICA
(MILLONES DE PESOS DE 2003)**

ACTIVIDAD	2003	2004	2005
Agropecuaria-silvícola	258.607	265.108	277.729
Minería	228.161	240.000	245.134
Industria Manufacturera	3.775.993	4.036.214	4.330.740
Electricidad, Gas y Agua	426.577	450.104	445.405
Construcción	1.470.333	1.667.896	1.732.833
Comercio, Restaurantes y Hoteles	3.121.020	3.369.782	3.673.657
Transportes y Comunicaciones	2.466.161	2.557.085	2.765.038
Servicios Financieros y Empresariales	5.850.306	6.379.255	6.867.091
Propiedad de Vivienda	1.680.031	1.725.614	1.782.088
Servicios Personales	3.079.042	3.181.873	3.283.670
Administración Pública	808.564	820.218	848.120
Menos: Imputaciones Bancarias	-1.394.338	-1.553.043	-1.789.921
Producto Interno Bruto	21.770.457	23.140.107	24.461.582

Fuente: Banco Central, 2007

1.3.5 CLIMA Y AGROCLIMA

Desde el punto de vista climático, la Región Metropolitana presenta un clima templado cálido, del tipo continental. Esta última característica está acentuada porque la Cordillera de la Costa actúa como biombo climático, impidiendo que la influencia marina actúe sobre la Cuenca. El Cuadro 1.3.5-1 muestra las características principales de los distritos agroclimáticos que definen la cuenca. El clima de la región se caracteriza por un irregular régimen de precipitaciones, que se concentran en los meses de otoño e invierno, con un promedio anual de 384 mm. También presenta un verano seco, con temperaturas que en ocasiones sobrepasan los 30° C. La temperatura media anual de esta zona es de 14°C, con una media invernal de 9°C y una media en verano de 22,7°C. En el sector cordillerano las condiciones son más extremas, siendo frecuentes las temperaturas inferiores a los 0° C, generando un clima más frío. Dentro de la cuenca existen diferencias climáticas locales producidas por el efecto del relieve, al oriente de la cordillera de la costa se presentan áreas de mayor sequedad e incluso con características de semiaridez, debido al rol de biombo climático de ésta.

**CUADRO 1.3.5-1
PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LOS DISTRITOS AGROCLIMÁTICOS**

Parámetro	Costa Central y Cordillera de la Costa	Valle Central	Cordillera de Los Andes
Temperatura Máxima Enero (°C)	27,8	28,7	24,7
Temperatura Mínima Julio (°C)	3,0	3,7	-0,7
Periodo Libre de Heladas (días)	248	261	209
Día Primera Helada (50% Prob)	01-may	01-jun	01-may
Día Última Helada (50% Prob)	01-oct	01-oct	01-oct
Periodo Receso Vegetativo (días)	3	2	5
Hora de Fríos Anuales (h)	1190	1031	1952
Evapotranspiración Potencial Diciembre-Febrero (mm)	406,3	484,7	472,7
Déficit Hídrica Octubre-Marzo (mm)	821	890	812
Periodo Seco (meses)	8	8	7
Periodo Húmedo (meses)	4	3	5

Fuente: Atlas Agroclimático de Chile Regiones IV a IX
CIREN-CORFO 1990

Los distritos agroclimáticos que se encuentran en la zona de la costa central y cordillera de la costa (San Antonio, Melipilla), presentan temperaturas máximas promedio en enero del orden de 23° C y temperaturas mínimas promedio en julio cercanas 5,5° C, presentando la menor diferencia entre las máximas temperaturas de enero y mínimas de julio (17.8°) si se comparan con los distritos que se encuentran en las otras dos zonas de la cuenca. En relación a las heladas, ésta zona es la que presenta mayores días libres de heladas, y al mismo tiempo existe una menor diferencia de días entre el primer y último día de helada.

En general todos los parámetros observados para los distritos que se encuentran en el valle central (Santiago, Talagante, Buín), son valores intermedios entre los presentados para la zona de costa central y cordillera de la costa, y cordillera de los andes, exceptuando los valores de evapotranspiración potencial de enero y julio y déficit hídrico anual, los cuales son superiores a los distritos que se encuentran en las otras dos zonas de la cuenca.

En los distritos que pertenecen a la cordillera de los andes, es donde se presentan las mayores diferencias de temperaturas máximas entre enero y mínimas de julio (26,5° C). Con respecto a las heladas, en esta zona es donde se presentan mayores días expuestos a las heladas, por lo tanto existe una mayor diferencia (días) entre la primero y última helada.

La Región Metropolitana se inserta en tres de las ocho regiones vegetacionales descritas para el país (Región de la Estepa Alto Andina, Región del Matorral y del Bosque Esclerófilo y Región del Bosque Caducifolio) y comprende nueve de las 84 formaciones vegetacionales descritas (Gajardo 1994, CONAF 1996), las cuales se extienden más allá de los límites de la Región. Éstas corresponden a: Bosque Caducifolio de Santiago; Bosque Esclerófilo Costero; Bosque Esclerófilo Andino; Bosque Espinoso Abierto; Estepa Alto Andina de Santiago; Matorral Espinoso de la Cordillera de la Costa; Matorral Espinoso del seco Costero; Matorral Espinoso de las Serranías y Matorral Esclerófilo Andino. A esta misma escala, también se reconocen zonas agrícolas y urbanas, que representan dos ecosistemas de origen antrópico que ocupan una amplia superficie en las zonas de valle.

1.3.6 ÁREAS PROTEGIDAS

Con respecto a la protección de biodiversidad, en la Región Metropolitana existen 2 áreas pertenecientes al SNASPE (Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado) y 5 áreas pertenecientes a los Sitios prioritarios de conservación de biodiversidad. Dentro del primer grupo se encuentran el Monumento Natural el Morado y la Reserva Nacional Río Clarillo, las que suman un área total de 13.194 ha. Mientras que en el segundo grupo se encuentran Altos de Cantillana (sitio 26), El Roble (sitio 27), Altos del Río Maipo (sitio 28), El Morado y Río Colorado, Olivares y Tupungato (sitio 29) (<http://www.sinia.cl>).

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

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). Por último, recientemente se ha creado un nuevo concepto de concesiones de obras hidráulicas.

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.

1.5 CONTENIDOS DEL INFORME FINAL DEL ESTUDIO

El presente informe se divide en nueve capítulos, cuyos contenidos se presentan brevemente:

- **Capítulo 1:** Incluye objetivos generales y específicos del estudio, descripción del área de estudio, y problemática de los Planes Directores
- **Capítulo 2:** Incluye una revisión de los antecedentes existentes, así información de riego, calidad de aguas, e infraestructura
- **Capítulo 3:** Incluye una revisión del marco legal, incluyendo análogos del código de aguas, institucionalidad, y derechos de agua
- **Capítulo 4:** Incluye el detalle de los trabajos de terreno realizados junto con sus resultados
- **Capítulo 5:** Incluye el detalle del diagnóstico de los recursos hídricos en la cuenca
- **Capítulo 6:** Se incluye la revisión de los planes, programas, y acciones relativas al manejo de aguas en la cuenca
- **Capítulo 7:** Incluye la definición de los objetivos prioritarios, la pertinencia del MOP y otras instituciones públicas en estos objetivos y proyectos

- **Capítulo 8:** Incluye las características básicas del modelo de simulación MAGIC-Maipo
- **Capítulo 9:** Incluye la definición y evaluación de escenarios; formulación de nuevos proyectos; priorización de soluciones; formulación Plan Director, medidas de seguimiento, y actualización

2. RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES

2.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo central de este capítulo es presentar la información básica levantada para complementar la información contenida en el estudio “Bases para la Formulación de un Plan Director para la Cuenca del Río Maipo”, preparado por Conic-BF para la DGA (2007). El capítulo comienza con un resumen de la información contenida en el referido estudio, seguida por información contenida en otros estudios considerados relevantes para formular el plan director. Después de esto se incluye información relativa al riego, tal como información sobre suelos y rubros productivos. El capítulo continúa con el catastro de usuarios y después la norma secundaria de calidad de aguas superficiales. Finalmente se trata el tema de planos reguladores y crecimiento urbano.

Cada uno de los estudios recopilados, revisados y que se presentan en este capítulo han sido identificados o precedidos por la nomenclatura Ref. #, con el objeto de entregar un orden que permite aludir de manera específica y breve, en cualquier capítulo de este informe, a los estudios bases recopilados; los que han sido agrupados en las siguientes áreas temáticas:

- **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:
 - Aconcagua
 - 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 6 estudios:
 - Estudio de Factibilidad. Programa Manejo de Cuencas Hidrográficas. Plan de Ordenamiento y Programa de Manejo, Cuenca del Río Maipo
 - Estudio Integral de Riego Proyecto de Aprovechamiento de Aguas Servidas Planta de Tratamiento Santiago Sur, Región Metropolitana
 - Política Nacional de los Recursos Hídricos
 - Diagnóstico Actual de la Utilización de Aguas Servidas Tratadas en Riego

- Evaluación de los Recursos Hídricos Superficiales en la Cuenca del Río Maipo
- Diagnóstico y Proposición Plan Maestro de Manejo de Cauces Naturales, Cuenca del Estero Lampa, Región Metropolitana
- **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 9 estudios, los que se enumeran a continuación:
 - Modelo de Simulación Operacional de la Cuenca de los Ríos Maipo y Mapocho
 - Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago
 - Estudio Integral de Optimización del Regadío de la 3^a Sección del Río Maipo y Valles de Yali y Alhué
 - Diagnóstico del Riego en Chile: Región Metropolitana
 - Plan de Saneamiento Hídrico del Gran Santiago
 - Identificación de las Principales Áreas Agrícolas y de Interés para el MINAGRI como aporte para el Ordenamiento Territorial del País
 - Estudio de Pre-Factibilidad Mejoramiento de Riego en el Valle de Puangue, Comuna de Curacaví, Región Metropolitana
 - Diagnóstico de Caudales en Cuencas No Controladas en Recuperación, Cuencas de Aconcagua y Maipo
 - Uso Actual y Futuro Aguas Cuenca del Río Maipo
- **Estudios Agronómicos:** En esta sección se incluyen 10 estudios que presentan información de tipo agronómico, tales como suelos y cultivos:
 - Descripciones de suelos: Estudio Agrológico, Proyecto Maipo. Región Metropolitana
 - Descripciones de Suelos y Materiales y Símbolos. Estudio Agrológico Región Metropolitana
 - Descripciones de Suelos. Estudio Agrológico V Región
 - Clasificación de las Explotaciones Agrícolas del VI Censo Nacional Agropecuario según tipo de Productor y Localización Geográfica.
 - Sistema Integral de Riego Electrónico (e-SIIR)
 - Catastro Frutícola: Principales Resultados. Región Metropolitana
 - Catastro Vitivinícola Nacional 2004
 - Distribución Espacial de los Huertos Frutícolas de Chile
 - Compendio Estadístico Silvoagropecuario 1990-2004
 - Centro de Investigación y Transferencia en Riego y Agroclimatología
- **Estudios de Calidad de Aguas:** En esta sección se incluyen 3 estudios que presentan aspectos de la calidad de las aguas en la cuenca:

- Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad. Cuenca del Río Maipo
 - Anteproyecto de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Maipo
 - Impacto Económico de la Aplicación de la Norma Secundaria de Calidad de Agua en el Sector Agropecuario de la Cuenca Maipo-Mapocho
- **Estudios Relacionados con la Planificación Territorial:** En esta sección se incluyen 6 estudios que presentan información relativos a la planificación territorial en la cuenca:
 - Análisis y Diagnóstico Plan Regional de Desarrollo Urbano Región Metropolitana (Informe Etapa 4)
 - Proyecto OTAS. Bases para el Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable de la Región Metropolitana de Santiago
 - Atlas Socioeconómico Región Metropolitana de Santiago (RMS)
 - Diagnóstico de los suelos en la Región Metropolitana. CONAMA
 - Infraestructura para la Competitividad 2007-2012 Región Metropolitana
 - Planes Reguladores Comunes (PRC)

2.2 Ref. 1: ESTUDIO BASES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN DIRECTOR PARA LA CUENCA DEL RÍO MAIPO, CONIC-BF-DGA, 2007

Este informe consta de 12 capítulos:

1. Introducción y Objetivos
2. Recopilación y Análisis Crítico de Estudios Anteriores
3. Aguas Superficiales
4. Aguas Subterráneas
5. Demandas
6. Evaluación de la Infraestructura
7. Disponibilidad y Diagnostico de la Situación Actual del Recurso Hídrico
8. Aspectos de Calidad
9. Análisis del Mercado del Agua
10. Identificación y Análisis de Políticas y Planes
11. Evaluación de Acciones y Proyectos
12. Identificación de Inquietudes, Problemas y Conflictos Relacionados con la Gestión y Conservación de los Recursos

En el capítulo 1 se incluye, a parte de la introducción propiamente tal; los objetivos generales y específicos; los alcances en donde se describe la cuenca del río Maipo, el área de influencia del proyecto, incluyendo el contexto regional de la cuenca

(características económicas, poblacionales, clima, etc.). Por último se encuentra en este capítulo una reseña de la problemática general de los planes directores.

En el Capítulo 2 se presenta una revisión exhaustiva de la bibliografía disponible a la fecha de realización del estudio, se revisaron un total de 42 documentos incluyendo la Cuenta Anual de la Presidencia del año 2006, planes, estudios, estudios integrales, entre otros. La información recopilada se dividió en las siguientes categorías:

- Aguas superficiales
- Aguas subterráneas
- Demandas
- Infraestructura
- Diagnóstico situación actual
- Calidad del agua
- Mercado del agua
- Planes, acciones, y proyectos

En el Capítulo 3 de aguas superficiales, se incluyó la actualización de la estadística pluviométrica y fluviométrica generada en el estudio base finalizado el año 2000 (estudio preparado por AC Ingenieros Consultores para la DGA el año 2000), incluyendo hasta el año hidrológico 2004-05. La metodología de actualización usada fue consistente con las prácticas usuales en Chile, incluyendo curvas doble acumuladas para el análisis de precipitaciones, transposición de caudales, y generación sintética de caudales. Es necesario indicar, que la mayoría de los rellenos están basados en la estadística de la estación Santiago en Quinta Normal dado el extenso registro existente, con lo que los resultados son altamente dependientes de sólo una estación. Lo anterior trae como consecuencia que pequeños errores en la estadística de Santiago en Quinta Normal podrían amplificarse sin control. Adicionalmente se incluyó un completo análisis de los derechos de agua superficiales de la cuenca, que fue plenamente concordante con las metodologías en uso.

Por otra parte, en el Capítulo 4, dedicado a las aguas subterráneas, se incluyó la actualización del catastro de captaciones subterráneas, estudio de derechos, geología, hidrogeología, nivel de aguas subterráneas, y parámetros elásticos de los acuíferos. Puede indicarse que el análisis presentado fue adecuado para el desarrollo posterior del modelo MAGIC-Maipo.

Una tercera componente analizada fue el estudio de demandas de agua en la cuenca, lo que se presenta en el Capítulo 5. El análisis se dividió en proyecciones de demanda para distintos usos: agua potable, riego, energía, minería, industria, y turismo. Adicionalmente se incluyó el análisis de caudales ecológicos en la cuenca como una condición de borde para las demandas. Tal como en el acápite anterior, la

metodología presentada fue adecuada para el análisis de las futuras necesidades de agua en la cuenca.

En el Capítulo 6, infraestructura, se incluyó una descripción de las distintas obras de aprovechamiento existentes en la cuenca, tales como embalses, sistemas de distribución, de riego, uso múltiple. Adicionalmente, se incluyó el análisis de las redes de monitoreo existentes en la zona. Una vez mas la calidad de la información fue la adecuada para los fines perseguidos en este estudio de diseño del Plan Director.

El análisis de la situación actual de los recursos hídricos se presenta en el Capítulo 7, Para esto se preparó y operó el modelo MAGIC-Maipo como una herramienta integradora de información a nivel de la cuenca. Este modelo se complementó con un modelo de aguas subterráneas diseñado usando el software VisualModflow. El análisis del modelo MAGIC-Maipo en si es adecuado, pero en el proceso de calibración, no se consideraron simultáneamente la interacción entre las componentes subterránea y superficial. En el caso del modelo subterráneo, la cuenca se caracterizó modelando el acuífero del Maipo-Mapocho y el del Puangue en forma independiente. En lo que respecta a modelación los supuestos e información son adecuados. Por otra parte en lo que respecta a resultados, se observan grandes diferencias entre ambos acuíferos. En el caso del acuífero del Puangue, se entregan los balances de agua para cada uno de los acuíferos en los que discretizó el sistema, incluyendo el trasvase de agua entre acuíferos. Para el caso del Maipo-Mapocho, el balance es presentado en forma global, por lo que no es posible entender el funcionamiento del sistema en cada una de sus partes, por lo que no se pueden detectar inconsistencias (en el evento de que las haya). Por las razones expuestas, la información presentada constituye un buen punto de partida para los análisis considerados para formular el Plan Director.

Posteriormente se analizó la problemática de calidad de aguas, tanto a nivel superficial como subterráneo, y problemas de contaminación hídrica, información que se presenta en el Capítulo 8. Al igual que en el caso anterior, la información presentada constituye un buen punto de partida para los análisis considerados para formular el Plan Director.

En el Capítulo 9, mercado del agua, se incluyó un completo análisis del marco legal asociado y de las transacciones históricas, con lo que se configuró la evidente volatilidad que ha presentado este mercado. Esta información se usó como línea base para evaluar el funcionamiento del mercado del agua en la situación actual.

El siguiente tópico estudiado se relaciona con las políticas imperantes, y los programas de acción que las distintas reparticiones públicas y privadas estaban desarrollando en la cuenca al momento del estudio (Capítulo 10). Posteriormente, se evaluaron las distintas acciones y proyectos identificadas como posibles en la cuenca, agrupados por actividad productiva, lo que se presenta en el Capítulo 11. Finalmente, en el Capítulo 12 se incluyó un análisis de la problemática del agua en la

cuenca basado en contacto directo con actores relevantes en la cuenca. Esta información es primordial para el trabajo de diagnóstico que incluye este nuevo estudio, en conjunto con la formulación del Plan Director.

2.3 OTROS ESTUDIOS RELEVANTES PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN DIRECTOR

2.3.1 GENERALIDADES

En esta sección se presentan otros estudios relevantes para la formulación del plan director. Los estudios elegidos se refieren a marco político-técnico, y planes sectoriales anteriores. Se seleccionaron estos estudios ya que permiten tener una idea de la problemática detectada en la cuenca a la fecha del desarrollo del estudio de la Ref. 1.

2.3.2 PLANES DIRECTORES

Es importante indicar que los estudios presentados en esta sección son usados como estudios que definen los lineamientos que debería llevar el plan director, o algunas de las obras asociadas a éste, por lo que en definitiva no se usarán directamente en el estudio.

2.3.2.1 Ref. 2: Plan Director Para la Gestión de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Aconcagua, AC Ingenieros Consultores-DGA, S.I.T. Nº 73, 2000

Este estudio fue encargado por la DGA a la empresa consultora AC Ingenieros Consultores, y se completó el año 2000. Este estudio se presenta en 8 capítulos, que se describen brevemente en los siguientes párrafos.

En el Capítulo 1 se presenta la introducción al estudio, y posteriormente en el Capítulo 2 se presentan los objetivos y el alcance de este estudio. Posteriormente, en el Capítulo 3 se presenta la descripción de la cuenca incluyendo sus características físicas, situación administrativa, y sus condiciones socio-ecológicas, y también la revisión de los estudios anteriores que permiten caracterizar la situación de la cuenca, tanto a nivel parcial como total.

El Capítulo 4 incluye el diagnóstico de los recursos hídricos, para lo que en primer lugar se cuantifican los recursos tanto superficiales como subterráneos, incluyendo las redes de medición del recurso. Posteriormente se presenta la caracterización de las demandas de agua de riego, agua potable, energía, industria, y minería. Se continúa el capítulo con un análisis de la disponibilidad de aguas mediante balances

simples, y la aplicación de un modelo de simulación. Por último, el diagnóstico se completa con una caracterización ambiental de la cuenca en lo que respecta a contaminación hídrica, manejo del suelo, cauce y la biodiversidad en la cuenca.

Posteriormente, en el Capítulo 5 se presenta el diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos en la cuenca, para lo cual se identificaron preliminarmente a los actores principales de la cuenca, los que posteriormente fueron entrevistados. También se incluye un análisis de las instituciones públicas y privadas en lo que respecta a la gestión de los recursos hídricos. Se continúa con el análisis del mercado de aguas, y se concluye con los resultados del taller participativo en el que se recomiendan objetivos y estrategias para la cuenca.

El Capítulo 6 se refiere a la identificación de los problemas y conflictos existentes en la cuenca, en particular a lo que se refiere con problemas de disponibilidad de recursos hídricos, ambientales, y finalmente problemas relacionados con las instituciones y la gestión.

En el Capítulo 7 se presenta la evaluación, priorización y clasificación de soluciones, y se concluye con la formulación del plan director, el que se divide en soluciones de corto, mediano, y largo plazo.

Finalmente, en el Capítulo 8 se presenta la implementación del plan director, en el que se recomiendan medidas para su implementación y su posterior actualización en el tiempo.

2.3.2.2 Ref. 3: Plan Director del Río Imperial. AC Ingenieros Consultores-DGA, S.I.T. Nº 74, 2001

Este estudio fue encargado por la DGA a la empresa consultora AC Ingenieros Consultores, y se completó el año 2001. Este estudio se presenta en 6 capítulos cuyo contenido se describe en los siguientes párrafos.

En el Capítulo 1 se presenta la introducción, los objetivos y el alcance de este estudio. Posteriormente, en el Capítulo 2 se presenta la descripción de la cuenca incluyendo sus características físicas, situación administrativa, y sus condiciones socio-ecológicas.

Posteriormente, en el Capítulo 3 se presentan los antecedentes recopilados para el desarrollo de este estudio. Entre otras informaciones se incluyen los principales actores existentes en la cuenca, 14 instituciones públicas y 6 privadas. Posteriormente, se incluyen encuestas a los usuarios, entre los que se cuentan municipalidades, comunidades mapuches, agricultores y juntas de vecinos.

A continuación, en el Capítulo 4 se presenta el diagnóstico de la cuenca, el que incluye un completo diagnóstico de la cuenca en 4 áreas: recursos hídricos, infraestructura de riego y obras fluviales, ambiental, e institucional. En el tópico recursos hídricos, el diagnóstico incluye un análisis de la oferta de agua y las demandas, las que incluyen agua potable, energía eléctrica, industria, minería y riego. Este tópico concluye con la aplicación de un modelo matemático para evaluar la disponibilidad de agua en la cuenca del río Imperial. Posteriormente, en el diagnóstico de la infraestructura de riego y obras fluviales se presentan las necesidades de riego en la región, la situación actual del riego en la región, y en particular en las comunidades indígenas. En esta sección también se incluye un detalle de las obras fluviales que estaban en espera para su ejecución. En el diagnóstico ambiental que se presenta posteriormente, se presenta un análisis de la calidad de aguas superficial y subterránea, y también se incluye un análisis de la degradación de suelos en la cuenca. A continuación se incluye un diagnóstico de las funciones y atribuciones de las instituciones presentes en la cuenca. Finalmente, se incluye una síntesis de los resultados obtenidos.

El Capítulo 5 se refiere a la formulación del Plan Director. En primer lugar se presenta la definición de objetivos para la cuenca, lo que se refiere a objetivos generales, específicos, y la relación entre los problemas y los objetivos del plan director. Posteriormente se identificaron las alternativas de solución, con su posterior evaluación, y clasificación.

Por último, en el Capítulo 6 se presenta la implementación del plan director, que se refiere al plan de inversiones asociado, la aplicación del plan por una comisión de recursos hídricos, recomendaciones para su implementación, su actualización periódica, y la definición de indicadores para su seguimiento en el tiempo.

2.3.3 ESTUDIOS DE TIPO GENERAL

Es importante indicar que los estudios presentados en esta sección son usados como estudios que definen los lineamientos que debería llevar el plan director, o algunas de las obras asociadas a éste, por lo que en definitiva no se usarán directamente en el estudio.

2.3.3.1 Ref. 4: Estudio de Factibilidad. Programa Manejo de Cuencas Hidrográficas. Plan de Ordenamiento y Programa de Manejo, Cuenca del Río Maipo. DHV-INFOR-ICSA-BF, para Ministerios de Agricultura y Obras Públicas–BID, 1995

Este programa se subdividió en dos subprogramas principales, un subprograma hídrico y un subprograma forestal. La cuenca del Río Maipo fue seleccionada para este programa junto con otras 5 cuencas del país.

Los objetivos específicos del programa para el área de recursos hídricos se dividieron por una parte en gestión y conservación del recurso hídrico y por otra parte en control de crecidas y manejo de cauces

Los resultados obtenidos de este programa son una cartera de estudios y proyectos evaluados, los cuales están contenidos en el Plan de Ordenamiento de Cuencas. Estos estudios y proyectos se priorizaron de acuerdo a las necesidades más urgentes y las restricciones presupuestarias definidas por el Gobierno. Como resultado una parte de éstos pasó a la etapa de Factibilidad.

Luego de esta etapa, se efectuó una segunda selección en la que se consideraron criterios como la prioridad de ejecución, la solución de problemas de mayor importancia y la capacidad técnico-financiera de las instituciones mandantes obteniendo como resultado el Plan de Inversión para cada cuenca.

Se realizó un diagnóstico de la cuenca del río Maipo con el fin de identificar las zonas críticas de la cuenca, para lo cual se identificaron problemas específicos presentes en cada una de las componentes analizadas en el estudio correspondientes a Manejo Forestal y de Suelos, Áreas Silvestres Protegidas, Control Forestal, Manejo del Fuego, Control de Crecidas y Manejo del Cauce, Gestión y Conservación de Recursos Hídricos.

En relación al Control y Manejo del Cauce el diagnóstico se orientó a la identificación y análisis cuantitativo y cualitativo de los problemas más relevantes presentes en los cauces.

Los problemas identificados fueron abordados a través de medidas estructurales consistentes principalmente en canalizaciones, y con medidas no estructurales tal como la regulación del uso de las áreas con riesgo de inundación y/o erosión, medidas de alerta y prevención, regulación del uso del cauce y control de bocatomas.

En relación al tema de Gestión y Conservación de Recursos Hídricos, en el estudio se analiza:

- Disponibilidad de aguas superficiales
- Demandas para riego, agua potable, y uso industrial y minero
- Calidad de las aguas superficiales y subterráneas
- Infraestructura existente para el aprovechamiento de los recursos hídricos en diferentes usos
- Situación general de derechos de aprovechamiento
- Red de monitoreo de recursos hídricos de la cuenca

Basados en el diagnóstico efectuado se formuló un Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca que contiene las actividades a desarrollar en las áreas definidas como

críticas, con el objetivo de lograr el aprovechamiento óptimo de los recursos y dar solución a los problemas más urgentes detectados. Estas actividades se clasificaron en cuantificables y no cuantificables, según su naturaleza. Las actividades propuestas, para los fines de organización y descripción, se estructuraron en proyectos por componente y por cuenca. Los proyectos se priorizaron en forma separada, de acuerdo con metodologías de evaluación técnica, económica, social, ambiental, legal e institucional.

La cartera de proyectos, con sus respectivos costos y ordenada para cada cuenca está disponible en el documento “Plan de Ordenamiento de Cuencas”.

El Plan de Ordenamiento de la cuenca del río Maipo considera un total de 42 proyectos, los que se dividen en 5 categorías:

- Gestión y Conservación del Recurso Hídrico: 11 proyectos
- Control de Crecidas y Manejo del Cauce: 13 proyectos
- Manejo Forestal y de Suelos: 9 proyectos
- Áreas Silvestres Protegidas: 6 proyectos
- Manejo del Fuego: 3 proyectos

En el Cuadro 2.3.3.1-1 se presentan los proyectos y estudios que pasaron a la etapa de factibilidad conformando el Plan de Manejo de Cuencas del Maipo. En el caso del área recursos hídricos, el primer proyecto propuesto está ejecutado, y el segundo fue dividido en 2 fases, de las cuales la primera ya está ejecutada, y corresponde al estudio de la Ref. 1.

CUADRO 2.3.3.1-1
PLAN DE MANEJO DE CUENCAS DEL RÍO MAIPO

Componente	Nombre del Proyecto	Costo (US\$)
Áreas Silvestres Protegidas	Investigación sobre recursos naturales en las zonas de interés ecológico	1.043.455
	Incorporación de áreas deficitarias al SNAPSE	187.226
Control Forestal	Desarrollo de investigación dirigida a la formulación de normas de manejo sobre el recurso forestal nativo existente	244.800
Manejo del Fuego	El fuego como herramienta silvoagropecuaria: capacitación en uso tendiente a su sustitución	135.954
Control de Crecidas y Manejo del Cauce	Estudio de regulación de uso del cauce, fijación de deslindes y catastro de zonas de alto riesgo, ríos Maipo, Mapocho y tributarios a ambos	969.273
Gestión y Conservación del Recurso Hídrico	Modelo de simulación hidrológico-operacional de la cuenca del río Maipo-Mapocho	350.762
	Elaboración de un plan director para el ordenamiento y manejo de los recursos hídricos de la cuenca del los ríos Maipo - Mapocho	339.398
Total		3.270.868

2.3.3.2 Ref. 5: Estudio Integral de Riego Proyecto de Aprovechamiento de Aguas Servidas Planta de Tratamiento Santiago Sur, Región Metropolitana. Asociación de Profesionales Proyecto Santiago Sur Ltda. (Ayala, Cabrera y Asociados Ltda., GEOFUN Ltda., PROCIVIL Ltda.), CNR, 1998

Este estudio abarca casi la totalidad de la cuenca del estero Puangue, hasta aguas arriba de Melipilla, en el sector de Mallerauco (estero La Higuera). Se realizó un estudio de suelos, estudio pluviométrico y fluviométrico, estudio hidrogeológico abarcando la geología, catastro de captaciones, uso de las aguas subterráneas, formaciones acuíferas, parámetros elásticos y niveles del agua subterránea, estudio de calidad de aguas, derechos de aguas subterráneas y superficiales y situación agropecuaria actual, uso de los suelos, y desarrollo del riego entre otros.

2.3.3.3 Ref. 6: Política Nacional de los Recursos Hídricos. Dirección General de Aguas-MOP, 1999

Se plantearon los principios, objetivos y tareas que debe incluir una Política del Recurso Hídrico para Chile, donde se exponen los principales desafíos que debe

enfrentar; y se realiza un diagnóstico y se presentan proposiciones específicas. Como principales objetivos a alcanzar, se plantearon:

- Asegurar, en lo relativo a la disponibilidad de agua, el abastecimiento de las necesidades básicas de la población
- Alcanzar una elevada eficiencia de uso en los distintos aprovechamientos sectoriales en un marco de factibilidad económica, considerando su condición de bien escaso en gran parte del territorio, fundamental para la vida y el desarrollo del país
- Lograr la localización del recurso hídrico en aquellas demandas que presentan el mayor beneficio económico, social y medio ambiental para el país
- Maximizar el aporte de los recursos hídricos al crecimiento del país, a través del desarrollo de las fuentes no utilizadas existentes y del reuso
- Disminuir el impacto de la variabilidad hidrológica en la actividad del país
- Recuperar el pasivo ambiental existente en el país, en relación con el recurso hídrico y asegurar su desarrollo sin que ello signifique un deterioro para el medio.
- Minimizar los niveles de conflicto relacionados con el agua y contribuir de ese modo a la paz social

Para solucionar los problemas referentes a la gestión integrada y planificación de recursos hídricos se propuso abordar el tema a través de la elaboración, aprobación e implementación de Planes Directores para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, y dentro del marco institucional y legal de mediano plazo, que propone en el mediano plazo la creación de Corporaciones Administradoras de Cuencas.

2.3.3.4 Ref. 7: Diagnóstico Actual de la Utilización de Aguas Servidas Tratadas en Riego, Región Metropolitana, CNR, 2003

El objetivo general del estudio fue potenciar la agricultura de la Región Metropolitana mediante la utilización de los recursos hídricos tratados, para el riego de zonas que actualmente están siendo regadas con aguas servidas y con restricciones para diversos cultivos de hortalizas.

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- Recopilar y sistematizar toda la información disponible tanto de los recursos básicos como de las características socio-económicas de los agricultores influenciados por el riego de aguas servidas incluidos en el área del Estudio, mediante la homogenización y análisis crítico de estudios y proyectos existentes y en ejecución
- Analizar las características técnicas de los proyectos de tratamiento de aguas servidas y la superficie de influencia de las aguas tratadas

- Analizar los aspectos legales necesarios para concretar proyectos de riego asociados a las aguas tratadas, particularmente en lo que respecta a la concesión sanitaria existente y las implicancias derivadas tanto en los derechos de aguas de las empresas sanitarias como de los agricultores
- Identificar proyectos, que puedan ser desarrollados vía PROMM, Ley 1.123, y en particular mediante los beneficios de la Ley de Fomento al Riego y Drenaje N° 18.450
- Diseñar un plan de desarrollo agroeconómico en las zonas potencialmente beneficiadas por los proyectos planteados en este estudio, de tal forma que sean económicamente rentables y agrónomicamente sustentables
- Realizar un análisis ambiental de los proyectos estudiados, a nivel preliminar, en función de las características de estos y fundamentalmente respecto a los impactos generados en una situación futura con aguas limpias

2.3.3.5 Ref. 8 Evaluación de los Recursos Hídricos Superficiales en la Cuenca del Río Maipo. Departamento de Administración de los Recursos Hídricos, DGA, SDT N°145, 2003

El objetivo de este estudio es presentar un completo análisis de la situación legal de los recursos hídricos superficiales en la cuenca. En particular se presenta una fotografía de la situación de los derechos de agua en la cuenca. Esto se realiza desarrollando un balance de agua entre la disponibilidad y los derechos (tanto permanentes como eventuales) para cada uno de los ríos de la cuenca.

En lo que respecta a este estudio, un análisis de la disponibilidad legal de los recursos hídricos en cada una de las secciones legales de la cuenca.

2.3.3.6 Ref. 9: Diagnóstico y Proposición Plan Maestro de Manejo de Cauces Naturales, Cuenca del Estero Lampa, Región Metropolitana. AC Ingenieros Consultores Ltda. Dirección de Obras Hidráulicas-MOP, 2004

Para la Cuenca del estero Lampa, los principales problemas detectados dicen referencia a inundaciones, demanda de extracción de áridos y a la poca definición del curso del Estero Lampa en el sector de la confluencia con el Estero Colina.

De los resultados presentados en el estudio se concluyó que en la zona media y baja del estero Lampa, desde la confluencia del estero Colina, es donde se presenta la mayor proporción de caudales afluentes. En efecto, en los últimos 15 km de recorrido del estero Lampa recibe aproximadamente entre el 40 y 50% del total de los caudales que entrega al río Mapocho. Esto último da una idea del importante desequilibrio que se da en esta cuenca, en relación a la magnitud y focalización de los problemas de índole fluvial que se presentan.

Los problemas asociados a los cauces de la cuenca se clasifican en:

- Control de Crecidas y Manejo de los Cauces
- Planificación urbana
- Explotación Comercial de los Cauces

Se señala que los problemas de inundación se clasificaron según su ocurrencia, en frecuentes y poco frecuentes, según el período de retorno asociado. Los sectores en que las inundaciones son frecuentes cubren aproximadamente 8.500 ha. Por otra parte, las zonas de inundación poco frecuentes ascienden a 13.700 ha.

En lo que respecta a erosión, se describe la ubicación y problemas identificados. Por otra parte, en la cuenca del estero Lampa los embancamientos locales son frecuentes en el tramo comprendido entre la localidad de Lampa y la confluencia con el estero Colina. En el tramo de aproximación al estero Colina generando una indefinición del trazado del Estero debido a una continua variación del cauce.

Desde el punto de vista de la planificación urbana en la cuenca del estero Lampa, la definición de zonas de restricción de índole fluvial se encuentran establecidas mediante las disposiciones consignadas en instrumentos normativos de nivel comunal e intercomunal, a saber: Plan Regulador Comunal (PRC) y Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS). Se identificaron dos aspectos principales:

- Se constata la ocupación histórica en zonas que poseen actualmente riesgo de inundación, como consecuencia de las presiones que ha generado el mercado inmobiliario para acoger a parte de la población del Gran Santiago
- La necesidad de fijación de deslindes. Debido a la ocupación indebida de cauces y sus áreas ribereñas, y en la indefinición del trazado de cauces

En relación con las faenas de extracciones de áridos, éstas en general presentan problemas locales debido a la excavación en zonas próximas a riberas, lo cual genera debilitamientos frente al paso de crecidas, y al desarrollo de faenas sin formas preestablecidas. Esto se debe por una parte a la inexistencia de un plan de ordenamiento que permita asegurar el desarrollo de éstas faenas en forma sustentable en el tiempo. Por otra parte no existe en la actualidad un reglamento único en las instituciones encargadas de la explotación de cauces (DOH y Municipalidades) y por último las municipalidades de la cuenca del estero Lampa no cuentan con recursos técnicos y económicos suficientes para realizar la fiscalización de las extracciones de áridos existentes, con el consiguiente perjuicio sobre los cauces y sus habitantes ribereños.

Además en el informe se presenta un catastro de las obras existentes en los cauces de los esteros Til Til o Polpaico, Lampa, Colina y Las Cruces, basados tanto en información previa como en campañas de terreno realizadas.

A partir de los antecedentes generados y recopilados se concluyó que en algunos tramos de los cauces de los esteros Til Til o Polpaico, Lampa, Colina y Las Cruces, presentan zonas con un alto riesgo de erosión por socavación y desplome de las riberas, desbordes con inundación de terrenos de cultivo y de viviendas, riesgo potencial de destrucción de caminos y línea férrea. A lo anterior se agregan las faenas de extracción de áridos autorizadas y no autorizadas ubicadas a lo largo de los cauces.

También se llevó a cabo un Programa de Participación Ciudadana que permitió conocer los problemas que enfrentan y articular estrategias conjuntas entre Comunidad y Estado.

Finalmente, se desarrolló la visión estratégica y la definición de objetivos y metas, planteadas tanto por la comunidad como por los actores institucionales, y que principalmente se refieren al control de rebase e inundaciones de zonas ribereñas, y al control de las actividades que se desarrollan en los cauces.

Se planteó que el Plan Maestro de Manejo de Cauces Naturales tiene entre sus principales objetivos los siguientes:

- Mejorar la seguridad de los habitantes ribereños y de los terrenos agrícolas, así como de la infraestructura pública y privada existente, que podría verse afectada por erosión de riberas.
- Controlar las crecidas y mitigar las inundaciones provocadas por el desborde de los cauces de los esteros Til Til o Polpaico, Lampa, Colina y Las Cruces.
- Proporcionar la información suficiente para identificar y delimitar las zonas que presenten riesgos de índole fluvial, de modo que esta información sea incorporada en los instrumentos de planificación urbana pertinentes.
- Mejorar el control sobre las actividades que se desarrollan en los cauces, evitando con ello la acción perjudicial sobre las condiciones naturales de los cauces.

Finalmente, y para cumplir con dichos objetivos se planteó un Plan de Acción de Corto Plazo que tiene un horizonte de planificación de 5 años. También se definió un Plan de Acción de Largo Plazo, a 10 años. Las acciones y proyectos (No Estructurales y Estructurales) que constituyen estos planes fueron desarrolladas a nivel de perfil o prefactibilidad a partir de la información disponible a la fecha del estudio.

2.3.4 ESTUDIOS DE INGENIERÍA

En esta sección se presentan estudios que se utilizan como fuentes de información en el área ingeniería, en sus respectivas áreas temáticas.

2.3.4.1 Ref. 10: Modelo de Simulación Operacional de la Cuenca de los Ríos Maipo y Mapocho-Estudio Base. AC Ingenieros Consultores-DGA, S.I.T. Nº 62, 2000

La Dirección General de Aguas solicitó la realización de un estudio que permitiera disponer de una herramienta de análisis y planificación de los recursos hídricos de la cuenca del río Maipo, con el objetivo de evaluar distintas situaciones alternativas, y de contar con un apoyo en la toma de decisiones relacionadas con el aprovechamiento óptimo multisectorial de los recursos hídricos de la cuenca, tanto superficiales como subterráneos.

La problemática planteada fue posible abordarla a través de la modelación integral de los recursos hídricos de la cuenca, que permite simular la gestión asociada a la utilización de los recursos superficiales y subterráneos en los diferentes usos. Los objetivos específicos más importantes del estudio son los siguientes:

- Disponer de una herramienta confiable, flexible, de fácil manejo, eficaz y oportuna para la operación y administración integral de los recursos hídricos superficiales y subterráneos en la cuenca
- Permitir la simulación y evaluación de la influencia de diferentes modalidades de operación y uso del recurso de la cuenca en cantidad, tales como aumento de las extracciones subterráneas, modificación en las eficiencias del uso del agua para riego, cambio en el uso del agua para la minería y agua potable, eventuales obras futuras de regulación, cambio del uso del suelo, urbanizaciones, plantas de tratamiento de aguas servidas, etc.
- Disponer de modelos de pronósticos hidrológicos que permitan una oportuna toma de decisiones sobre las reglas de operación a adoptar en la regulación y distribución de los recursos, con facilidad para su reevaluación y ajuste durante el período pronosticado
- Disponer de instrumentos que permitan modelar la calidad del agua tanto superficial como subterránea, que vincule las fuentes emisoras que modifican sus características, con el impacto que producen, así como también los posibles efectos que pueden producir las extracciones de agua superficial sobre la calidad de ésta

Para cumplir con los objetivos planteados, el estudio en su conjunto fue desarrollado en varias etapas, que incluyeron primeramente los estudios básicos, correspondientes a las aguas superficiales, aguas subterráneas y demandas de

agua, luego el desarrollo y finalmente la operación de los modelos de simulación. Los modelos desarrollados y operados fueron: un modelo de simulación de la operación del sistema (modelo integral, superficial y subterráneo simplificado), modelos hidrogeológicos (para 4 sectores hidrogeológicos, intrusión salina en el sector costero y modelo de calidad de agua subterránea), modelo de calidad de agua superficial y finalmente un modelo de pronósticos.

Es importante indicar que este informe será usado principalmente como referencia general, ya que la información contenida en este estudio fue actualizada o modificada en el estudio de la Ref. 1.

2.3.4.2 Ref. 11: Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago”, CADE-IDEPE-DOH, 2000

Este estudio, tuvo como principal objetivo implementar una solución integral al problema de las inundaciones por aguas lluvias en el Gran Santiago. El área de estudio comprende las zonas urbanas consolidadas y de expansión determinadas en el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS 1997). El Plan Maestro se dividió en cuatro zonas: Estero Las Cruces, Río Mapocho, Zanjón de la Aguada y Río Maipo y Mapocho Poniente. En él se plantearon como objetivos específicos caracterizar y diagnosticar el comportamiento de la infraestructura existente, proponer, simular, analizar y seleccionar alternativas de solución, realizar estudios de viabilidad de las soluciones, priorizar los proyectos de inversión y definir la red primaria de los sistemas de evacuación y drenaje. Es importante indicar que la información contenida en este estudio es el punto de partida para el diagnóstico de la situación de los sistemas de alcantarillado en la cuenca.

2.3.4.3 Ref. 12: Estudio Integral de Optimización del Regadío de la 3ª Sección del Río Maipo y Valles de Yali y Alhué. GEOFUN-CNR, 2001

Este trabajo abarca las comunas de Alhué, Curacaví, María Pinto y Melipilla, aportando antecedentes relativos a la 3ª Sección del Maipo.

En él se propuso esquemas de obras necesarias para lograr un desarrollo agrícola sustentable en la tercera sección del Río Maipo y, eventualmente, en los valles de Yali y Alhué, junto con una optimización del uso de los recursos hídricos disponibles, superficiales y subterráneos.

Por otra parte se propuso las acciones técnicas para mejorar la conducción, distribución y uso actual de las aguas, así como un análisis y selección de sitios de embalse en el Maipo y en los valles de Yali y Alhué, sobre la base de las mejores condiciones técnicas, operacionales, económicas y ambientales.

En particular, este estudio aporta información acerca de los proyectos que podrían materializarse en la cuenca, tales como el embalse El Crucero ubicado en el estero Puangue.

2.3.4.4 Ref. 13: Diagnóstico del Riego en Chile: Región Metropolitana. CNR, 2002

El estudio consideró 5 etapas y tuvo una duración de 20 meses. El principal objetivo del trabajo desarrollado fue contribuir al mejoramiento del riego y drenaje en Chile, y por su intermedio, al impacto que éstos tienen sobre el desarrollo agrícola, económico y social del país. Esto a través de la generación de una plataforma de información sobre los recursos relacionados con el riego.

En la Etapa I del estudio se realizó un análisis global para determinar cuáles serían las áreas temáticas a considerar, también se analizó las diferentes alternativas disponibles para desarrollar el Sistema de Información Geográfica (SIG) y por otro lado, se definió cuáles serían las Comisiones Coordinadoras Regionales, necesarias para complementar la labor de contraparte técnica de la CNR, dado el alcance nacional del estudio.

En la Etapa II, se realizó la recopilación de antecedentes para cada una de las áreas temáticas definidas previamente, se definió la base cartográfica que sería utilizada en el SIG y se llevó a cabo el diseño y construcción del Sistema de Información Geográfica.

En la Etapa III, se realizó la generación de antecedentes complementarios para disponer de bases de datos suficientemente completas. En particular se complementó la información recopilada de estudios de suelos, con antecedentes del Programa PAF, en aquellos sectores sin información detallada y se elaboró una base de datos con información referente a la capacidad de uso potencial de los suelos susceptibles de ser mejorados, con drenaje, micro nivelación o técnicas de manejo. También se generó información correspondiente a los análisis de frecuencia de los registros fluviométricos actualizados (a Diciembre 2000), en las estaciones incluidas en el estudio.

En la Etapa IV, se desarrolló un análisis para determinar los riesgos ambientales, el que permitió definir y caracterizar cualitativa y cuantitativamente los procesos que afectan los recursos relacionados con el riego y drenaje.

Finalmente, en la Etapa V, se desarrollaron los diagnósticos regionales de riego y drenaje donde se incluyen los principales antecedentes recopilados respecto de la situación actual del sector agrícola en cada región, además de indicarse las superficies regadas y regables en cada caso, en función de los proyectos existentes, los que se detallan en las Carteras de Proyectos de cada diagnóstico.

Este estudio permitirá acrecentar el entendimiento del regadío en la cuenca, y en particular su información se utilizará para proyectar el crecimiento posible del sector hacia el futuro.

2.3.4.5 Ref. 14: Plan de Saneamiento Hídrico del Gran Santiago. Aguas Andinas, 2004

La empresa de agua potable Aguas Andinas está trabajando en el Plan de Saneamiento Hídrico del Gran Santiago, iniciativa que tiene por objetivo tratar el 100% de las aguas servidas generadas por los habitantes de la Cuenca de Santiago y localidades periféricas, devolviéndolas libres de contaminación a los cauces naturales.

El Plan de Saneamiento Hídrico de la Cuenca de Santiago considera la construcción y puesta en marcha de 13 plantas de tratamiento en la capital y localidades periféricas, las que permitirán sanear el 100% de las aguas servidas de la capital antes del año 2009. En este contexto, destaca la construcción de las Plantas El Trebal, La Farfana y Los Nogales.

El primer paso en la línea de protección ambiental, lo constituye la construcción de la Planta de Tratamiento de Aguas servidas El Trebal. El objetivo de esta primera planta es tratar las aguas contaminadas de una población estimada en 1.700.000 habitantes de la zona sur y sur poniente de Santiago, que descargaban sus aguas residuales al río Maipo y al Zanjón de la Aguada. Dicha Planta trata un caudal promedio de tratamiento de 4,4 m³/s y entró en operación en noviembre del año 2001, y se ubica a 35 km de la ciudad de Santiago, al norponiente de la comuna de Padre Hurtado, en la ribera norte del río Mapocho.

La Farfana es una de las cinco plantas más grandes del mundo y fue diseñada especialmente, para tratar el 50% de las aguas servidas generadas por los habitantes de Santiago. Es considerada la inversión ambiental más importante de la historia de Chile y la principal obra del Plan de Saneamiento Hídrico del Gran Santiago. Junto con la planta El Trebal, descontaminan más del 70% del total de las aguas servidas de la capital. Las aguas limpias y puras que devuelve La Farfana a los cauces naturales, son utilizadas para el riego de terrenos agrícolas, mejorando considerablemente la calidad de vida de los habitantes y entregando beneficios concretos como salud e higiene, frutas y hortalizas saludables, recuperación del medio ambiente y eliminación de malos olores. La Farfana descontamina las aguas residuales generadas por una población estimada de 3.300.000 habitantes.

Antes del año 2009, se tratará el 100% de las aguas servidas de la Cuenca de Santiago y las devolverá libres de contaminación a los cauces naturales, en condiciones aptas para riego o para cualquier otro uso. Hay que tener en cuenta que

la limpieza de los cauces naturales que atraviesan la ciudad entre los que destacan el río Maipo y el Mapocho no es exclusiva responsabilidad de Aguas Andinas.

Al igual que en el caso del estudio de la Ref. 1, este estudio permite tener la información necesaria con respecto al cronograma de instalación de las plantas de tratamiento de aguas servidas de la empresa Aguas Andinas.

2.3.4.6 Ref. 15: Identificación de las Principales Áreas Agrícolas y de Interés para el MINAGRI como aporte para el Ordenamiento Territorial del País (AGROSOT). SAG-CIREN, 2007

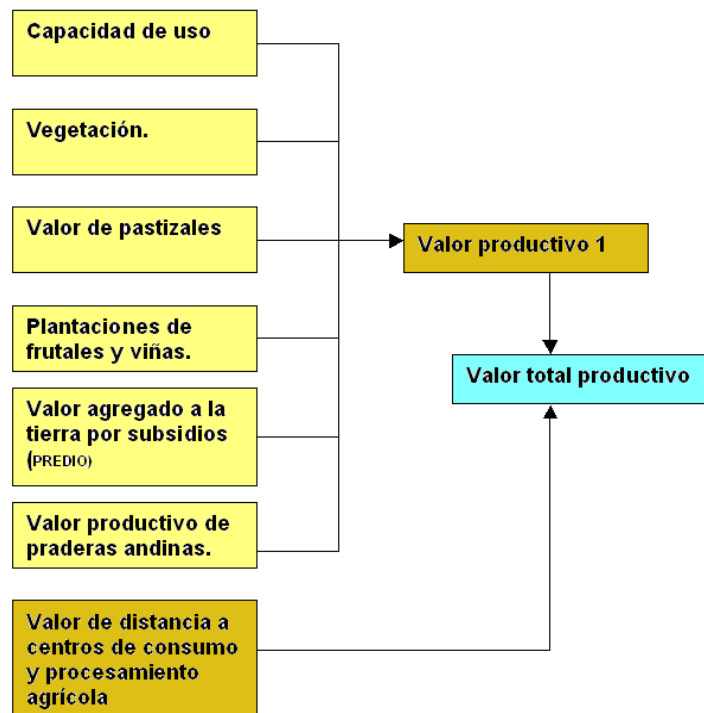
El Servicio Agrícola y Ganadero, SAG, contempló la ejecución de este estudio, con el fin de identificar las principales áreas agrícolas y zonas singulares del país, para un ordenamiento territorial del espacio rural que permita una planificación de los recursos naturales y la disminución de los riesgos ambientales.

Con este propósito, el SAG encargó a CIREN la ejecución del proyecto AGROSOT, y cuyo objetivo principal fue generar información que identifique, caracterice y valore los espacios rurales en todas las regiones, incluyendo la Metropolitana, según sus potenciales.

El método llevado a cabo en el estudio consistió en un análisis multi criterio, en el que se combinaron un conjunto de variables, espacializadas en SIG, de índole productivo y de infraestructura existente (inversión asociada a cada unidad territorial integrada (UTI)), no considerándose las variable ambiental ni de paisaje.

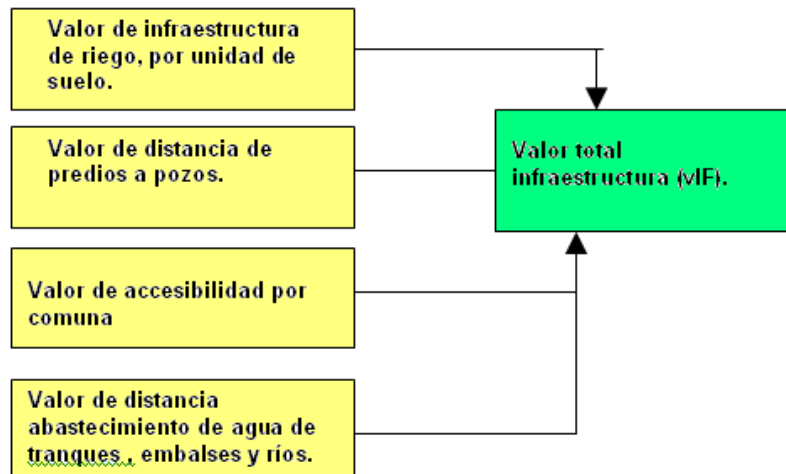
Las variables de índole productiva fueron combinadas para obtener un valor total de productividad (vP), tal como lo muestra la figura 2.3.4.6-1.

**FIGURA 2.3.4.6-1
ESQUEMA OBTENCIÓN DE “vP”**



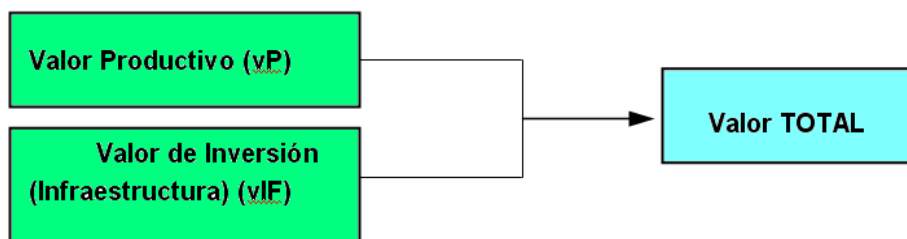
Por su parte, las variables referentes a la infraestructura existente, también fueron combinadas para obtener el valor total de infraestructura (vIF) tal como lo muestra la Figura 2.3.4.6-2.

**FIGURA 2.3.4.6-2
ESQUEMA OBTENCIÓN DE “vIF”**



Finalmente, vP y vIF fueron integrados en una cobertura de “Valor Total” (Valoración territorial), tal como se ve en la figura 2.3.4.6-3, la cual se expresa en cuatro categorías discretas de Valoración Territorial (Baja, Moderada, Alta y Muy Alta). Dicho resultado se muestra en la figura 2.3.4.6-4.

**FIGURA 2.3.4.6-3
ESQUEMA OBTENCIÓN DE “VALOR TOTAL”**



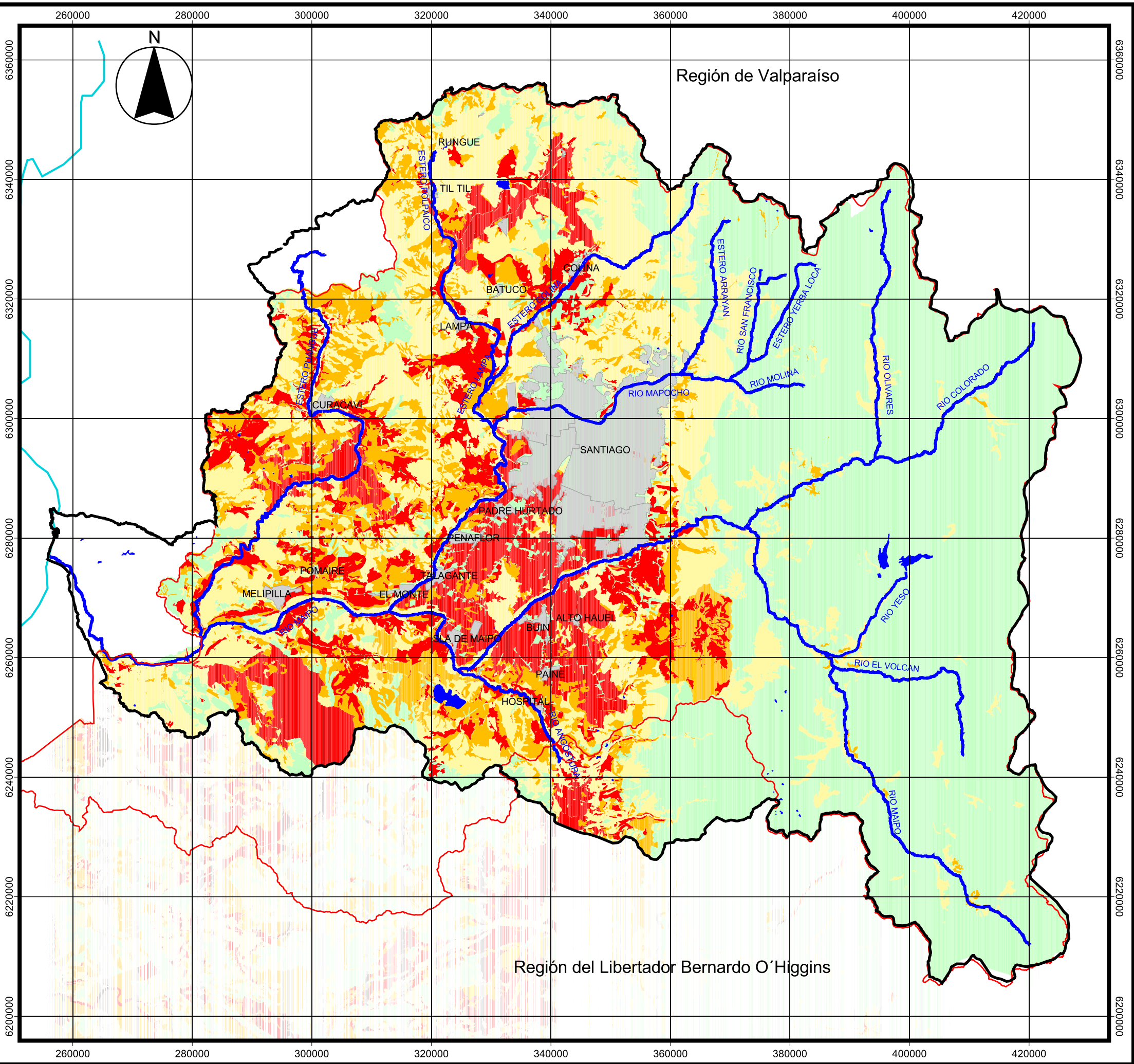
El cuadro 2.3.4.6-1 muestra cómo se distribuye la superficie de la región Metropolitana de acuerdo a las Categorías de Valoración Territorial resultantes.

**CUADRO 2.3.4.6-1
SUPERFICIE SEGÚN
CATEGORÍA DE VALORACIÓN TERRITORIAL
EN LA REGIÓN METROPOLITANA**

Valoración Territorial	Superficie	
	(ha)	%
Baja	711.161	46
Moderada	399.889	26
Alta	199.029	13
Muy Alta	231.723	15
Total	1.541.802	100

La información generada en este estudio, será utilizada, para efectos del Plan Director, en la generación de escenarios futuros, contribuyendo a la priorización de sectores más aptos para la proyección de distintos procesos de cambio referentes al uso del agua en la cuenca en el futuro.

Desde el punto de vista del Plan Director, la información contenida en este estudio permitirá focalizar el diseño de obras hacia aquellos sectores que puedan verse más beneficiados, ya sea por la construcción de nuevas obras, o simplemente por mejoramiento de las existentes.



SIMBOLOGÍA

Límite Cuenca Maipo

Límite Regional

Línea de costa

Hidrografía principal

Lagunas y Embalses

Zonas Urbanas

Categorías de Valoración Territorial

Baja

Moderada

Alta

Muy Alta

Fuente: Estudio AGROSOT (SAG, 2007)

Datos Cartográficos

Proyección Universal Transversal Mercator

Huso 19

zona Sur

Datos Geodésicos

Elipsoide World Geodetic System 1984

Datum World Geodetic System 1984

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 MAIPO

PLANO:

CATEGORÍAS DE VALORACIÓN

TERRITORIAL

DIRECTOR GENERAL DE AGUAS

SR. RODRIGO WEISNER

JEFE DE DEPARTAMENTO

SR. PEDRO RIVERA

INSPECTOR FISCAL:

SR. ANDRÉS ARRIAGADA

ESCALA:

1:650000

10

0

10 Km

FIGURA:

2.3.4.6-4

FECHA

MAYO DE 2008

2.3.4.7 Ref. 16: Estudio de Pre-Factibilidad Mejoramiento de Riego en el Valle de Puangue, Comuna de Curacaví, Región Metropolitana. SMI Ltda.-DOH, 2007

Este estudio consistió en el análisis de pre-factibilidad para la construcción de un embalse en el estero Puangue en la comuna de Curacaví. El estudio consistió en el análisis de 2 alternativas de embalse: Los Flamencos y El Crucero. El estudio incluyó un estudio hidrológico para evaluar los recursos hídricos disponibles, un estudio agroeconómico para evaluar la situación actual y la posible expansión de la agricultura en el valle regado por el embalse, topografía, cubicaciones, diseño preliminar de las obras y evaluación económica. Como resultado del análisis realizado, se concluyó que la mejor alternativa es el embalse Los Flamencos con una altura de muro 61 m, una superficie regada de 3.832 ha, y un volumen de embalse de 35 Mm³. El costo del embalse y la red de distribución asociada es de US\$ 13.018.675, con un VAN de US\$ 41 millones, y una tir de 16%.

2.3.4.8 Ref. 17: Diagnóstico de Caudales en Cuencas No Controladas en Recuperación, Cuencas de Aconcagua y Maipo. GCF Ingenieros Consultores-CNR, 2007

Este estudio consistió en la construcción de una aplicación SIG para el modelo de simulación MAGIC desarrollado por la DGA, para ser aplicada en las cuencas de los ríos Aconcagua y Maipo, utilizando la plataforma de información del SIIR de la CNR y las modelaciones ya realizadas por la DGA.

Esta interfaz permite lograr una representación espacial real del sistema que se quiere modelar en la cual la creación lógica de los elementos comprendidos en la modelación queden determinados por la configuración física de la cuenca, esto es, área, sectores de riego, embalses superficiales, acuíferos, nodos, tramos de río y tramos de canal. Por otro lado permite el despliegue en ambiente SIG tanto de la información de entrada como de los resultados de tal manera que es posible apreciar visualmente la variación espacial y la respuesta del sistema modelado en un intervalo de tiempo.

Estas características hacen de esta interfaz una herramienta moderna, amigable e interactiva para la operación, evaluación y por ende, de administración integral de los recursos hídricos superficiales y subterráneos de la cuenca.

Las principales conclusiones y recomendaciones del estudio fueron las siguientes:

- La utilidad de haber construido una interfaz SIG acoplada al Modelo MAGIC es de mucha utilidad; ésta se aprecia en tres aspectos:
 - Preparación de la información: la interfaz entrega al usuario todas las herramientas básicas para crear, editar y llenar la base de datos de cada

- uno de los temas base (acuíferos, zonas de riego, cuencas, pozos, embalses y nodos) y en el caso especial de las cuencas, le permite crear la división de cuencas en forma automática y generar la estadística de caudales asociados a través del algoritmo MPL.
- Construcción del Diagrama de Modelación: la gran facilidad con que construye el diagrama de modelación, la verificación topológica y el llenado de las tablas en ACCESS que utiliza MAGIC. Este proceso que sin la Interfaz, se debe hacer a mano, guiándose con diagramas en papel (que se hacen muy ordenados pero en los cuales se pierde totalmente la relación espacial entre los diferentes objetos), más la asignación de códigos únicos a los objetos y el llenado de las tablas ACCESS, respetando la topología de cada elemento, es un proceso lento y difícil de verificar por terceros.
 - Análisis de los Resultados de MAGIC: tal vez esta sea la ventaja más grande de la Interfaz, por la facilidad que tiene el usuario de captar las incongruencias, si estas existen, en los valores de los caudales calculados para cada objeto de modelación. También se visualizan muy bien los sectores de la cuenca donde se presentan caudales críticos sobre los cuales se podrían proponer obras de infraestructura, analizadas bajo un nuevo escenario de modelación.
- La comisión Nacional de Riego y la Dirección General de Aguas cuentan ahora con un software abierto, que se puede seguir adaptando a todas las necesidades de ambas instituciones y lo más importante, se puede seguir adaptando a los cambios que ocurran en MAGIC, con la clara ventaja de que los algoritmos que se manejan en ambas partes son conocidos y se pueden adecuar aún más a nuestra realidad.

Se presentaron una serie de recomendaciones técnicas de carácter general, orientadas a mejorar la funcionalidad de la Interfaz, que dicen relación con la estructura de directorios, verificación de capacidades límites en cuencas grandes, mantención de la interfaz con respecto a cambios en el modelo MAGIC, perfeccionamiento de modelos digitales de elevación (MDE), simplificación de archivos de salida y mejoramiento de la simbología.

Este estudio será de gran utilidad, ya que se utilizará la base de datos MAGIC generada como punto de partida para la actualización del modelo en este estudio del Plan Director.

2.3.4.9 Ref. 18: Uso Actual y Futuro Aguas Cuenca del Río Maipo. AC Ingenieros Consultores-DGA, 2007

En este estudio se evaluaron las demandas de agua presentes y futuras para la cuenca, evaluándose las demandas por subcuenca y rubro productivo. Los rubros productivos analizados fueron:

- Agropecuario y Forestal
- Agua Potable
- Industrial
- Generación de Energía
- Minería
- Turismo
- Receptor de elementos contaminantes
- Acuicultura
- Caudales Ecológicos

El estudio comienza con un capítulo destinado a la recopilación de antecedentes. En particular se presenta información relativa a los rubros productivos analizados, así como proyecciones económicas, y otra información relevante de interés para la estimación del aprovechamiento actual y futuro del recurso agua de los distintos sectores económicos del país.

Posteriormente, se incluye un capítulo dedicado al análisis del uso actual de los recursos hídricos. En particular se caracterizan las demandas asociadas a cada sector productivo a nivel de sub-cuencas

El estudio continúa con un capítulo destinado a presentar las proyecciones de demandas por sector productivo, para un horizonte de 10 y 25 años.

Finalmente, en el último capítulo se plantean recomendaciones relativas a mejoras en las eficiencias de uso de los recursos hídricos, de forma de minimizar las restricciones al desarrollo económico que se producirán en las zonas críticas respecto a disponibilidad.

Dado que la información de este informe está actualizada a la fecha de la realización de este Plan Director, se usará directamente para la definición de las demandas en los escenarios futuros.

2.3.5 ESTUDIOS RELACIONADOS CON AGRONOMÍA

En el presente acápite se presenta la recopilación y análisis de información en los aspectos relacionados a la agronomía. Esta información se refiere a los principales rubros agrícolas y características de las series de suelo dominantes en cada sector

de riego. A continuación se describe el uso de la información contenida en cada una de las fuentes de información revisadas:

- Ref. 21 a 23: Se utilizan para caracterizar los suelos de la cuenca y áreas de interés, en cuanto a sus características agrológicas y distribución espacial
- Ref. 24 a 30: Se utilizan para caracterizar la producción tanto en cuanto a especies como distribución espacial de la producción

2.3.5.1 Ref. 19: Descripciones de suelos: Estudio Agrológico, Proyecto Maipo. Región Metropolitana. CIREN-CORFO, 1989

En este estudio que abarca las principales zonas de riego de la cuenca del Río Maipo, se describen morfológicamente las diferentes series de suelos y sus variaciones (fases). Además, cuenta con información de parámetros físicos de suelos en el perfil modal y sus horizontes. Así se dispone de información para cada serie sobre textura, clase textural, densidad aparente, contenido gravimétrico de humedad a capacidad de campo y punto de marchitez permanente, contenido de materia orgánica, frecuencia de fragmentos gruesos, entre otros.

2.3.5.2 Ref. 20: Descripciones de Suelos y Materiales y Símbolos. Estudio Agrológico Región Metropolitana. CIREN, 1996

El presente estudio busca la recuperación y generación de información sobre recursos naturales, una de cuyas fases se refiere a los trabajos agrológicos, los cuales son complementados, actualizados o generados cuando no existen o no responden a las necesidades reales del desarrollo nacional.

La información de esta publicación corresponde a la actualización, complementación y homogeneización de los Estudios de Suelos realizados por diferentes instituciones en la Región Metropolitana, complementada con los Materiales y Símbolos.

Los estudios utilizados en la actualización de la Región Metropolitana son:

- Estudio Agrológico Proyecto Maipo, realizado por la Comisión Nacional de Riego en 1981.
- Estudio Agrológico de la Costa VI Región, efectuado por SERPLAC VI Región en 1977.
- Estudio Suelos de Secano Región Metropolitana, realizado por CIREN en 1994.

2.3.5.3 Ref. 21: Descripciones de Suelos. Estudio Agrológico V Región. CIREN, 1997

Al igual que el estudio precedente, La información de esta publicación corresponde a la actualización, complementación y homogeneización de los Estudios de Suelos realizados por diferentes instituciones en la Quinta Región, complementada con los Materiales y Símbolos.

Los estudios utilizados en la actualización de la V Región son:

- Estudio Agrológico de los Valles de Aconcagua, Putaendo, Ligua y Petorca, efectuado por la Comisión Nacional de Riego en 1979
- Estudio Agrológico del Proyecto Maipo, efectuado por la Comisión Nacional de Riego en 1980
- Estudio Agrológico del Sector Las Brisas, de la Comuna de Santo Domingo, efectuado por el Servicio Agrícola y Ganadero, SAG. en 1984
- Estudio de Suelos de Secano de la V Región, efectuado por CIREN en 1994
- Estudio Agrológico de la Costa VI Región, que incluye un sector ubicado en la V Región, efectuado por SERPLAC VI Región en 1977

2.3.5.4 Ref. 22: Clasificación de las explotaciones agrícolas del VI Censo Nacional Agropecuario según tipo de productor y localización geográfica. ODEPA, 2000

El Estudio busca describir la realidad de la agricultura para destacar aspectos claves en la formulación de una estrategia de desarrollo agrario.

Por una parte, además de la información comunal, se incorporan como unidades de análisis las áreas agroecológicas homogéneas, que sugieren potenciales de desarrollo agrícola diferenciados que deben ser considerados al momento de diseñar la política sectorial. Por otra parte, se ha complementado la tradicional estratificación de las explotaciones basada en la exclusiva consideración de su superficie física, con criterios más comprensivos que, además de la superficie, incluyen niveles de inversión y uso de tecnología. De esta manera, combinando un conjunto de variables se ha ensayado una clasificación, en la que se han identificado y descrito cuatro grandes tipos de explotaciones -productores de subsistencia, pequeños productores empresariales, medianos y grandes productores.

Los resultados de dicho análisis servirán para determinar la estructura productiva por estrato de productores agrícolas en cada zona de riego existente en el área de Estudio.

Además, la información comunal será contrastada con los resultados del VII Censo Nacional Agropecuario (2007), y así determinar para cada comuna las variaciones existentes por rubro, y en forma ponderada para cada zona de riego.

2.3.5.5 Ref. 23: Sistema Integral de Riego Electrónico (e-SIIR). CNR, 2002

Este sistema es una herramienta que busca poner al alcance del mayor número posible de usuarios (consultores, agricultores y estudiantes, entre otros), información a escala nacional, regional y comunal sobre distintas coberturas relacionadas con el subsector riego.

El Sistema de Información Integral de Riego, surge como resultado del estudio “Diagnóstico de Riego en Chile” (2000 – 2002).

Es un Sistema de Información Geográfica, con una cobertura a nivel de todo el país y con una cartografía base a escala 1: 50.000

Contiene información de aguas superficiales, aguas subterráneas, infraestructura de riego, medioambiente, agroclima, clasificación y uso del suelo, entre otras.

Entre las instituciones que colaboran, destacan la Dirección General de Aguas (DGA), la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y diferentes organizaciones de regantes. Lo anterior representa un gran logro del sistema ya que permite concentrar en un solo punto mucha información que anteriormente los usuarios debían buscar en diferentes instituciones y muchas veces en distintos puntos del país.

2.3.5.6 Ref. 24: Catastro Frutícola: Principales Resultados. Región Metropolitana. CIREN, 2004

En el marco del presente estudio se encuestaron 5.600 predios de más de 0,5 ha de frutales en la Región Metropolitana, determinándose así una superficie de 44.834 ha. Esta cifra permitió demostrar un aumento de 12,7% respecto a la última medición realizada en 1997, lo que reafirma un crecimiento sostenido de este dinámico e importante sector de la agricultura nacional.

Esta publicación resume de forma detallada los principales antecedentes recogidos en estas encuestas, destacando las cifras de la superficie plantada en la región, antecedentes de la producción de los predios y las plantaciones por especie, donde los paltos en el período 1997-2004 presentan un crecimiento de 51,9% y la vid de mesa un alza de 8,3% en sus plantaciones.

El análisis de estos y otros datos es de gran relevancia en los procesos de inversión y formulación de políticas de desarrollo y comerciales para el sector. A nivel macroeconómico, esta información se utiliza en la elaboración de proyecciones acerca del futuro del sector frutícola, en su aporte en divisas a la balanza comercial, en la demanda de empleo nacional y en la cuantificación de las necesidades futuras de infraestructura exportadora.

2.3.5.7 Ref. 25: Catastro Vitícola Nacional 2004. SAG, 2004

La Ley 18.455 que regula la producción y comercialización de las bebidas alcohólicas y vinagres, publicada el 11 de noviembre de 1985, le encarga al Servicio Agrícola y Ganadero, llevar un Catastro del Viñedo Chileno con la información actualizada de todos los propietarios o tenedores de viñas y parronales.

Es así, como en el año 1985 se confeccionó el catastro nacional en esta materia, el cual se reactualizó completamente el año 1993 y desde ese año a la fecha, se mantiene al día.

La motivación del Servicio de presentar anualmente este Catastro del Viñedo Chileno, obedece a la necesidad de aportar antecedentes estadísticos que sirvan para enfrentar en forma consistente, la implementación de políticas adecuadas al desarrollo del sector, el control de la zonificación vitícola y denominaciones de origen de vinos, como también, una adecuada toma de decisiones de los diferentes agentes que intervienen en esta área de la agricultura chilena.

Esta actualización a diciembre de 2004, recoge la información de nuevas plantaciones no censadas a esta fecha, como también se ha verificado la información disponible en aquellas referencias que hubieren sufrido variaciones recopilando los antecedentes nuevos de estos predios. Se trabajó con una cartografía de terreno, definiéndose como plantación comercial a la superficie ocupada con viñas o parronales, de tamaño igual o superior a 0,5 ha.

El viñedo chileno alcanza a un total de 175.365 ha, superficie distribuida en: vides destinadas a vinificación con 112.056 ha, vides para consumo fresco con 53.426 ha y vides para pisco con 9.883 ha, localizadas entre las regiones de Atacama y de Los Lagos, concentrándose las mayores plantaciones en la Región del Maule, seguida por la Región del Libertador Bernardo O'higgins y la Región Metropolitana.

2.3.5.8 Ref. 26: Distribución Espacial de los Huertos Frutícolas de Chile. ODEPA, 2006

Este estudio presenta gráficamente la distribución de los huertos frutícolas de las principales especies frutales del país en las distintas regiones, indicando las principales variedades que se encuentran en la región y su superficie plantada.

Incluye, además, la capacidad instalada de frío y los centros de embalaje de cada región según especie, de acuerdo a la última actualización de las investigaciones de catastro frutícola que realizan conjuntamente ODEPA y CIREN. Lo anterior, es una importante información para los potenciales inversionistas y productores frutícolas del país, que le puede permitir evaluar dónde es posible invertir y dimensionar la capacidad de infraestructura que dispone cada región para apoyar el proceso exportador.

Los mapas frutícolas de las zonas productivas por especie se presentan desde la IV a la X regiones, únicas áreas para las cuales actualmente se dispone de información georeferenciada de los huertos frutícolas, según la fecha del último levantamiento realizado.

La distribución espacial de los huertos se realizó sobre las áreas homogéneas ambientales a escala 1:1.000.000. Debido a la escala utilizada, la representación y el tamaño de algunos huertos frutales resulta muy pequeño para su visualización, motivo por el cual se incorporó un buffer de 100 m alrededor de los huertos productivos para magnificar su tamaño y permitir una mejor representación gráfica.

Además, para facilitar la ubicación de los huertos productivos, se incorporó la red vial como referencia de localización. Esta red vial corresponde a la información publicada por el Ministerio de Obras Públicas y se incluyen en éste trabajo sólo dos categorías: carretera principal y camino secundario.

Las áreas homogéneas tienen como fuente de elaboración el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), organismo que realizó la subdivisión de áreas sobre la base de los límites comunales como unidad mínima. Sobre esa base, ODEPA cambió la unidad mínima de subdivisión de áreas homogéneas al distrito censal y en conjunto con profesionales de INDAP de cada región se determinaron las nuevas áreas que dan mayor precisión a la información.

Las especies frutales incluidas en este trabajo corresponden a las de mayor superficie y de más dinámico desarrollo.

2.3.5.9 Ref. 27: Compendio Estadístico Silvoagropecuario 1990-2004. ODEPA, 2007

Publicación con series estadísticas nacionales y regionales de los principales indicadores del sector silvoagropecuario para el período 1990-2004. En el presente documento se encuentra la siguiente información:

- Estadísticas macrosectoriales
- Estadísticas productivas

2.3.5.10 Ref. 28: Centro de Investigación y Transferencia en Riego y Agroclimatología. Universidad de Talca, 2007

El año 1997, se creó el Servicio Integrado de Agroclimatología y Riego (SIAR) de la Universidad de Talca, como parte de un proyecto FONDEF de Infraestructura.

La receptividad de los agricultores a través de los servicios ofrecidos y el desarrollo de investigaciones relevantes en el tema del riego, permitió durante el año 2000, la transformación del SIAR en el CITRA - Centro de Investigación y Transferencia en Riego y Agroclimatología, el cual se encuentra ubicado en el Campus Lircay de la Universidad de Talca, bajo la dependencia de la Facultad de Ciencias Agrarias.

Los objetivos de la Unidad son:

- Desarrollar investigación de primera línea en materia de riego.
- Interactuar a través de proyectos específicos con Empresas Privadas, Universidades y destacados centros internacionales de investigación en el área.
- Apoyar en forma concreta la práctica del riego a nivel predial a través de diferentes servicios

En este marco, el grupo de especialistas a cargo ha desarrollado diferentes estudios sobre determinación de coeficientes de cultivo.

En el Cuadro 2.3.5.9-1 se presentan los coeficientes de cultivo mensual (K_C) diferentes estaciones de muestreo. Para el óptimo uso de estos K_C se recomienda utilizar un coeficiente de bandeja (K_P) de 0,75 y datos de evaporación de bandeja diarios medidos en terreno.

CUADRO 2.3.5.9-1
COEFICIENTE DE CULTIVO (K_c) VIÑAS

Cuartel	Variedad	Mes					
		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
# 1	Cabernet S.	0,10	0,12	0,30	0,54	0,44	0,35
# 3A	Cabernet S.	0,10	0,12	0,30	0,54	0,42	0,35
# 3B	Cabernet S.	0,10	0,12	0,30	0,54	0,42	0,35
# 4	Cabernet S.	0,10	0,12	0,27	0,54	0,42	0,35
# 6	Cabernet S.	0,10	0,12	0,30	0,54	0,38	0,35
# 7	Cabernet S.	0,10	0,12	0,30	0,59	0,44	0,39
# 8	Cabernet S.	0,10	0,12	0,30	0,59	0,44	0,39
# 7	Cabernet S.	0,10	0,12	0,30	0,59	0,44	0,39
# 8	Cabernet S.	0,10	0,12	0,30	0,59	0,44	0,39
# 10	Merlot	0,10	0,11	0,21	0,61	0,52	0,49
# 21	Syrah	0,10	0,11	0,22	0,52	0,38	0,39
# 13	Syrah	0,11	0,12	0,22	0,52	0,40	0,34
# 14	Cabernet S.	0,12	0,12	0,27	0,55	0,50	0,42
# 18	Cabernet S.	0,11	0,12	0,24	0,55	0,47	0,42
# 12	Merlot	0,10	0,15	0,26	0,61	0,53	0,49
# 23	C. Franc	0,11	0,12	0,25	0,51	0,43	0,42

Fuente: Elaborado a partir de investigaciones realizadas por el CITRA en la zona central

2.3.6 ESTUDIOS RELACIONADOS CON CALIDAD DE AGUAS

En este acápite se presentan 3 documentos que son importantes para definir y caracterizar la calidad del agua en la cuenca en lo que corresponde a este estudio.

2.3.6.1 Ref. 29: Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua Según Objetivos de Calidad. Cuenca del Río Maipo. CADE-IDEPE-DGA, 2004

En este estudio se comienza presentando una completa descripción y caracterización de la cuenca. Posteriormente se presenta la recopilación de antecedentes para la base de datos del estudio, incluyendo antecedentes hidrológicos, residuos industriales líquidos (RILes), contaminación por pesticidas, y calidad de aguas. A continuación, se presentan las bases metodológicas para la evaluación de la calidad del agua, y el consiguiente análisis espacio-temporal de la calidad del agua. Finalmente, se incluye la clasificación de los cursos de agua en términos de la calidad objetivo, hincando requerimientos de calidad según tipo de uso.

La información contenida en este estudio se utilizará principalmente para evaluar la condición actual de la calidad de las aguas y medioambiente en la cuenca.

2.3.6.2 Ref. 30: Anteproyecto de Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Maipo. CONAMA, 2004

Mediante la Resolución Exenta N° 1083, de la Dirección Ejecutiva de la Comisión Nacional del Medio Ambiente, de fecha 13 de julio de 2004, publicada en el Diario Oficial y en el Diario La Nación, el 23 de julio de 2004, se dio inicio a la elaboración del anteproyecto de “Norma Secundaria de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas de la Cuenca Maipo – Mapocho, en la Región Metropolitana”.

Los principales aspectos considerados en el anteproyecto son:

- Antecedentes generales de la cuenca y su fundamentación
- Objetivos, ámbitos de aplicación y definiciones
- Identificación de los niveles de calidad ambiental por áreas de vigilancia

En la elaboración del Anteproyecto, han participado los siguientes Comités:

- Comité Operativo: Integrado por las Instituciones del Estado de carácter regional competentes en el recurso a normar y son quienes elaboran la norma (Superintendencia de Servicios Sanitarios, Dirección General de Aguas, Comisión Nacional de Riego, Servicio Agrícola y Ganadero, Seremi de Salud, Dirección de Obras Hidráulicas, entre otras)
- Comité Ampliado: Integrado por las personas naturales y jurídicas ajenas a la administración del Estado que deseen participar en este proceso. Su rol es apoyar el proceso de elaboración de la norma. Está integrado, entre otras organizaciones por asociaciones de canalistas, empresas que descargan en el Maipo, consultoras, académicos, organismos no gubernamentales, etc.

Además, en esta norma, se constituyeron los Comités Territoriales de acuerdo a los tramos de los ríos Maipo y Mapocho, con el objeto de intercambiar antecedentes, informar y divulgar la norma, previo a la etapa de consulta pública establecida en la normativa. Se trata de municipios, organizaciones ciudadanas y personas naturales o jurídicas que desempeñan actividades asociadas a los distintos tramos de los ríos.

La Consulta Pública concluyó el 16 de abril de 2006 proceso a través del cual CONAMA recibió las observaciones de la ciudadanía, organismos privados y empresas que hicieron llegar su aporte a la temática.

En la actualidad el anteproyecto se debe presentar a tres instancias: Consejo Consultivo, Consejo Interministerial y Consejo Directivo. Posteriormente será sometido a consideración de la Presidenta de la República.

La información generada en este proceso se incluirá en la elaboración del Plan Director, en el ámbito de calidad de aguas, mediante el análisis de los efectos respecto a la implementación de nuevos proyectos en la gestión de la calidad del agua de los segmentos de río en que se ubiquen y los efectos en los diferentes usos que actualmente se realizan o se realizarán a futuro. Lo anterior, debido a que se han establecido diferentes áreas de vigilancia de la contaminación del agua y los límites máximos para diferentes parámetros físicos, químicos y biológicos. En el Anexo 2-1 se presenta la información relativa a estas áreas de vigilancia junto con los niveles máximos de calidad objetivo.

Es importante mencionar la importancia que adquirirá a futuro el desarrollo de modelos sobre la calidad del agua para la cuenca motivo del presente estudio, debido a las implicancias ambientales positivas que logra a través de la modernización de la gestión de los recursos hídricos, no sólo en cuanto a cantidad si no que también a través de la calidad.

Si bien es cierto este es sólo un anteproyecto, sus disposiciones se utilizarán como condición de borde para la definición de los escenarios futuros de evaluación, para los cuales se considera que la norma está en plena aplicación y efecto.

2.3.6.3 Ref. 31: Impacto Económico de la Aplicación de la Norma Secundaria De Calidad de Agua en el Sector Agropecuario de la Cuenca Maipo-Mapocho. Universidad de Chile, 2005

El Anteproyecto de Norma Secundaria de Calidad del Agua de Riego se orienta a modificar el valor de algunos componentes físico-químicos, inorgánicos, metales esenciales, metales no esenciales, e indicadores microbiológicos del agua de riego.

El estudio incluye una evaluación económica para determinar el impacto “potencial” la aplicación del Anteproyecto de Norma en la cuenca Maipo-Mapocho, y se desarrolló en forma paralela al proceso de formulación de la Norma en el que participan el SAG, la CONAMA y la CNR.

La evaluación económica se centró en la estimación de impactos tanto en i) los costos generados por el cambio en las prácticas de manejo y habilitación de suelos, ii) los beneficios relacionados a una potencial disminución en las necesidades de uso de fertilizantes, y iii) las externalidades positivas que se generan al mejorar el acceso de los agricultores a certificación de buenas prácticas al producirse alimentos en suelos regados con aguas más limpias.

Las principales conclusiones del estudio son:

- Si se implementa el anteproyecto de norma estudiado, la calidad del agua de la cuenca Maipo-Mapocho no presentará restricciones graves de uso para el riego agrícola
- Se estima que un impacto relevante al mejorar la calidad del agua puede producirse al abrirse la posibilidad de cultivar especies a ras de suelo, las que en la actualidad están restringidas debido a la alta concentración de coliformes fecales
- En algunos tramos del río, la nueva norma podría producir un aumento de costos directos de producción, debido a la disminución del aporte nitrogenado del agua de riego. Por otra parte, en otros tramos, se producirá un beneficio derivado del aumento de fósforo disponible en el suelo al disminuir el aporte de hierro a través del agua

Estas conclusiones son preliminares debido a que no existe información científica para sustentar los resultados presentados. Por ejemplo, no hay datos sobre relaciones dosis-respuesta frente a una nueva calidad del agua de riego que implica una modificación en los aportes de algunos macro o micronutrientes.

Al igual que en el caso del anteproyecto de norma, esta información se utilizará como condición de borde para la definición de los escenarios futuros de evaluación, para los cuales se considera que la norma está en plena aplicación y efecto.

2.3.7 INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL

Para el análisis de la problemática de planificación territorial, se dispone de la información que se detalla en este acápite. Esta información permitirá evaluar aquellos lugares en que la expansión urbana puede ser problemática o directamente desaconsejada.

2.3.7.1 Ref. 32: Análisis y Diagnóstico Plan Regional de Desarrollo Urbano Región Metropolitana (Informe Etapa 4), 2005

Este documento fue elaborado el año 2005 por la Secretaría Regional Ministerial (SEREMI) de Vivienda y Urbanismo de la Región Metropolitana, en conjunto con la Dirección de Servicios Externos de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

La misión de la SEREMI Metropolitana es concretar la política nacional de vivienda y urbanismo en su área territorial, para lo cual realiza actividades de planificación, evaluación, control y promoción de dicha política. Dentro de sus funciones se encuentra planificar el desarrollo urbanos regional e intercomunal y apoyar la planificación comunal (Secretaría Regional Ministerial Metropolitana de Vivienda y Urbanismo, <http://www.seremi13minvu.cl>).

En el documento se realiza un diagnóstico del sistema urbano regional, describiendo en principio el sistema desde sus orígenes, estableciendo el estado actual del sistema de centros poblados y realizando una proyección del sistema al año 2030.

Dentro de esta descripción se relata la evolución de la población en la región, teniendo 42.000 personas al año 1810 en una superficie de 500 ha, hasta tener una población urbana de 5.875.013 habitantes y una población rural de 186.112 habitantes en una superficie total de 1.540.230 ha, de la cual 343.838 ha corresponden a áreas ocupadas, que corresponde a un 22,35% de la superficie.

En relación con la proyección al año 2030 – proyección de la situación actual sin el Plan Regional de Desarrollo Urbano (PRDU) – se estima que la región podría tener una población de 7.878.217 habitantes, con un 95,76% de población urbana, equivalente a 7.526.740 habitantes y una población rural de 351.477 habitantes.

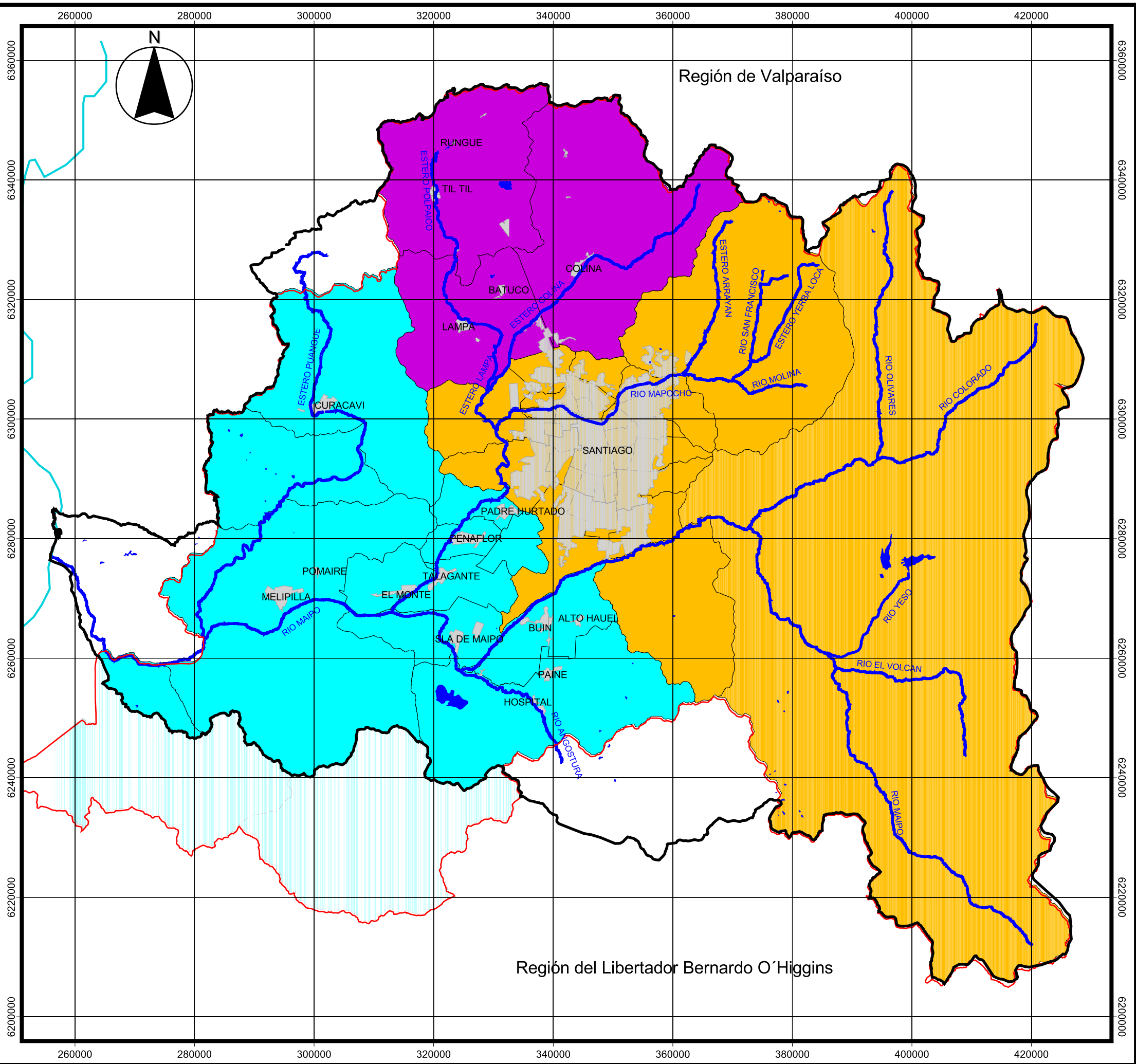
Además se describe la evolución de los instrumentos de planificación territorial, entre ellos el denominado Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS) – que fue aprobado en 1994 – respondiendo a la necesidad de contar con un plan que permitiese regular de modo general el área metropolitana.

Este instrumento incluyó a 37 comunas, incluyendo la provincia de Santiago (Comunas de la provincia de Santiago: Santiago, Cerrillos, Cerro Navia, Conchalí, El Bosque, Estación Central, Huechuraba, Independencia, La Cisterna, La Florida, La Granja, La Pintana, La Reina, Las Condes, Lo Barnechea, Lo Espejo, Lo Prado, Macul, Maipú, Ñuñoa, Pedro Aguirre Cerda, Peñalolén, Providencia, Pudahuel, Quilicura, Quinta Normal, Recoleta, Renca, San Joaquín, San Miguel, San Ramón y Vitacura), más los municipios de San Bernardo, Puente Alto, San José de Maipo, Pirque y Calera de Tango.

En el año 1997 se realiza una importante modificación al PRMS, incluyendo a toda la provincia de Chacabuco (Comunas de la provincia de Chacabuco: Tiltil, Lampa y Colina.), con el objeto de regular la presión causada por la parcelación intensiva de la zona en parcelas de agrado.

En forma complementaria a este documento, se revisa la modificación efectuada al PRMS en el año 2006 (SEREMINVU RM) en que se regula el resto de las comunas de la región.

La evolución de este instrumento en el tiempo se puede visualizar en la Figura 2.3.7.1-1.



SIMBOLOGÍA

Límite Cuenca Maipo	Año de Incorporación al PRMS 1994 1997 2006
Límite Regional	
Línea de costa	
Hidrografía principal	
Lagunas y Embalses	
Zonas Urbanas	

Datos Cartográficos

Proyección Universal Transversal Mercator

Huso 19

zona Sur

Datos Geodésicos

Elipsoide World Geodetic System 1984

Datum World Geodetic System 1984

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 MAIPO	PLANO: EVOLUCIÓN PRMS
--	--	--------------------------

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

ESCALA: 1:650000 	FIGURA: 2.3.7.1-1	FECHA MAYO DE 2008
-------------------------	----------------------	-----------------------

2.3.7.2 Ref. 33: Proyecto OTAS. Bases para el Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable de la Región Metropolitana de Santiago, 2005

El proyecto OTAS ha sido realizado por la Universidad de Chile, con la asesoría de la Sociedad Alemana para la Cooperación Técnica e impulsado por el GORE.

Este proyecto se realizó en dos fases. En la primera de ellas se realizó un análisis físico y ambiental del territorio regional, entregando como resultado una Planificación Ecológica Regional de carácter indicativo, expresada – además – cartográficamente, en la que se indicaron áreas de riesgo ecológico para los componentes aire, agua, suelo, vegetación, fauna y paisaje; áreas de riesgos naturales; áreas naturales y del paisaje a proteger legalmente; áreas recomendadas a reparar y proteger; y requerimientos ambientales a los distintos usos del territorio.

En la segunda fase se realiza un análisis socioeconómico de la región, entregando como resultado un diagnóstico sobre los modos de ocupación territorial; lineamientos de ordenamiento territorial (OT); un conjunto de planes sectoriales regionales; un marco orientador para el OT de acuerdo a una imagen objetivo territorial al 2030, trabajada con diversos actores (con expresión cartográfica); un procedimiento de Evaluación de Impacto Territorial de Proyectos (EIT) y un Modelo de Gestión para el OT regional.

De este modo se fijaron las Bases para el OT Ambientalmente Sustentable, documento que entrega una propuesta de OT a través de lineamientos de OT y un Marco Orientador dividido en subsistemas: Socioproductivo, Físico Ambiental, Asentamientos Humanos y Relacional. Además se realiza un Diagnóstico Territorial Integrado de la región y se propone un Modelo de Gestión para el OT de la Región Metropolitana de Santiago (MG OT), modelo que tiene como función administrar, dirigir, articular y monitorear los procesos de formulación y ejecución de planes y proyectos que permitan alcanzar los objetivos territoriales deseados para la región.

2.3.7.3 Ref. 34: Atlas Socioeconómico Región Metropolitana de Santiago (RMS), 2006

Este documento fue elaborado por el Gobierno Regional Metropolitano (GORE) el año 2006 en conjunto con la Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo de la Universidad de Chile, como producto del programa “Manejo de la Información Territorial para el Desarrollo Regional de la RMS”.

El GORE es un servicio descentralizado, cuya misión es el desarrollo social, cultural y económico de la Región Metropolitana. Éste servicio está compuesto por el Intendente – como Jefe Superior del Servicio, y por el Consejo Regional – como órgano de fiscalización y participación de la comunidad.

El Atlas busca constituir un importante medio para difundir a la comunidad regional los resultados de diversos indicadores socioeconómicos y ambientales a nivel comunal.

En primer lugar se realiza una descripción de la región y de su división político-administrativa. Posteriormente se presentan los distintos indicadores elaborados hasta la fecha de edición (2006), entre los cuales están:

- Asentamientos
- Población
- Equidad
- Viviendas y Hogares
- Industria
- Recursos Naturales y Medio Ambiente
- Cultura
- Gestión Municipal y Participación
- Inversión Regional
- Planificación Territorial y Comunal; e Infraestructura

2.3.7.4 Ref. 35: Diagnóstico de los suelos en la Región Metropolitana. CONAMA, 2006

Se describe la situación actual de los suelos de la Región Metropolitana, en base a cartografía existente y otros estudios disponibles.

En base a la información del catastro de bosque nativo y el proyecto GORE “OTAS” se caracterizó el recurso suelo y su evolución.

Según el estudio La expansión de la ciudad ha cubierto con actividades urbanas cerca de 40.000 ha en los últimos 10 años alcanzando cerca de 90.000 ha de superficie urbana, situación que se ha traducido en la degradación del recurso suelo, teniendo como consecuencia la disminución de la cobertura vegetal y de la biodiversidad (Catastro Bosque Nativo, 2000). Junto a ello se suman las pérdidas de suelo por efecto de la Ley 3.516 de predios rústicos.

Respecto a los porcentajes de ocupación, la comuna con mayor porcentaje es Talagante, luego Calera de Tango seguida por Pirque. Según los datos se verifica que las estimaciones respecto a que el porcentaje de consolidación es del orden de 5 a 10%, según la comuna.

Además, se aprecia que la mayor cantidad de desarrollo de este tipo se encuentra al sur del Gran Santiago. Se denota mayor actividad en Talagante, Peñaflor, Isla de Maipo. Buín y Paine no presentan gran actividad excepto hacia la zona precordillerana.

Respecto de los suelos de valle, empleados en la agricultura, se aprecia que están siendo contaminados, principalmente, por descargas de aguas servidas domésticas, descargas de residuos líquidos industriales y emisiones atmosféricas, mientras que los suelos de laderas se han visto afectados por la erosión, emisiones atmosféricas, pastoreo excesivo y extracción de tierra de hojas.

Se hace referencia a otro estudio denominado “Análisis Programa Estratégico de Inversiones Macro Zona Central” donde las proyecciones son aún más preocupantes. En él, se señala que la tendencia proyectada para el año 2010, es que en la Región Metropolitana el suelo urbano aumentaría a un ritmo cercano al 74%, lo cual representa una ocupación de 19 mil ha, con una disminución del 6 por ciento del suelo de uso agrícola. Ello se produce precisamente en una región que concentra el 30% de los mejores suelos de Chile (suelos clase de capacidad de uso I). En tal sentido la competencia por suelos que aspiran a un destino urbano (habitacional, industrial o recreacional) se da justamente en relación con los valles regados que presentan las mejores condiciones ambientales para el desarrollo de la actividad agropecuaria del país.

2.3.7.5 Ref. 36: Infraestructura para la Competitividad 2007-2012 Región Metropolitana, 2007

Este documento fue elaborado por el Ministerio de Obras Públicas, para la Región Metropolitana, en enero de 2007.

La misión del MOP es planificar, proyectar y construir obras de infraestructura pública, así como la conservación, explotación y administración de las mismas. Igualmente, le corresponde ejercer la administración del recurso agua a nivel nacional, en relación a su distribución, conocimiento, asignación, uso, conservación y preservación.

El documento Infraestructura para la Competitividad es resultado del programa de infraestructura elaborado por el MOP para el periodo 2006 – 2010, que pretende asociar la vocación territorial productiva del país con los requerimientos de infraestructura del sector productivo, de manera de potenciar el desarrollo de nuevas actividades económicas.

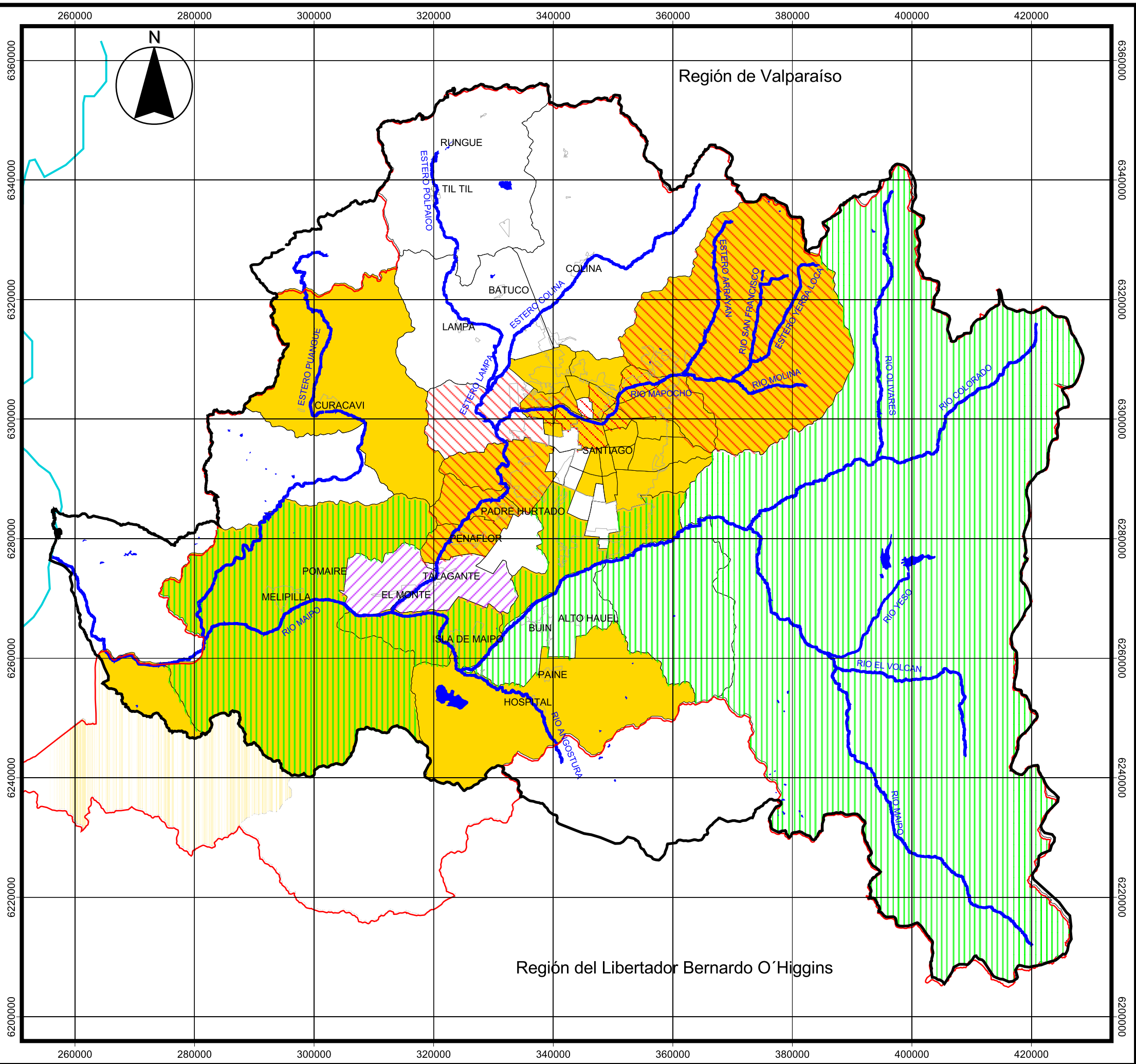
En él se analizan tanto antecedentes básicos de la región, como sus principales actividades económicas por sector productivo. A partir de lo anterior, se desarrolla la Estrategia de Desarrollo Regional, además de un Diagnóstico y Plan de Inversiones 2007–2012. En este último se presentan objetivos específicos territoriales por zona y proyectos que surgen de estos objetivos.

2.3.7.6 Ref. 37: Planes Reguladores Comunales (PRC), Diferentes Fechas

Los planes reguladores son instrumentos ordenamiento territorial que se encuentran contemplados en la legislación vigente, específicamente en la Ley General de Urbanismo y Construcciones (DFL N° 458, 1976).

Específicamente se encuentran definidos en el artículo 41, el que dice “es un instrumento constituido por un conjunto de normas sobre adecuadas condiciones de higiene y seguridad en los edificios y espacios urbanos, y de comodidad en la relación funcional entre las zonas habitacionales, de trabajo, equipamiento y esparcimiento. Sus disposiciones se refieren al uso del suelo o zonificación, localización del equipamiento comunitario, estacionamiento, jerarquización de la estructura vial, fijación de límites urbanos, densidades y determinación de prioridades en la urbanización de terrenos para la expansión de la ciudad, en función de la factibilidad de ampliar o dotar de redes sanitaria y energéticas, y demás aspectos urbanísticos”. Se estima importante complementar estos instrumentos con el presente plan, puesto que son los PRC los instrumentos normativos que zonifican el territorio urbano a nivel comunal.

Para la presente actualización, se procedió a revisar el levantamiento efectuado en el estudio base de Conic-Bf (2007) y la información del Atlas Socioeconómico Región Metropolitana de Santiago (2006). En complemento con lo anterior, se tomó contacto con la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo, los que indicaron el estado de los PRC con fecha 30 de mayo de 2007. Así se generó la información presentada en el Anexo 2-2, y en la Figura 2.3.7.6-1.



SIMBOLOGÍA

Límite Cuenca Maipo	Comunas aledañas al río Maipo
Límite Regional	Comunas aledañas al río Mapocho
Línea de costa	Comunas aledañas a ambos ríos
Hidrografía principal	Comunas con PRC vigente
Zonas Urbanas	
Lagunas y Embalses	

Datos Cartográficos
Proyección Universal Transversal Mercator
Huso 19
zona Sur

Datos Geodésicos
Elipsoide World Geodetic System 1984
Datum World Geodetic System 1984



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 MAIPO

PLANO:
COMUNAS ALEDAÑAS A LOS
RÍOS MAPOCHO Y MAIPO Y
COMUNAS CON PRC VIGENTE

DIRECTOR GENERAL DE AGUAS
SR. RODRIGO WEISNER

JEFE DE DEPARTAMENTO
SR. PEDRO RIVERA

INSPECTOR FISCAL:
SR. ANDRÉS ARRIAGADA

ESCALA:
1:650000


FIGURA:
2.3.7.6-1

FECHA
MAYO DE 2008

3. 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.

3.1 MARCO INSTITUCIONAL

3.1.1 GENERALIDADES

El marco institucional de la cuenca del río Maipo puede ser analizado desde dos grandes perspectivas: institucionalidad normativa, e institucionalidad orgánica. Para los efectos de este análisis, por una parte, entendemos como institucionalidad normativa el conjunto de normas jurídicas que son aplicables a las acciones del Estado y de los particulares del territorio de la cuenca. A su turno, la institucionalidad orgánica 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.

3.1.2 INSTITUCIONALIDAD NORMATIVA

Entendida como el conjunto de normas jurídicas que regulan las actividades del Estado y de los particulares, cabe mencionar las fuentes jurídicas que componen esta institucionalidad en un orden decreciente desde las normas de mayor jerarquía legal a las de menor jerarquía:

- i. Normas contenidas en La Constitución Política de La República (Derecho de Propiedad)
- ii. Código de Aguas y las modificaciones introducidas por las Leyes 20.017 y 20.099
- iii. Jurisprudencia Administrativa (concepto de disponibilidad)
- iv. Normativa Ambiental Vigente

3.1.2.1 Normas Contenidas en la Constitución Política de La República

La carta fundamental del Ordenamiento jurídico chileno consagra el derecho de propiedad sobre los derechos de aprovechamiento de aguas en el artículo 19 N° 24 inciso final, en los siguientes términos:

“Los derechos de los particulares sobre las aguas reconocidos o constituidos en conformidad a la ley, otorgarían a sus titulares la propiedad sobre ellos”

La citada disposición fue tomada del Decreto Ley N° 2603 de 1979, que modificó el Acta Constitucional N° 3 de 1976.

En la historia del establecimiento de la norma relativa al derecho de propiedad sobre los derechos de agua, se dejó constancia acerca de la motivación para consagrar esta disposición a nivel constitucional: *“El espíritu de la subcomisión ha sido elevar de rango el derecho de aprovechamiento otorgándole el carácter de un derecho de propiedad consagrado en la Constitución y quitándole el carácter de mera concesión administrativa”* (Intervención del Señor José María Eyzaguirre García de la Huerta, Sesión 183, Comisión de Estudios de la Nueva Constitución (1980).

3.1.2.2 Código de Aguas y Sus Modificaciones

En el nivel siguiente de jerarquía, la fuente legal es el actual Código de Aguas, aprobado mediante Decreto con Fuerza de Ley N° 1122 de 13 de Agosto de 1981, el que ha sido modificado tras una prolongada tramitación legislativa por las Leyes números 20.017 y 20.099. La Ley N° 20.017 fue publicada en el Diario Oficial con fecha 26 de Junio de 2005 y la Ley N° 20.099, fue publicada en el Diario Oficial con fecha 15 de Junio de 2006. La tramitación legislativa del proyecto de ley de modificación del Código de Aguas, fue iniciado mediante Mensaje del Ejecutivo N° 283/325 de 02 de diciembre de 1992. El mensaje propuso originalmente al H. Congreso Nacional cuatro grupos de normas contenidas en el proyecto:

- Normas sobre recuperación de la condición de bien nacional de uso público del agua, la justificación de su necesidad y su uso obligatorio
- Normas sobre conservación y protección de las aguas y cauces
- Normas sobre administración integrada de cuencas y perfeccionamiento de organizaciones de usuarios
- Normas relacionadas con aspectos regionales

Finalmente el proyecto fue aprobado como Ley N° 20.017, introducidas una serie de indicaciones-tanto del Ejecutivo como de los parlamentarios- presentadas a lo largo de su larga tramitación.

Las principales modificaciones al Código de Aguas que introdujeron las leyes números 20.017 y 20.099 son:

- **Establecimiento de una Patente por No Uso de los Derechos de Aprovechamiento:** Se establecen obligaciones económicas por el no ejercicio de los derechos de agua, incluyendo cobros diferenciados por regiones y tiempo. Se incluyen también normas para las excepciones al pago de patentes

- **Nuevo Requisito en las Solicitudes de Derechos de Aprovechamiento Relativo a Expresar la Cantidad de Agua que Necesita Extraer y el Uso que se le Dará:** Se establece la necesidad de incluir el uso deseado del agua a extraer
- **Renuncia al Derecho de Aprovechamiento de Aguas:** Se establecen las normas para renunciar a un derecho de agua legalmente establecido
- **Modificación Relativa al Catastro Público de Aguas, Artículo 122 del Código de Aguas:** Se indican las materias a contener en el catastro
- **Consagración a Nivel Legal del Concepto de Caudal Ecológico Mínimo:** Se define legalmente este concepto y su forma de cálculo
- **Reconocimiento de la Relación Existente entre Aguas Superficiales y Aguas Subterráneas:** Se establece legalmente la intrínseca relación entre aguas superficiales y subterráneas
- **En Materia de Aguas Subterráneas se Reconoce la Preferencia para el Otorgamiento de Nuevos Derechos de Aprovechamiento:** Esto se refiere a la preferencia dada a personas con un permiso de exploración
- **Nueva Potestad de la Dirección General de Aguas Para Declarar de Oficio Área de Restricción en Acuíferos:** La Dirección General de Aguas tiene la facultad de decretar una zona acuífera como agotados, si técnicamente se puede probar que no hay recursos disponibles
- **Reconocimiento de Personalidad Jurídica a las Comunidades de Aguas Organizadas Conforme al Código de Aguas:** Se refiere a la forma en que estas organizaciones deben estar registradas
- **Redefinición del Objeto de las Juntas de Vigilancia:** Modifica atribuciones de las Juntas de Vigilancia
- **Modificación a las Normas Juntas de Vigilancia para Facilitar su Constitución:** Modifica legislación para constituir las Juntas de Vigilancia
- **Reforzamiento de las Normas de Policía y Vigilancia de los Cauces Naturales de Uso Público:**
- **Normas Transitorias Relativas a la Regularización de Aguas Subterráneas Contenidas en las Leyes 20.017 y 20.099:** Incluye un conjunto de normas transitorias incluyendo regularización de derechos subterráneos

Para una mejor comprensión, se presenta un completo detalle de las modificaciones al Código de Aguas en el Anexo 3-1.

3.1.2.3 Jurisprudencia Administrativa (Concepto de Disponibilidad)

La determinación de la disponibilidad de aguas para la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento, es una materia técnica de competencia de la Dirección General de Aguas.

El procedimiento para el establecimiento de la disponibilidad de aguas se encuentra reglamentado en el Manual de Normas y Procedimientos para la Administración de recursos hídricos, aprobado mediante Resolución DGA N° 1503/2003.

Sin perjuicio de lo anterior, cabe tener en consideración, la reciente jurisprudencia de la Contraloría General de la República en torno a la determinación de la disponibilidad de los recursos hídricos para los efectos de su otorgamiento, expresada en el Dictamen N° 38064 de fecha 18 de Agosto de 2006. En este dictamen se establece que debe distinguirse entre la existencia y la disponibilidad de las aguas subterráneas. La existencia, se verifica en el alumbramiento que realiza cada interesado en su captación individual. Por otra parte, la disponibilidad es algo que debe establecer el organismo respectivo de la Administración, mediante los estudios y mecanismos correspondientes.

3.1.2.4 Normativa Ambiental Vigente

Las normas ambientales constituyen un instrumento de gestión ambiental cuyo aporte resulta relevante a la hora de dar cumplimiento y velar por la garantía constitucional de vivir en un ambiente libre de contaminación.

La normativa ambiental vigente, pertinente al presente estudio, y su relación con él, corresponde a:

- Ley 19.300, Ley de Bases Generales del Medio Ambiente, de 1994, la que fue modificada por la Ley 20.173 de 2007.

Es el marco legal de protección al medio ambiente que abarca temáticas relacionadas con instrumentos de gestión, normas de calidad y emisión, áreas silvestres protegidas, planes de prevención y descontaminación, entre otros;

- Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. D.S. 95 de 2001, Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.
Establece las disposiciones por las cuales se regirá el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y la Participación de la Comunidad, de conformidad con los preceptos de la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Para mayor detalle, se incluyen en el Anexo 3-2 las características de aquellas obras de infraestructura para el aprovechamiento de los recursos hídricos que se deben someter al SEIA

- Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad y Emisión. D.S. 93 de 1995, Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República. Se sujetarán al reglamento el procedimiento para la dictación de normas de calidad ambiental primarias y secundarias, y el procedimiento y los criterios para la revisión de dichas normas.
- Reglamento sobre Planes de Prevención y Descontaminación. D.S. 94 de 1995, Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.

Las normas de emisión con relación al estudio son:

- Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales. D.S. 90 de 2000, Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.
- Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado. D.s. 609 de 2002, Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.
- Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas. D.S. 46 de 2002, Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.

3.1.3 INSTITUCIONALIDAD ORGÁNICA

Debe hacerse una clara diferencia entre instituciones públicas e instituciones privadas envueltas en el manejo del agua. El siguiente listado presenta en forma resumida las atribuciones de estas instituciones (ver Anexo 3-3 para un mayor detalle de las atribuciones de las instituciones mencionadas):

Nivel Público

- **Dirección General de Aguas del MOP (DGA): Es la institución nacional rectora en materias de aguas.** Las principales atribuciones son *planificar el desarrollo del recurso en las fuentes naturales, con el fin de formular recomendaciones para su aprovechamiento; constituir derechos de agua; investigar y medir el recurso; mantener y operar la red hidrométrica nacional; ejercer la policía y vigilancia de las aguas en los cauces naturales de uso público; y supervigilar el funcionamiento de las organizaciones de usuarios*
- **Presidente de la República:** En materias hídricas el (o la) presidente(a) puede fijar caudales ecológicos, reservar recursos para el aprovechamiento de la población, constituir derechos, aprobar estatutos de las asociaciones de canalistas

- **Dirección de Obras Hidráulicas del MOP (DOH):** Corresponden a la DOH, entre otras competencias, la planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y explotación de obras de riego que se realicen con fondos fiscales. La planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y mejoramiento de la red primaria de evacuación y drenaje de aguas lluvias. El estudio, proyección, construcción y reparación del abovedamiento de los canales de regadío que corren por los sectores urbanos de las poblaciones, siempre que dichos canales hayan estado en uso con anterioridad a la fecha en que la zona por donde atraviesan haya sido declarada dentro del radio urbano y que dichas obras se construyan con fondos fiscales o aportes de las respectivas municipalidades. Por otra parte, participa en los proyectos de construcción de instalaciones para dotar de agua potable a las localidades rurales
- **Departamento de Obras Fluviales del MOP (DOF):** A esta repartición le corresponde la realización del estudio, proyección, construcción, mejoramiento, defensa, reparación, conservación y señalización de los caminos, puentes rurales y sus obras complementarias que se ejecuten con fondos fiscales o con aporte del Estado y que no correspondan a otros Servicios de la Dirección General de Obras Públicas. Por otra parte, la conservación y reparación de las obras entregadas en concesión, serán de cargo de los concesionarios
- **Secretaría Ejecutiva de Medio Ambiente y Territorio dependiente de la Dirección General de Obras Públicas del MOP (SEMAT):** La labor de la SEMAT es apoyar la administración de las políticas ambientales ministeriales en el ámbito de las obras de infraestructura. Lo anterior implica incorporar a lo largo del proceso de producción de obras de infraestructura, metodologías, procedimientos y sistemas destinados a proveer a los responsables de su ejecución de las herramientas necesarias que permitan la obtención de los resultados deseados. A nivel regional, estas políticas son desarrolladas por la UGAT (Unidad Gestión Ambiental y Territorial)
- **Dirección de Planeamiento del MOP (DIRPLAN):** Coordinar y proponer para la resolución del Ministro, la planificación, coordinación general y prioridad del plan general de estudios, proyectos y ejecución de las obras, de acuerdo con las necesidades del país, los programas gubernativos y los planes de los distintos servicios y empresas, cuyos objetivos deben conformarse con los Planes Nacionales de Desarrollo, los Planes Regionales y los Planes Reguladores e Intercomunales
- **Gobierno Regional Metropolitano (GORE):** Aprobar los planes regionales de desarrollo urbano, los planes reguladores metropolitanos e intercomunales, y los planes reguladores comunales y seccionales

- **Servicio Agrícola y Ganadero (SAG):** Efectuar los estudios y elaborar las estadísticas que sean necesarias. En el cumplimiento de esta función podrá realizar estudios y catastros específicos para conocer la magnitud y estado de los recursos naturales renovables del ámbito agropecuario y establecer normas técnicas para los estudios de la carta nacional de suelos
- **Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP):** La misión institucional del INDAP es promover y fomentar el desarrollo y la consolidación de la agricultura familiar campesina, a través de lo cual se busca contribuir al abatimiento de la pobreza rural, al logro de un desarrollo productivo sustentable y a una modernización del mundo rural
- **Corporación Nacional Forestal (CONAF):** La CONAF tiene como principal tarea administrar la política forestal de Chile y fomentar el desarrollo del sector
- **Comisión Nacional de Riego (CNR):** Planificar, estudiar y elaborar proyectos integrales de riego. Adicionalmente, la CNR tiene facultades para fomentar el riego (Ley 18.450)
- **Servicios de Salud (SNS):** El compromiso de los seis Servicios de Salud Metropolitanos es contribuir a mejorar la calidad de vida de la población de la Región Metropolitana, garantizando servicios integrales de salud relativos a las personas y al ambiente
- **Comisión Nacional de Energía (CNE):** Su función es elaborar y coordinar los planes, políticas y normas necesarias para el buen funcionamiento y desarrollo del sector energético nacional (Política Energética), velar por su cumplimiento y asesorar a los organismos de Gobierno en todas aquellas materias relacionadas con la energía
- **Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA):** Administrar el sistema de evaluación de impacto ambiental a nivel nacional, coordinar el proceso de generación de las normas de calidad ambiental y determinar los programas para su cumplimiento
- **Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS):** Fiscalización de los prestadores de servicios sanitarios, cumplimiento de las normas relativas a servicios sanitarios, y el control de los residuos líquidos industriales
- **Centro de Información de Recursos Naturales-CORFO (CIREN):** CIREN es una institución que proporciona información de recursos naturales renovables y principalmente de clima, recursos hídricos, suelos, frutícolas, forestales y división de la propiedad rural, articulándose hacia los requerimientos de los

servicios de MINAGRI, con especial énfasis en el aporte al desarrollo territorial sustentable del país

- **Dirección Meteorológica de Chile (DMC):** La DMC es el organismo responsable del quehacer meteorológico en el país, y cuyo propósito es satisfacer las necesidades de información y previsión meteorológica de todas las actividades nacionales.
- **Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA):** La misión principal del SHOA es proporcionar los elementos técnicos y de seguridad a la navegación en el mar territorial y alta mar contigua al territorio nacional, vías fluviales y lacustres
- **Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREL):** La acción del MINREL se relaciona con las aguas internacionales (mar), y recursos hídricos compartidos o aguas fronterizas
- **Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR):** El accionar del SERNATUR se relaciona con el uso de las aguas para fines turísticos y de recreación
- **Consejo de Defensa del Estado (CDE):** Le corresponde interponer en representación del Estado, la acción de reparación de daño ambiental, el que se entiende como toda pérdida, disminución, detrimento o menoscabo significativo inferido al medioambiente o a uno o más de sus componentes

Nivel Privado

- **Juntas de Vigilancia:** Estas organizaciones están formadas por personas naturales o jurídicas y las organizaciones de usuarios que en cualquier forma aprovechen aguas superficiales o subterráneas de una misma cuenca u hoyo hidrográfica. De acuerdo a información facilitada por la Dirección Regional de Aguas, en la cuenca existen 5 de estas organizaciones, según se presenta en el Cuadro 3.1.3-1.

CUADRO 3.1.3-1
LISTADO JUNTAS DE VIGILANCIA EXISTENTES
CUENCA DEL RÍO MAIPO

Nº	Código Expediente	Nombre Organización de Usuarios
1	NJ-1305-1++	DEL RIO MAPOCHO ULTIMA SECCION
2	NJ-1305-3	DEL ESTERO PUANGUE SEGUNDA SECCION
3	NJ-1306-1++	DE LA PRIMERA SECCION DEL RIO MAPOCHO
4	NJ-1306-2++	COMUNEROS DE LA ACEQUIA DEL PUEBLO DE LAMPA
5	NJ-1306-3++	RIO MAIPO PRIMERA SECCION

Fuente: Dirección Regional de Aguas Región Metropolitana

- **Comunidades de Agua:** Si dos o más personas tienen derechos de aprovechamiento en las aguas de un mismo canal, embalse, o aprovechan las aguas de un mismo acuífero, podrán reglamentar la comunidad que *existe como consecuencia de este hecho*. De acuerdo a información facilitada por la Dirección Regional de Aguas, en la cuenca existen 78 de estas organizaciones, según se presenta en el Cuadro 3.1.3-2.

CUADRO 3.1.3-2
LISTADO COMUNIDADES DE AGUA EXISTENTES
CUENCA DEL RÍO MAIPO

Nº	Código Expediente	Nombre Organización de Usuarios
1	NC-1301-367	EX FUNDO REINA SUR DE COLINA
2	NC-1301-368	POZO UNO EL MONASTERIO
3	NC-1301-370	HACIENDA HUECHUN
4	NC-1301-371	DE PUNTA DE PEUCO
5	NC-1302-39	CLARILLO LO ARCAYA
6	NC-1302-75	CONDominio LAS TORTOLAS
7	NC-1302-82	EL MANZANO
8	NC-1302-84	EL MANZANO ORIENTE
9	NC-1302-85	COMUNERO O SAN JOSE
10	NC-1302-86	MORENINO
11	NC-1302-95	EL ANIL
12	NC-1302-96	RIO EL INGENIO
13	NC-1302-97	COMUNIDADES DE AGUAS EST. EL TORO, VERT. EL
14	NC-1302-98++	SAN BENJAMIN DE PIRQUE
15	NC-1302-99	SAN ALFONSO
16	NC-1302-100	DEL CRISTO
17	NC-1302-101	LAS CUCAS
18	NC-1302-102	MELOCOTON ALTO
19	NC-1302-103	MAURINO

CUADRO 3.1.3-2
LISTADO COMUNIDADES DE AGUA EXISTENTES
CUENCA DEL RÍO MAIPO
(Continuación)

Nº	Código Expediente	Nombre Organización de Usuarios
20	NC-1302-104	EL PRINCIPAL DE PIRQUE NUMERO DOS RIO MAIPO
21	NC-1302-105	PRINCIPAL DE PIRQUE
22	NC-1302-106	LA CALCHONA MELOCOTON BAJO
23	NC-1303-24	MARCO SIETE CANAL QUINTA
24	NC-1303-28	HUERTOS FAMILIARES DE LINDEROS
25	NC-1303-32	COMUNIDADES DE AGUAS SANTA VICTORIA DE VILUCO
26	NC-1303-82	CANAL TOMA C. DEL ESTERO DEL INCA O ESCORIAL
27	NC-1303-84	COMUNIDAD NUEVO HORIZONTE
28	NC-1303-85++	COMUNIDAD SAN RAFAEL
29	NC-1303-86	PARCELAS EL DIAMANTE
30	NC-1303-87	HACIENDA CHADA
31	NC-1303-88	COMUNIDADES DE AGUAS CANAL HOSPITAL
32	NC-1303-89	MARCO SIETE PUNTO UNO DEL CANAL SANTA RITA
33	NC-1303-91	PAULA JARAQUEMADA
34	NC-1303-92	SAN JORGE
35	NC-1303-93++	AGUILA NORTE
36	NC-1303-94++	COMUNIDADES DE AGUA CANAL AGUILA SUR
37	NC-1303-95	EL RECURSO DE BUIN
38	NC-1303-96	SANTA TERESA DE TANGO
39	NC-1303-97	HUERTOS FAMILIARES VALDIVIA DE PAINE
40	NC-1303-98	CANAL COMUNERO ITURRIAGA GERSTLE
41	NC-1303-99	FLORA INFANTE
42	NC-1303-100	TANGUITO
43	NC-1303-101	COLONIA DE PAINE
44	NC-1303-102	LOS COPIHUES
45	NC-1303-103	COMUNIDADES DE AGUAS CANAL LA HERMITA
46	NC-1304-51	SAN LUIS
47	NC-1304-82++	PEÑAFLORES
48	NC-1304-83	SAN JOSE DE NALTAHUA
49	NC-1304-84++	SANTA ROSA DE CHENA
50	NC-1304-85	LOS PINOS DE OLIVETO
51	NC-1304-86	DEL TRONCO COMUN CHINIHUE Y CHACÓN
52	NC-1304-87	NALTAHUA
53	NC-1304-88	EL CANELO DE ISLA DE MAIPO
54	NC-13005-78	CANAL EL GALLO
55	NC-1305-79++	MARIA PINTO
56	NC-1305-80	POZO EL ESPINAL
57	NC-1305-81	CULIPRAN
58	NC-1305-82	CHOROMBO
59	NC-1305-83++	PICANO DEL MAIPO
60	NC-1305-84	LAS PALMAS DE IBACACHE
61	NC-1305-85	SAN JOSE DE NALTAHUA
62	NC-1305-86	OVALLE

CUADRO 3.1.3-2
LISTADO COMUNIDADES DE AGUA EXISTENTES
CUENCA DEL RÍO MAIPO
(Continuación)

Nº	Código Expediente	Nombre Organización de Usuarios
63	NC-1305-87	EL ROSARIO
64	NC-1305-88	SANTA RITA
65	NC-1305-89++	LAS MERCEDES BAJO DE MARIA PINTO
66	NC-1305-90	SANTA EMILIA
67	NC-1305-91++	HUECHUN
68	NC-1305-92	LA HIGUERA
69	NC-1306-68	DERIVADO PUDAHUEL
70	NC-1306-69	EX FUNDO SAN LUIS DE COLINA
71	NC-1306-70	DE LA HIJUELA CINCO DEL EX FUNDO EL DESCANSO
72	NC-1306-87	ALTO LA ESPERANZA
73	NC-1306-88	LA DEHESA
74	NC-1306-89	VILLA LAS ROSAS DE LA GRANJA
75	NC-1306-90	PUEBLO DE QUILICURA
76	NC-1306-91	AGUA DEL MEDIO SANTA SOFIA DE LO CAÑA
77	NC-1306-92++	MAPUCHE
78	NC-1306-93	LA VIRGEN O EL DURAZNO SANTA SOFIA DE LO CAÑA

Fuente: Dirección Regional de Aguas Región Metropolitana

- **Asociaciones de Canalistas:** Si dos o más personas tienen derechos de aprovechamiento en las aguas de un mismo canal, embalse, o aprovechan las aguas de un mismo acuífero, podrán reglamentar la comunidad que *existe como consecuencia de este hecho, constituirse en asociación de canalistas o en cualquier tipo de sociedad*. De acuerdo a información facilitada por la Dirección Regional de Aguas, en la cuenca existen 51 de estas organizaciones, según se presenta en el Cuadro 3.1.3-3.

CUADRO 3.1.3-3
LISTADO ASOCIACIONES DE CANALISTAS EXISTENTES
CUENCA DEL RÍO MAIPO

Nº	Código Expediente	Nombre Organización de Usuarios
1	NA-1301-1	REINA NORTE DE COLINA
2	NA-1301-2	DEL PUEBLO DE COLINA
3	NA-1301-6	CANALISTAS LICANCHEU
4	NA-1301-9++	DEL EMBALSE RUNGUE
5	NA-1301-10	ESMERALDA DE COLINA
6	NA-1302-1	CANALISTAS DE LA PINTANA
7	NA-1302-2	DEL CANAL DE PIRQUE
8	NA-1303-1	CANAL VINCULO
9	NA-1303-2	LAS CASA DE PUDAHUEL
10	NA-1303-3	AGUILINO
11	NA-1303-6	CANALES LONQUEN Y LA ISLA
12	NA-1304-3	CANAL ZANARTU
13	NA-1304-5	DEL CANAL DE LO AGUIRRE
14	NA-1305-20	PUANGUE
15	NA-1305-22	CANAL CHOLQUI
16	NA-1305-23	DEL CANAL SAN DIEGO
17	NA-1306-1	CANAL LO CURRO
18	NA-1306-2	CANAL CONCHALI UNIFICADO
19	NA-1306-3	REGADIO MECANICO EL NOVICIADO
20	NA-1306-4	CANAL DE MALLARAUCO
21	NA-1306-5	CANAL SAN MIGUEL
22	NA-1306-6	DE ALMAHUE
23	NA-1306-7	CANAL CARMEN ALTO
24	NA-1306-8	CANALES UNIDOS DE BUIN
25	NA-1306-9	JUAN ANTONIO RIOS EL NOVICIADO- PUDAHUEL
26	NA-1306-10	CANALISTAS DE LA ISLA NEGRA
27	NA-1306-11	CANAL PAICO
28	NA-1306-12	DE LA HERMITA
29	NA-1306-13	PUCALAN
30	NA-1306-14	SANTA ANA
31	NA-1306-16++	CANAL ROMERO
32	NA-1306-17	HUIDOBRO
33	NA-1306-18	LO FONTECILLA
34	NA-1306-26++	CANAL SANTA CRUZ
35	NA-1306-30	CANAL BAJO DE LA ESPERANZA
36	NA-1306-31	CANAL SANTA ROSA DE CHENA HIJUELA A
37	NA-1306-32	CANAL TREBULCO
38	NA-1306-51	CANAL VITACURA
39	NA-1306-52	EX FUNDO SANTA ANA DE CHENA
40	NA-1306-56	SAN LUIS O QUINAHUINO
41	NA-1306-57	CANAL COCALAN
42	NA-1306-59	LO HERRERA
43	NA-1306-60	CANAL COMUN SAN JOAQUIN

CUADRO 3.1.3-3
LISTADO ASOCIACIONES DE CANALISTAS EXISTENTES
CUENCA DEL RÍO MAIPO
(Continuación)

Nº	Código Expediente	Nombre Organización de Usuarios
44	NA-1306-61	DEL CANAL EL ARRAYAN
45	NA-1306-62++	CANAL DEL CARMEN
46	NA-1306-64	CANAL Nº 2 ALTO LA REINA
47	NA-1306-65	DEL RIO COLINA
48	NA-1306-66	CANAL CASTILLO
49	NA-1306-67	EL ROMERAL
50	NA-1306-68	CANAL VILLA LOS DOMINICOS
51	NA-1306-69	CANAL LA CANOA

Fuente: Dirección Regional de Aguas Región Metropolitana

- **Otras Organizaciones Sin Mayor Información:** De acuerdo a información facilitada por la Dirección Regional de Aguas, en la cuenca existen 36 organizaciones para las que no se cuenta con mayor información, con excepción del nombre, según se presenta en el Cuadro 3.1.3-4.

CUADRO 3.1.3-4
LISTADO DE ORGANIZACIONES SIN INFORMACIÓN EXISTENTES
CUENCA DEL RÍO MAIPO

Nº	Nombre Organización de Usuarios
1	ASOCIACION CANAL UNIDOS
2	ASOCIACION CANALES DE MAIPO, C. SANTA CRUZ
3	ASOCIACION CANALES DE MAIPO, C. ESPEJO
4	ASOCIACION CANALES DE MAIPO, C. OCHAGAVIA
5	ASOCIACION CANALES DE MAIPO, C. CALERA.
6	ASOCIACION CANALES DE MAIPO, SAN VICENTE
7	ASOCIACION. SOCIEDAD CANAL MAIPO
8	ASOCIACION CANALISTAS CANAL RENCA
9	ASOCIACION CANALISTAS CANAL INDEPENDENCIA
10	ASOCIACION CANALISTAS CANAL MANSEL
11	ASOCIACION CANALISTAS CANAL CHOCALAN
12	ASOCIACION CANALISTAS CANAL CODIGUA- MOLINO
13	COMUNIDAD CANAL SANTA RITA
14	ASOCIACION CANALISTAS CANAL MARGARITA
15	COMUNIDAD CANAL RINCONADA (en información)
16	COMUNIDAD CANAL LOMA BLANCA
17	ASOCIACION CANALISTAS CANAL EL GUINDO

CUADRO 3.1.3-4
LISTADO DE ORGANIZACIONES SIN INFORMACIÓN EXISTENTES
CUENCA DEL RÍO MAIPO

Nº	Nombre Organización de Usuarios
18	ASOCIACION CANALISTAS CANAL EL ALBA
19	ASOCIACION CANALISTAS CANAL CASTILLO CHICO
20	ASOCIACION CANALISTAS CANAL LO AGUIRRE
21	ASOCIACION CANALISTAS CHACABUCO POLPAICO
22	ASOCIACION CANALISTAS CANAL LA POZA
23	ASOCIACION CANALISTAS CANAL AGUAS CLARAS
24	ASOCIACION CANALISTAS CANAL ORTUZANO
25	ASOCIACION CANALISTAS CANAL LO HERMIDA
26	ASOCIACION CANALISTAS CANAL LAS VEGAS
27	ASOCIACION CANALISTAS CANAL LAS CADENAS
28	ASOCIACION CANALISTAS CANAL REINA MEDIA
29	ASOCIACION CANALISTAS CANAL LA ISLITA
30	ASOCIACION CANALISTAS CANAL RECREO
31	ASOCIACION CANALISTAS CANAL CASTILLO
32	ASOCIACION CANALISTAS CANAL NOVILLO MUERTO
33	ASOCIACION CANALISTAS RIO ANGOSTURA
34	JUNTA DE VIGILANCIA RIO PEUCO
35	JUNTA DE VIGILANCIA ESTERO ARRAYAN
36	JUNTA DE VIGILANCIA RIO MAPOCHO 1ª SECCION

Fuente: Dirección Regional de Aguas Región Metropolitana

- **Empresas Usuarias Privadas:** Los privados hacen uso de sus aguas de acuerdo a sus derechos concedidos, ya sean permanentes o eventuales. Los principales usuarios del agua son las empresas sanitarias, hidroeléctricas, mineras, papeleras, y acuícolas

3.2 PROBLEMÁTICA INTERINSTITUCIONAL

El presente acápite busca entregar 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

3.2.1 INTERACCIÓN ENTRE INSTITUCIONES

3.2.1.1 Interacción DGA-CONAMA

En el diseño institucional del país, existen dos organismos que tienen competencia en la administración del recurso hídrico, la Dirección General de Aguas y la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA):

- La Dirección General de Aguas tiene varias funciones relativas a la administración del agua: a) formulación de políticas de los recursos hídricos; b) planificación de los recursos hídricos; c) monitoreo de los cuerpos de agua y uso de los mismos.
- La Comisión Nacional del Medio Ambiente por su parte, en el marco de las competencias otorgadas por la Ley N° 19.300 sobre Bases del Medio ambiente, tiene como función la coordinación de las políticas y estrategias definidas por el Gobierno en materia de recursos hídricos. Lo anterior, sin perjuicio de sus funciones en materia de evaluación de impacto ambiental, la coordinación en la generación de normas de calidad ambiental y la proposición de políticas ambientales al Gobierno.

3.2.1.2 Interacción SAG-DGA

En lo que respecta a los derechos de agua, se tiene Quizás una de las funciones más importantes en materia de determinación derechos de aprovechamiento de aguas es la competencia otorgada al Servicio Agrícola y Ganadero por el artículo 5º transitorio del Código de Aguas.

3.2.1.3 Interacción SAG-CNR-DOH

El Servicio Agrícola y Ganadero en la actualidad ejerce una serie de competencias delegadas por la Resolución CNR N° 328/2000 y sus modificaciones, en materia de colaboración en la administración de los concursos de la Ley N° 18.450, sobre Fomento a la Inversión en Obras Privadas de Riego y Drenaje, y en la fiscalización de las obras relacionadas a tales concursos.

En resumen los roles asignados en la actualidad son los siguientes:

- Inspeccionar las obras durante su ejecución, conjunta o separadamente con la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), en la forma que determine la Comisión Regional de Riego (CRR).
- Efectuar, conjuntamente con la DOH, la inspección final de las obras y proceder a la recepción definitiva, provisional o a su denegación, según corresponda. Suscribir conjuntamente con el Director de la DOH, las

resoluciones que aprueben o denieguen la recepción de las obras y las que declaren el abandono del proyecto.

- Verificar, a petición de la DOH, la acreditación de las inversiones comprometidas en los proyectos construidos.

- Registrar las transferencias de los predios en aquellos casos en que se hubiere instalado elementos y equipos de riego mecánico adquiridos con la bonificación y susceptibles de ser trasladados.

- Autorizar el traslado temporal de los bienes adquiridos con la bonificación fuera del predio o del sistema de regadío.

- Efectuar controles periódicos a los predios o sistemas de regadío en que deban encontrarse las obras, equipos y elementos de riego mecánico y, en caso de infracción, formular las denuncias ante el tribunal competente. Deberá interponer las acciones criminales correspondientes a requerimiento de la Comisión Nacional de Riego.

- Informar a la Comisión Nacional de Riego cuando los proyectos de riego o drenaje sean susceptibles de causar impacto ambiental en cualquiera de sus formas. Además, deberá pronunciarse sobre el cumplimiento de las leyes y decretos relativos a la conservación de especies nativas y otros recursos naturales.

- Proporcionar a la Comisión Nacional de Riego toda la información para el debido cumplimiento de la Ley y su reglamento.

- Velar por los proyectos de riego o drenaje que ingresan a concurso, y su posterior visita a terreno, para confirmar su viabilidad técnica. La información se envía a la Comisión Nacional de Riego.

- Inventariar los equipos y elementos de riego mecánico que sean adquiridos e instalados por los proyectos, durante 10 años.

Sobre este punto cabe señalar al no contar la Comisión Nacional de Riego con presencia nacional, salvo las oficinas regionales en la Cuarta Región y en la Octava Región la colaboración del Servicio Agrícola y Ganadero resulta fundamental para la administración de los concursos de la Ley de Fomento al Riego, en conjunto con las Oficinas Regionales de la Dirección de Obras Hidráulicas. Al participar, distintos servicios que tienen dependencias jerárquicas distintas, cada uno su propio director nacional, sus funciones no están exentas de problemas prácticos al no existir una visión común de las políticas públicas que se desarrollan en este ámbito.

3.2.2 INTERACCIÓN ENTRE USUARIOS E INSTITUCIONES

Según el Diagnóstico denominado “Situación actual de las Organizaciones de Usuarios de Aguas a Nivel Nacional¹”, existen diferentes cualidades de la institucionalidad existente en torno a la administración de los recursos hídricos en

¹ Diagnóstico situación actual de las Organizaciones de Usuarios de Aguas a Nivel Nacional. DGA, S.D.T. N° 102, 1999.

Chile. No obstante, se reconoce que existen problemas detectados respecto a *“superposición y duplicidad en las labores de policía y vigilancia relativas al tema del control de la contaminación [...]. Así también, cabe señalar que en el sector público la aplicación de facultades existentes no es completa por falta de recursos u otras limitaciones (duplicidad, capacidad técnica, etc.)”*.

Lo anterior, coincide con afirmaciones realizadas por diversas organizaciones de usuarios de aguas y consultores en diversos talleres subnacionales y encuentros nacionales. Esto se constata en los estudios denominados “Elaboración de una Metodología de Capacitación y Organización de Comunidades de Aguas” (CNR, 2003); “Desarrollo Territorial” (CNR, 2005) y “Gestión Integrada de Recursos Hídricos” (CNR, 2005). Además, se verifican en las conclusiones del “Encuentro Nacional de Organizaciones de Usuarios de Aguas organizado por el MOP y MINAGRI el año 2004.

Las problemáticas detectadas por los diversos actores se pueden resumir en las siguientes:

- En general las organizaciones de usuarios de aguas poseen un bajo nivel de gestión externa, principalmente a nivel de comunidades de aguas.
- En el caso de las Juntas de Vigilancia y Asociaciones de Canalistas se observan mayores niveles de gestión, pero asociados fundamentalmente al mejoramiento de obras de riego.
- A nivel de gestión interna, diversos diagnósticos realizados por Programas de la CNR indican que el nivel de desarrollo de habilidades de las organizaciones de usuarios de aguas es bajo, entre las cuales se encuentran dificultades de gestión interna (morosidad, desactualización de registros, inadecuado mantenimiento de obras, entre otros)
- Los instrumentos de fomento provenientes de diversas instituciones del Estado, son poco conocidos y generalmente no son articulados en forma integral para resolver problemáticas de gestión de recursos hídricos, por parte de los servicios públicos y las organizaciones de usuarios.
- Existe desconocimiento acabado de la institucionalidad existente, y sus atribuciones, para gestionar los recursos hídricos. Normalmente, sólo se hace referencia preferentemente a servicios ligados al MOP, sin observar la diversidad de instituciones públicas y privadas que influyen directa e indirectamente con la gestión integral del agua en la cuenca.
- Las organizaciones de usuarios de aguas no observan a todas las instituciones relacionadas a la gestión de los recursos hídricos, esto puede provenir de desconocimiento o malas experiencias históricas
- Falta profundizar los conocimientos que poseen diferentes actores públicos respecto a la planificación estratégica del recurso agua.
- Existe desinformación sobre las reales capacidades de articulación pública del instrumento denominado “Plan Director”, y confusión con otras

instancias de gestión tales como Mesa del Agua, Comisiones Regionales, entre otros.

- Salvo casos puntuales, los actores privados no conocen en detalle los planes de intervención territorial.
- muestran directa relación con instituciones de fomento a la infraestructura y asignación de derechos de aguas
- Las organizaciones de usuarios por lo general no señalan vinculación con instituciones del ámbito judicial y ambiental
- 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

A continuación se realiza una revisión de diferentes propuestas que apuntan a mejorar los problemas indicados anteriormente, y que se relacionan a la institucionalidad del manejo del agua a nivel de la cuenca. Es importante mencionar que dichas propuestas han sido elaboradas a partir de diferentes Programas vinculados a la gestión de recursos hídricos y organizaciones de usuarios de aguas en que el experto ha participado. Entre ellas se encuentran los programas:

- Elaboración de una Metodología de Capacitación y Organización de Comunidades de Aguas. CNR, 2003
- Desarrollo Territorial. CNR, 2005
- Gestión Integrada de Recursos Hídricos. CNR, 2005
- Encuentro Nacional de Organizaciones de Usuarios de Aguas organizado por el MOP y MINAGRI el año 2004
- Complementariamente, mediante diversas investigaciones en curso sobre gestión del recurso hídrico, realizadas en la Universidad de Chile y la Universidad Católica del Maule.

3.2.2.1 Mejoramiento de la Gestión Externa de las Organizaciones

Este ámbito apunta al fortalecimiento de la gestión externa de las organizaciones, principalmente en cuanto a su relación con organismos públicos y privados de quienes pueden obtener beneficios para su funcionamiento:

- Generar un sistema de información expedito, pertinente y de actualización periódica que permita a las organizaciones conocer los beneficios y oportunidades que entrega la institucionalidad pública en aspectos tales como: mejoramiento de la infraestructura de captación, conducción y distribución; mejoramiento de la eficiencia de uso del agua en riego principalmente; fomento productivo y elevación de la rentabilidad de las actividades de uso del agua en la cuenca, con énfasis en el sector riego; apoyo en la comercialización de la producción para pequeños usuarios de aguas; fomento de la asociatividad y formas de organizaciones productivas

- Desarrollar y fortalecer mecanismos de contraloría social que permita incorporar la participación de los usuarios tanto en el diseño y decisiones técnicas como en la ejecución y entrega de las obras.
- Potenciar un mercado local de proveedores de servicios para la asistencia a las comunidades coherentes con las necesidades de las organizaciones.
- Mejorar los mecanismos de comunicación de las Juntas de Vigilancia hacia las comunidades.
- Impulsar la actuación de otros usuarios diferentes al agrícola al interior de las organizaciones.

3.2.2.2 Modernización del Manejo de Conflictos Internos de los Usuarios de Aguas

- Impulsar planes de constitución legal de las comunidades de aguas
- Privilegiar el arbitraje de las directivas de las organizaciones de usuarios antes de la concurrencia de los tribunales de justicia.
- Fomentar la difusión de normativas y procedimientos para la regularización en lenguaje adecuado
- Promover procedimientos modernos de cobro de cuotas morosas
- Coordinar autorizaciones de extracción de áridos
- Gestionar procedimiento que disminuya doble inscripción de derechos de aguas

3.2.2.3 Impulso para Enfrentar Exigencias Económicas, Sociales y Ambientales Sobre la Calidad de las Aguas

- Establecer una política de control y regulación de la contaminación del agua
- Fortalecer estrategia de desarrollo de infraestructura de saneamiento rural
- Impulsar mecanismos que mitiguen o prevengan efectos de los residuos sólidos y líquidos provenientes de la agricultura, silvicultura y ganadería
- Favorecer el análisis y control moderno de la calidad de las aguas en cursos naturales y artificiales
- Mejorar coordinación entre servicios públicos, autoridades ambientales, y usuarios de aguas en relación con la calidad objetivo de las aguas superficiales y subterráneas, a nivel de cauces naturales y artificiales
- Fomentar la vigilancia privada de la contaminación de las aguas en la cuenca
- Incentivar a autoridades locales su participación en la vigilancia, control y fomento de actitudes responsables sobre la contaminación de las aguas

3.3 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. El marco legal referido a los derechos de agua se presenta en detalle en el Anexo 3-4.

Basado en la información disponible se tiene la siguiente situación para los derechos superficiales y subterráneos:

Constitución de nuevos derechos de aprovechamiento relativos a aguas superficiales:

Desde el punto de vista técnico en el informe de la Ref. 8 se concluye lo siguiente:

- En la Primera Sección del río Maipo no es posible constituir nuevos derechos consuntivos permanentes
- En la Segunda y Tercera Sección del río Maipo no es posible constituir nuevos derechos consuntivos permanentes, más allá de los comprometidos en esta sección
- A pesar de existir recursos al fin de la Segunda Sección, estos recursos se encuentran comprometidos en la Tercera Sección del río Maipo
- Para el caso de los derechos eventuales, tampoco existe la posibilidad de constituir nuevos derechos consuntivos, dado que ya no hay recursos disponibles al cierre de la cuenca, más allá del expediente ND-0506-3350. Esta línea de corte podría variar si existiera liberación de caudal producto de constituciones de derechos por caudales menores a los indicados en este estudio y/o por denegación de solicitudes
- A pesar de lo descrito anteriormente, aguas abajo de la estación Río Maipo en Cabimbao, el caudal promedio disponible a nivel anual es del orden de $43 \text{ m}^3/\text{s}$ descontado el caudal ecológico del tramo el que asciende a $15,4 \text{ m}^3/\text{s}^2$.

Desde el punto de vista legal, las secciones antes descritas no han sido declaradas como agotadas³, existiendo solamente la declaración de agotamiento para la Primera Sección del Río Mapocho⁴.

² Determinado en estudio Evaluación de los Recursos Hídricos Superficiales en la Cuenca del Río Maipo (2003). Según el artículo 129 bis 1 del Código de Aguas, la DGA velará por la preservación de la naturaleza y protección del medio ambiente, debiendo para ello establecer un caudal ecológico mínimo.

La información respecto del Caudal Ecológico fue corroborada mediante la revisión de distintas Resoluciones que constituyen derechos de aguas en la cuenca.

³ Antecedentes recopilados en el Centro de Documentación de la DGA.

⁴ Declarado a través de la Resolución DGA N° 383 de 1983.

Constitución de nuevos derechos de aprovechamiento relativos a aguas subterráneas: El informe realizado por el Departamento de Administración de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas, titulado “Determinación de la Disponibilidad de Derechos de Aprovechamiento de Aguas Subterráneas en la Cuenca del Río Maipo hasta la Confluencia con el Estero Puangue, de junio del año 2004 indica lo siguiente:

- La determinación del caudal susceptible de otorgarse como derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, hecha sobre la base de la oferta neta sustentable de extraer en el acuífero y de las recargas inducidas por efecto de la explotación de los derechos previstos para riego y de las pérdidas por conducción de los derechos previstos para agua potable, ha permitido determinar los derechos posibles de constituir en los sectores acuíferos de la cuenca del río Maipo hasta la confluencia con el estero Puangue, los que contrastados con la demanda vigente al 1 de marzo de 2004, permite concluir que la oferta de caudal para constituir derechos en los acuíferos de la zona estudiada, sólo permite constituir derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en carácter de definitivos, sin producir perjuicios a derechos de terceros para las solicitudes presentadas hasta la fecha indicada en el Cuadro 3.3-1.

A nivel de la cuenca, actualmente existen a la fecha las siguientes declaraciones de restricción:

- Área de restricción Yali Bajo El Prado⁵
- Área Restricción Maipo: sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común de TilTil, Chacabuco-Polpaico, Lampa, Colina Sur, Santiago Norte, Santiago Central, Chicureo y Colina Inferior⁶;
- Área de restricción para el Acuífero del Mapocho Alto⁶;
- Área de restricción del Acuífero de Chicureo⁷;
- Área de restricción del Acuífero de Colina Inferior⁸;

⁵ Declarada a través de la Resolución DGA N° 293 de 2004.

⁶ Declarada a través de la Resolución DGA N° 286 de 2005.

⁷ Declarada a través de las Resoluciones DGA N° 889, N° 890, ambas de 1999, y N° 62 de 2001.

⁸ Declarada a través de la Resolución DGA N° 540 de 2001.

CUADRO 3.3-1
FECHA DE CORTE CONSTITUCIÓN DE DERECHOS DE AGUA

Sector	Fecha
Tiltil	1 Ene 1998
Chacabuco-Polpaico	1 Jun 1997
Colina Inferior	1 Jun 1997
Lampa	1 Ene 1998
Chicureo	1 Ene 1996
Colina Sur	1 Jul 1998
Mapocho Alto Subsector Las Gualtatas	1 Mar 1994
Mapocho Alto Subsector Lo Barnechea	1 Feb 1994
Mapocho Alto Subsector Vitacura	1 Dic 1993
Santiago Norte	1 Mar 1998
Santiago Central	18 Dic 1998
Santiago Sur *	1 Mar 2004

Fuente: Elaboración Propia

*** Para el caso de Santiago Sur, el sector permite avanzar en la constitución de derechos de aprovechamiento de carácter permanente y definitivos al menos hasta el 1 de marzo de 2004 y en situación de ser estudiada para evaluar su disponibilidad para demandas de agua generadas por solicitudes posteriores a esa fecha”**

3.4 MERCADO DE LOS DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUA

3.4.1 CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN JURÍDICO ECONÓMICO DE LAS AGUAS EN CHILE A PARTIR DEL CÓDIGO DE AGUAS DE 1981

Chile es uno de los países que ha optado por el uso de mercados en la administración de sus recursos hídricos. La asignación por vía del mercado de estos recursos naturales es posible, en parte, gracias a un sistema de derechos de aprovechamiento libremente transferibles establecido en el Código de Aguas de 1981⁹

Históricamente el derecho de aprovechamiento de aguas fue establecido por el Código de Aguas de 1951, el cual lo definió como un derecho real que recae sobre las aguas y consiste en el uso y goce de ellas. Estos derechos se constituyen a través de actos administrativos que constituyen el título concesional. Este régimen de derechos de aprovechamiento de aguas fue modificado intensamente hacia 1967,

⁹ Véase Robert R. Hearne y K. William Easter .”Water Allocation and Water Markets”. World Bank, Washington, D.C., 1995. p. ix

por la entrada en vigencia de la Ley No. 16.640 sobre Reforma Agraria. *“En ese entonces los derechos de aprovechamiento de aguas volvieron a ser derechos administrativos de propiedad del Estado hasta que el Código de Aguas de 1981 refortaleció el concepto de propiedad privada y garantizó la seguridad del derecho al prohibir la expropiación de ellos permitido por la Ley de la Reforma Agraria(...). En este sentido, el último Código de Aguas ha dado el mayor impulso al mercado privado para efectuar una asignación eficiente del recurso”*¹⁰

Con el Código de Aguas de 1981, el legislador optó por un nuevo modelo de asignación de los recursos hídricos que también es reflejo de un modo de pensamiento político económico. A modo de ejemplo, podemos citar al economista Hernán Büchi quien a este respecto señala lo siguiente: *“El debate sobre el aprovechamiento de las aguas es relevante en muchas partes del mundo (...) Los hechos son indesmentibles: el problema va a persistir mientras no se deje funcionar al mercado, para lo cual es fundamental previamente ir al reconocimiento cabal de los derechos de propiedad en el sector y de las reglas del mercado”*¹¹

Para el investigador norteamericano Carl J. Bauer, en 1981 el Estado chileno promulgó una legislación extremadamente liberal (de laissez-faire), que privatizó los derechos de aguas, promovía las fuerzas del libre mercado y los incentivos para el uso del agua, y que redujo drásticamente los poderes regulatorios en la administración del agua. Desde entonces, por dos décadas, el Código de Aguas Chileno ha sido el ejemplo mundial en el enfoque de libre mercado, en virtud del cual los recursos hídricos son vistos como un bien de mercado. Otros países, incluido Estados Unidos, han reconocido variaciones hacia derechos de propiedad privada para el agua, pero ninguno lo ha hecho de una forma tan intensa como Chile. Todo ello en el contexto de los principios económicos reconocidos en la Constitución Política de 1980¹²

En opinión de Bauer los más de veinte años de vigencia del Código de Aguas de Chile tienen mucho que ofrecer en términos de la lección aprendida, tanto desde el punto de vista político como económico, especialmente, a partir de la década de los noventa. Para el citado autor, la última década se caracterizaría por un fuerte desacuerdo respecto de los derechos de aguas y los mercados de aguas. Desde este punto de vista, el debate nacional estaría centrado en los continuos esfuerzos del Gobierno chileno para modificar el Código de Aguas en sus aspectos más liberales (“laissez-faire”). Así, se han propuesto una serie de reformas legislativas para reforzar la capacidad regulatoria en materia de aguas, dirigidas a aumentar la

¹⁰ Ereney Hadjigeorgalis y C. Riquelme “Análisis de los Precios de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas en el Río Cachapoal” Revista Ciencia e Investigación Agraria. Vol.29 N°2, Mayo-Agosto, PUC, Santiago, 2002. p.1

¹¹ Hernán Büchi B.citado por Pablo Jaeger “Legislación y Mercado de Aguas”, Ponencia Seminario Programa Hidrológico Internacional, Mayo 1999.

¹² Carl J. Bauer “Marketing Water, Marketing Reform” Artículo publicado en “Resources For The Future”, Washington, verano 2003, p.13 www.rff.org

intervención pública en la administración de cuencas hidrográficas, en la protección ambiental, en los monopolios privados y la especulación en los derechos de aguas. Parte importante del debate se ha desarrollado en torno a las normas legales que definen los derechos sobre la concesión de aguas y el modo en que las normas ha afectado los incentivos económicos para el uso del agua y su transacción¹³

La profesora norteamericana Ereny Hadjigeorgalis coincide en que el Código de Aguas de 1981 está basado en la lógica del libre mercado. Para esta investigadora, el Código de Aguas Chileno tuvo entre sus objetivos hacer compatible el régimen jurídico de las aguas con la Constitución Política. De tal forma, el énfasis se puso en la seguridad de los derechos de “propiedad” sobre la concesión y en la limitación del papel del Estado. *“El objetivo era incentivar el desarrollo económico del país y reactivar la economía después de la Reforma Agraria, poniendo las restricciones mínimas necesarias sobre los derechos de los agentes privados”*¹⁴

El especialista Pablo Jaeger expresa -en torno al régimen jurídico de las aguas- lo siguiente: *“(…) en sus rasgos principales, podemos caracterizar de la siguiente forma el derecho de aguas chileno: sólido derecho de propiedad sobre los derechos de aprovechamiento, y no sobre el agua misma; plena autonomía privada en el uso y gestión del recurso; gratuidad en la obtención de los derechos de aprovechamiento y durante la permanencia de ellos en el patrimonio particular; inexistencia de preferencias en la constitución del derecho de aprovechamiento, debiendo recurrirse al remate de los mismos cuando haya más de un interesado por las mismas aguas; y, finalmente, escasas atribuciones de la autoridad pública en la gestión y planificación de los recursos hídricos”*¹⁵

Hasta 1981, los particulares tenían derechos de aprovechamiento de aguas ligados a la tierra y a un uso específico. Con la entrada en vigencia del Código de Aguas de 1981, los privados pueden obtener, por vía concesional y en forma gratuita, derechos de aguas libremente ejercibles y transferibles. *“(…)En tal sentido, esta evolución normativa es el resultado de la evidente aplicación de una política de libre mercado, que ha establecido en cuanto a los derechos de aguas no sólo la desvinculación frente a la tierra, sino que estos derechos se han visto recubiertos o protegidos jurídicamente por la legislación”*¹⁶

Con la reforma al Código de Aguas, contenida en la Ley N° 20.017 publicada en el Diario Oficial con fecha 16 de Junio de 2005, el legislador intenta corregir algunos

¹³ Carl J.Bauer. Op cit. p.13

¹⁴ Ereny Hadjigeorgalis “Las Reformas al Código de Aguas de 1981”, Revista Agronomía y Forestal UC, N°16, año 4, Julio 2002. P18

¹⁵ Pablo Jaeger C. “El Innovador Derecho de Aguas Chileno” en Revista del Abogado, Colegio de Abogados de Chile, N° 31, Julio 2004, p.14

¹⁶ Alejandro Vergara B. “ Las Aguas como Bien Público (No Estatal) y lo Privado en el Derecho Chileno: Evolución Legislativa y su Proyecto de Reforma” Revista de Derecho Administrativo Económico, PUC, 2002, N° 1. p. 67

inconvenientes derivados de una “extrema liberalidad” del Código de Aguas de 1981. De esta manera, la reforma introduce normas sobre la conservación y protección de los recursos hídricos, refuerza las atribuciones de la Dirección General de Aguas para tales efectos; crea mecanismos que permitirán a la autoridad tener una mejor información sobre los recursos hídricos (Catastro Público de Aguas) y promueve un mejor funcionamiento del mercado de los derechos de aprovechamiento, a través de instrumentos como la patente por no uso que grava los derechos de aprovechamiento que no están siendo utilizados efectivamente por sus titulares.

3.4.2 CONDICIONES PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN MERCADO DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS

Los economistas Barragán, Crespo, Donoso y Escobar, en su estudio sobre los mercados e instituciones de aguas en Bolivia, expresan que el sistema de mercado implica la introducción de agentes de mercado específicos, que ofrecen a los individuos determinadas posibilidades de transacción. Una forma particular de mercado es el que funciona regido por un sistema de precios. Desde el punto de vista de la racionalidad económica, lo normal será que los agentes económicos elijan las transacciones que maximizan su utilidad¹⁷

En este modelo, el precio de los derechos de aprovechamiento que se determina en el mercado y la posibilidad de transacción de los mismos, colocaría a los titulares en la necesidad de internalizar los costos de oportunidad frente a los usos alternativos de este bien económico. Para estos autores *“(...) al enfrentar un mercado de derechos de aprovechamiento, los usuarios del recurso tienen el incentivo de utilizar solo aquellas cantidades de agua que justifican los costos de oportunidad sociales y reasignar los derechos de aprovechamiento de aquellas cantidades de agua para las cuales los usos alternativos tienen un valor mayor al uso actual”*¹⁸

En la tesis del economista norteamericano Ronald Coase la asignación de mercado de un bien económico es eficiente siempre que existan derechos de “propiedad” bien definidos y costos de transacción iguales o muy cercanos a cero. De esta forma, *“(...)Para llevar a cabo transacciones de mercado es necesario, entre otras cosas, descubrir con quién deseamos transar, informar a la gente que deseamos intercambiar y en qué términos, conducir negociaciones que lleven a un convenio, redactar el contrato, llevar a cabo la inspección necesaria para asegurarnos de que los términos del contrato se observan. Estas operaciones son, a menudo, muy costosas; suficientemente costosas para evitar muchas transacciones que se*

¹⁷ Véase Julio Barragán, Carmen Crespo, Guillermo Donoso y Jairo Escobar “ Mercados e Instituciones de Aguas en Bolivia” Ediciones UDAPE, La Paz, 1998. p. 23.

¹⁸ Julio Barragán, Carmen Crespo, Guillermo Donoso y Jairo Escobar Op. cit 27

*llevarían a cabo en un mundo en el que el sistema de precios funcionase sin costos*¹⁹

Para los autores arriba mencionados, un mercado de competencia perfecta debería satisfacer las siguientes condiciones:

- i) Que los oferentes ofrezcan un bien homogéneo, y los demandantes sean idénticos desde el punto de vista de los oferentes, en el sentido de que no obtienen ninguna ventaja ni desventaja de la transacción con un demandante en particular;
- ii) Que los oferentes y demandantes sean numerosos, y las compras y ventas de cada unidad individual sean pequeñas con relación al volumen agregado de las transacciones;
- iii) Que los oferentes y demandantes posean información perfecta en relación a los precios que prevalecen y traten de sacar ventaja de cualquier oportunidad de incrementar sus beneficios y utilidades, respectivamente; y
- iv) Que exista libertad de ingreso y de salida del mercado en el largo plazo, tanto para oferentes como para demandantes. Si bien pudiera resultar teóricamente posible este modelo, en la práctica se presentan fallas de mercado que provienen de diversos motivos.²⁰

Bauer estima que el mercado de los derechos de aprovechamiento, en el caso chileno, ha sido escasamente operativo debido al escaso número de transacciones, ello a consecuencia de los costos de transacción, derivados de factores de infraestructura y climáticos, jurídicos y administrativos, y aún factores culturales, debido a la tradición de regadío y sequía que hace ver a los recursos hídricos más allá de un “commodity” más.²¹

Para el profesor Guillermo Donoso una de las razones de la relativa inactividad del mercado chileno estarían radicadas en los llamados costos de transacción “inevitables”, esto es, en aquellos costos que no dependen de la infraestructura física de distribución del agua, que estima altos, con relación al valor del agua, que en muchas regiones del país no habría adquirido todavía un valor de escasez importante. Sin perjuicio de lo anterior, en algunas zonas del país los recursos hídricos tendrían un valor de escasez relativa que traería como consecuencia mercados más activos.²²

De acuerdo a Bauer, los mercados de derechos de agua han sido ampliamente confinados al sector agrícola, y agrega que al final de la década de los noventa observadores informados están de acuerdo en que en muchas zonas del país los

¹⁹ Ronald H. Coase “El Problema del Costo Social”, Revista Estudios Públicos N°45, verano, 1991. p 98

²⁰ Véase Julio Barragán, Carmen Crespo, Guillermo Donoso y Jairo Escobar. Op cit.p.23.

²¹ Ibidem.

²² Julio Barragán, Carmen Crespo, Guillermo Donoso y Jairo Escobar . Op cit. p32.

mercados de derechos de aguas han estado inactivos y han tenido un limitado impacto en la eficiencia del uso del agua y en la reasignación de los recursos. Estos resultados se deben a una variedad de fuerzas y costos de transacción. Claramente, el mayor impacto económico del Código de Aguas ha sido el estímulo a la inversión privada debido al aumento de la seguridad jurídica de los derechos de propiedad más allá de la relativa inactividad del mercado del agua en general²³

En un estudio de caso, la Profesora Hadjigeorgalis concluye que “(...)Los derechos de aprovechamiento de aguas no son bienes homogéneos y las distintas características tanto de los derechos como del entorno del mercado en el cual se transan afectarán el valor pagado por ellos”²⁴

La profesora Hadjigeorgalis aclara que, en general, las opiniones sobre el tema del funcionamiento del mercado y particularmente sobre el comportamiento de los precios de los derechos de aguas ha sido escasamente fundamentados en evidencia empírica. En tal sentido, apunta que el mercado de los derechos de aprovechamiento tiene un comportamiento diferente de otros mercados, teniendo presente la naturaleza del bien que transa. Comenta en torno a las críticas al funcionamiento del mercado de derechos de aprovechamiento “(...) muchas veces el mercado de derechos de aprovechamiento de aguas en Chile ha sido criticado y calificado como inexistente por el bajo número de transacciones. En ciertas circunstancias, sin embargo, otras formas de conseguir mayores recursos de agua, tales como la tecnificación de riego o la explotación de agua subterránea, pueden ser más económicos y convenientes que la compra de nuevos derechos de aguas. Si el objetivo del mercado es mejorar la eficiencia en el uso de recursos hídricos, es necesario evaluarlo paralelamente con otros programas del gobierno dirigido a este fin, tales como el programa de subsidios dirigidos a la tecnificación de riego”²⁵

La citada autora agrega la siguiente conclusión en sus estudios “La mantención de un excedente de derechos de aprovechamiento de agua, o compras adicionales, podrían parecer como acaparamiento o un uso no benéfico del agua a los políticos. Sin embargo, esto refleja claramente un comportamiento racional de algunos productores para reducir el riesgo. Dichos derechos proveen un tipo de seguro contra la sequía para los agricultores que enfrentan altos riesgos. Aunque no se les utilizan durante los años con agua abundante o adecuado, estos derechos son críticos durante las temporadas de déficit de agua.”²⁶

Por su parte, el profesor Donoso comenta sobre el funcionamiento del mercado de los derechos de aprovechamiento “ (...) en general del análisis del desempeño del mercado de los derechos de aprovechamiento de aguas se desprende que este

²³ Carl J. Bauer Op cit. p.13-14

²⁴ Ereny Hadjigeorgalis y C. Riquelme. Op cit..p.92

²⁵ Ereny Hadjigeorgalis y C. Riquelme Op cit .p. 98

²⁶ Ereny Hadjigeorgalis “Comerciendo con Incertidumbre: Los Mercados de Agua en la Agricultura Chilena.”. Cuadernos de Economía, Vol 41 (Abril) 2004. p.22

marco jurídico- económico se ha mostrado eficiente desde el punto de vista del fomento a la inversión en proyectos productivos asociados a la explotación de los recursos naturales, lo cual se explica principalmente por la gran seguridad jurídica que otorga la legislación a los derechos de los particulares sobre los derechos de aprovechamiento de aguas(...) No obstante, es importante destacar que la normativa actual y las características de heterogeneidad de los derechos de aprovechamiento han permitido que se generen situaciones monopólicas significativas, violando el supuesto de la competencia y conduciendo a no lograr el objetivo de una asignación óptima del recurso. Esta situación se ha presentado, en parte, por el sistema de asignación inicial establecida en el Código ya que permite otorgar derechos de aprovechamiento de aguas, consuntivo y no consuntivo, sin obligación de usarlos, a perpetuidad y en forma gratuita. Por otra parte, esta distorsión también se ha generado por la baja incidencia de los remates en el proceso de asignación inicial de los derechos de aprovechamiento. Esta situación, permite, en algunos casos, que los agentes económicos generen bloqueos que impiden el acceso a derechos de aprovechamiento en cuencas”²⁷ .

Sobre este mismo punto, Bauer indica “(...) la verdadera lección de la experiencia chilena es que implementar políticas de aguas de libre mercado es mucho más difícil de lo que parece. El problema no es que los mercados de aguas en Chile hayan fracasado, sino que su éxito a menudo ha sido tan exagerado. De hecho, sus resultados han sido disparejos, y probablemente negativos en el caso de los campesinos”²⁸

Los economistas Andrés Gómez –Lobo y Ricardo Paredes opinan en torno a las distorsiones monopólicas y el impacto que podría tener la aplicación de una patente por no uso, como la incorporada al Código de Aguas por la Ley N° 20.017, diciendo *“A pesar de que la patente se aplicaría a un número pequeño de quienes poseen el derecho, éste es muy relevante, pues parte de los derechos no usados están asignados a empresas hidroeléctricas y en particular a Endesa, que dispone de una proporción muy significativa de los derechos sobre los caudales. Específicamente, el proyecto propone una patente anual por el no uso de derechos consuntivos y no consuntivos de ejercicio permanente Se trata de una patente que es creciente en el tiempo, con un pago deducible de impuestos una vez construida la infraestructura para su aprovechamiento.”²⁹*

Mediante la Resolución N° 480 de 07 de enero de 1997, la desaparecida Comisión Resolutiva Antimonopolios, sustituida por el actual Tribunal de Defensa de la Libre Competencia, señaló a propósito del otorgamiento de nuevos derechos de

²⁷ Guillermo Donoso Harris “Mercados de Agua: Estudio del Caso del Código de Aguas de Chile de 1981” PUC, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Santiago, Julio 2003. pp 75-76

²⁸ Carl J. Bauer “ Contra la Corriente, Privatización, Mercados de Agua y el Estado de Chile”, LOM ediciones, Santiago, 2002. p. 16

²⁹ Andrés Gómez –Lobo y Ricardo Paredes “Mercado de Derechos de Agua: Reflexiones sobre el Proyecto de Modificación del Código de Aguas” Revista Estudios Públicos, N° 82 , Otoño 2001.p 84

aprovechamiento de aguas a la generadora eléctrica Endesa S.A. en los siguientes términos: “(...) *En cuanto al fondo de la materia objeto del dictamen a que se refiere la reclamación de Endesa S.A.(...), esta Comisión Resolutiva debe hacer presente que la Comisión Preventiva Central, en el ejercicio de sus funciones de orden consultivo y preventivo que le otorga la ley, emitió su pronunciamiento en respuesta a una consulta específica de la autoridad, en la cual concluyó que sería inconveniente, desde el punto de vista de la legislación de la libre competencia en las actividades económicas, que se concedieran nuevos derechos de agua en beneficio de la recurrente, ya que ello podría generar barreras de entrada en la actividad de la generación hidroeléctrica, con los consiguientes riesgos de eventuales comportamientos monopólicos en dicha actividad*”

Se menciona en algunos estudios como el de Robert Hearne y Guillermo Donos que ENDESA, controla el 59% del total de derechos no consuntivos asignados en el país, y que aquello inhibiría la competencia en el mercado de generación eléctrica.”³⁰

3.4.3 PROBLEMAS RELATIVOS AL FUNCIONAMIENTO DE UN MERCADO DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS:

Siguiendo un trabajo del profesor Guillermo Donoso publicado por la CEPAL (2004)³¹, podemos distinguir dos categorías de problemas asociados al funcionamiento de un mercado de derechos de aprovechamiento de aguas:

- a) Problemas independientes al sistema de mercado.
- b) Problemas dependientes del sistema de mercado.

Los problemas independientes al sistema de mercado son aquellos que afectan la asignación eficiente de los recursos hídricos cualquiera que sea el sistema de asignación, en otros términos, los problemas se presentarán independiente del diseño del mercado.

Los problemas dependientes del sistema de mercado son aquellos que están estrechamente asociados al diseño del sistema.

- a) Problemas independientes al sistema de mercado: entre ellos Donoso menciona los siguientes:

-*Costos de transacción inevitables:* Estos costos son los relativos a los cambios en la infraestructura que debe realizar el nuevo titular y los costos de los trámites de la transferencia. Para este investigador, en la cuenca del

³⁰ Robert Hearne y Guillermo Donoso “Progress of Reform in Chile’s Water Management Institutions”, artículo publicado en Water Policy 7 (2005) IWA publishing, 2005.

³¹ Guillermo Donoso “Chile: estudio del caso del Código de Aguas” en “Mercados (de derechos) de agua: experiencias y propuestas en América del Sur” Varios autores, CEPAL, Santiago, 2004.

Maipo, la infraestructura es rígida (principalmente en lo relativo a las obras de arte tales como los marcos partidores) y su modificación es costosa. Se señala que estos costos de transacción alcanzan alrededor del 10% del valor del derecho en la primera sección del Río Maipo.³²

-Externalidades por una inadecuada definición de los derechos: Dentro de esta categoría se incluyen los problemas derivados de las disminuciones o extinciones de derrames, ya que al transferirse derechos de aprovechamiento de aguas y trasladarse su ejercicio se puede provocar resultados negativos a terceros, caso de los usuarios de aguas abajo en un río. También se incluyen los problemas de indefinición de derechos ejercidos consuetudinariamente. Otra externalidad que puede ocurrir es la degradación de la calidad del agua (contaminación del agua, la sedimentación y el no respeto al caudal ecológico mínimo). La Ley N° 20.017, incorporó al Código de Aguas normas sobre caudal ecológico mínimo para la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas.

-Merms de las aguas subterráneas: Estas merms pueden ocurrir como consecuencia de la sobreexplotación de los acuíferos, tal sobreexplotación se produce cuando existe libre accesibilidad de los recursos hídricos y hay una tasa de extracción por encima de los criterios socialmente óptimos (este fenómeno es conocido como la “tragedia de los comunes”). Los instrumentos legales para precaver estas sobreexplotaciones son las declaraciones de zona de prohibición y de área de protección, cuyas disposiciones están contenidas en el Código de Aguas y reglamentadas por la Resolución DGA N° 341/2005 sobre normas de exploración y explotación de aguas subterráneas.

-Incertidumbre frente a la disponibilidad: Guillermo Donoso señala que en la primera sección del Maipo, “*el lugar de abastecimiento corresponde al río cuyo caudal posee fuertes variaciones durante el año y entre años consecutivos, por lo que es imposible cualquier tipo de previsión para los usuarios con respecto al volumen de agua con que dispondrán en la temporada, ya que este por definición es irregular y no anticipable. Por esta razón, existe un mayor acaparamiento de agua que el necesario por parte de los agricultores quienes no saben con exactitud la oferta de agua disponible, limitando así el funcionamiento del mercado. En las secciones bajas de la cuenca existe un escaso conocimiento de las variaciones de caudal de los canales donde se toman los derechos, por lo que se desconoce su equivalencia en medidas útiles para ser analizados los costos y beneficios de poseer los derechos. Además, **no existe una medida de cuantificación homogénea en toda la sección lo que hace que los derechos de distintos canales sean incomparables y por lo tanto intransables.** Esta última situación no se da en la primera sección del Río Maipo donde la equivalencia de la acción de*

³² Donoso op cit pág.38

*agua es de amplio conocimiento principalmente entre los regantes de la zona(...)", y agrega como comentario "es muy difícil que un mercado funcione correctamente cuando la oferta disponible del bien que se está transando es desconocida"*³³

b) Problemas dependientes del sistema de mercado:

-Falta de información adecuada y oportuna: Para el funcionamiento adecuado de un mercado, como vimos anteriormente, requiere de la existencia de información adecuada para que oferentes y demandantes de un bien, en este caso particular, de derechos de aprovechamiento de aguas, puedan conocer los precios de transacción. En opinión de Donoso en la medida que falta información adecuada hay una percepción del valor asignado al derecho pero no una evidencia del precio lo que dificulta las transacciones. Este problema de falta de información ha sido otros de los motivos para que se modificara el artículo 122 del Código de Aguas, mediante las Leyes N° 20.017 y 20.099, en el sentido de establecer la obligatoriedad del registro de los derechos de aprovechamiento en el Catastro Público de Aguas, con el fin de contar con la información adecuada acerca de la ubicación del punto de captación de los derechos, el caudal expresado en volumen por unidad de tiempo y las características esenciales del derecho.

-Inconsistencia entre los derechos nominales y los derechos que efectivamente se ejercen: Esta situación se presenta particularmente en los casos de los derechos otorgados al amparo de anteriores legislaciones, aquellos derechos consuetudinarios y en algunos casos en relación con los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas. Esta inconsistencia también es una barrera a las transacciones por falta de definición adecuada de los derechos. El mecanismo del perfeccionamiento de los títulos previsto en el Reglamento del Catastro Público de Aguas, puede contribuir a aclarar estas inconsistencias, especialmente, en lo que dice relación con los caudales efectivamente aprovechados en la medida que deben acreditarse conforme a las normas del Código de Aguas y expresarse en medidas por unidad de tiempo, haciendo más fácil su determinación y comparación.

-Costos de transacción evitables: Se refieren a los gastos de preparación de la transacción tales como estudios de títulos, investigaciones de las ofertas, permisos para el traslado del ejercicio de los derechos. La existencia de estos costos se asemeja a un verdadero gravamen a modo de gasto fijo que desincentiva algunas transacciones, sobre todo las pequeñas. Gradualmente, el perfeccionamiento de los títulos para su inscripción en el Catastro Público

³³ Ibidem pág 41

de Aguas puede contribuir a reducir los costos de investigación de las ofertas y reducir los tiempos de tramitación de los permisos.

-Especulación y acaparamiento de los derechos: El problema generalizado del acaparamiento de derechos sin utilización, lo que ha creado de hecho una barrera de entrada para nuevos inversores en proyectos asociados a la utilización de los recursos hídricos ya concedidos. Precisamente, la creación de un costo de alternativa por medio de un impuesto como el de la patente por no uso, tiene por objeto incentivar a que los derechos de aprovechamiento no utilizados sean en algún momento transferidos hacia mejores y más eficiente usos. En el mismo sentido juegan las nuevas disposiciones legales incorporadas por la Ley N° 20.017, relativas a la obligación de justificar el uso de los derechos de aprovechamiento que se solicitan.

-Inadecuada resolución de conflictos: Mecanismos inadecuados de resolución de conflictos pueden desincentivar las transacciones. En la actualidad existen tres vías formales de resolución de conflictos en el sistema del Código de Aguas, una es la vía judicial, mediante el ejercicio de acciones establecidas en el Ordenamiento Jurídico; otra es la vía administrativa, a través de la solicitud de intervención de la autoridad administrativa, la Dirección General de Aguas y finalmente, un mecanismo de escasa aplicación práctica es el arbitraje al interior de las organizaciones de usuarios. Muchos de estos conflictos podrían reducirse si existiera más claridad en los títulos de los derechos de aprovechamiento de aguas, en especial, los provenientes de anteriores legislaciones y expresados en medidas proporcionales no homogéneas.

3.4.4 ESTUDIOS DE ESPECIALISTAS SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DEL MERCADO DE LOS DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS EN LA CUENCA DEL RIO MAIPO

Nuevamente cabe tener presente que, en relación al funcionamiento del mercado de los derechos de aprovechamiento en Chile y, en particular, en la Cuenca del Río Maipo, la información empírica con que se cuenta en general es escasa.

Es posible citar algunos trabajos tales como la investigación titulada “Bases para El Análisis del Mercado de Derechos de Aprovechamiento de Aguas en la Cuenca del Río Maipo” preparado por Marco Alicera, Ernesto Brown y Juan Esteban Doña para las VI Jornadas del Comité Chileno para el Programa Hidrológico Internacional (1999). En este trabajo se reconocen algunas dificultades metodológicas para poder establecer una información más precisa “La primera (dificultad) resulta de la imposibilidad de obtener todos los datos de los derechos, esta situación, más allá de las dificultades que ofreció durante este trabajo, tiene serios efectos sobre la real tenencia y definición de los derechos de aguas. La segunda dificultad resulta de la

imposibilidad de reconocer cuándo una transacción de derechos de aguas se hace ligada o no a la tierra”³⁴

Entre las conclusiones del citado trabajo podemos mencionar las que siguen *“La gran variabilidad de precios acusa poca transparencia en el mercado de esta sección e información asimétrica entre los usuarios. El precio de las acciones no constituye un mecanismo que permita comparar la percepción de escasez de agua de diferentes sectores. No es razonable observar que, si bien existe una gran cantidad de transacciones a bajo precio, no sean las EAP (Empresas de Agua Potable) las que logren concretarlas, en circunstancias que ellas han declarado su permanente disposición a comprar acciones del río. Por este motivo, es difícil suponer que los poseedores de derechos de aguas perciban un costo de oportunidad en la tenencia de estos derechos que los incentive a mejorar las eficiencias de sus usos”* y agregan en cuanto a la utilidad de la información registral del Conservador de Bienes Raíces *“El sistema de propiedad registral está orientado a dar publicidad a la transferencia del dominio y no a los precios en que se cotizan diferentes bienes. Es por ello, que el RPA (Registro de Propiedad de Aguas) no es un medio apropiado para obtener en forma rutinaria el valor que alcanza un determinado derecho. La ausencia de instancias en las que se transen públicamente los derechos de aguas, con un precio informado para todos los posibles participantes y en el que puedan concurrir vendedores y compradores, constituye un importante factor que limita la transacción de derechos y evita la percepción del costo de oportunidad en la tenencia de éstos”*

Cabe también mencionar un estudio presentado por María Angélica Alegría, Fernando Valdés y Adrián Lillo durante las IV Jornadas de Derecho de Aguas organizadas por la Pontificia Universidad Católica de Chile (2001), titulado “El Mercado de Aguas: Análisis Teórico y Empírico”. En esta investigación, los especialistas recogieron información de los Conservadores de Bienes Raíces de San Antonio, de la Serena y de Pozo Al Monte. En el caso de San Antonio se tomaron los datos de la totalidad de las inscripciones practicadas entre 1982 y 2001, que ascendían a 196. Como resultado del análisis obtuvieron que las variaciones de precios para 1 l/s son muy marcadas con un valor promedio de 27,82 UF con un mínimo de 1,97 UF y un máximo de 68,92 UF que corresponden al 7% y a 2.5 veces el promedio, respectivamente³⁵.

En fin respecto de este tema, cabe citar un reciente trabajo de investigación económica, inédito en su clase, desarrollado por Cristián Jordán Díaz, Oscar Melo y Guillermo Donoso, titulado “Análisis del Mercado de Aprovechamiento de Aguas de

³⁴ Marco Alicera, Ernesto Brown y Juan Esteban Doña “Bases para El Análisis del Mercado de Derechos de Aprovechamiento de Aguas en la Cuenca del Río Maipo” VI Jornadas del Comité Chileno para el Programa Hidrológico Internacional, 1999.

³⁵ María Angélica Alegría, Fernando Valdés y Adrián Lillo “El Mercado de Aguas: Análisis Teórico y Empírico”. Actas VI Jornadas de Derecho de Aguas. Revista de Derecho Administrativo Económico, Pontificia Universidad Católica de Chile vol IV Nº 1, Santiago, 2002. pág. 179.

la Primera Sección del Río Maipo, Región Metropolitana: Comportamiento de los Diferentes Agentes Económicos y Variabilidad en Precios”, Departamento de Economía Agraria de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica (2007)³⁶

Según describen estos autores para la elaboración de su trabajo de investigación se utilizaron datos proporcionados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), cuya base de datos contiene transacciones de derechos de aprovechamiento de aguas superficiales consuntivas registradas para la Primera Sección del Río Maipo de los Conservadores de Bienes Raíces de Puente Alto, Paine, Buín y San Bernardo, entre Julio de 1998 y Junio de 2003.

Metodológicamente estos investigadores utilizaron el siguiente procedimiento “A partir de la información base de cada transacción se obtiene el precio por derecho de aprovechamiento transado (UF/acción), por medio del cociente entre el valor total de la transacción y la cantidad de derechos transados. A su vez, se identifican los principales tipos de agentes económicos participantes en el mercado. Éstos son agrupados en cuatro categorías: Agrícola, la cual incluye tanto a personas naturales como empresas agrícolas y/o agroindustriales pertenecientes al sector; Sanitaria, categoría que incluye a las distintas empresas de agua potable participantes en el mercado; Inmobiliario, grupo que incluye a distintas empresas constructoras o inmobiliarias presentes en el área de estudio y Otros, categoría que incluye a cualquier otro tipo de agente económico que no pertenece a ninguna de las otras categorías. Estas cuatro categorías son generadas para compradores y vendedores de derechos de aprovechamiento de agua. Por otro lado, se realiza una categorización geográfica de las transacciones, según la bocatoma de origen de cada una de éstas, de manera de diferenciar distintos mercados de transacciones. Según la información registrada y estudios anteriores (DGA, 2003; Donoso et al., 2003; Alicera et al., 1998), se determinaron las siguientes 9 bocatomas: Canal San Carlos, Asociación Canalistas Unidos de Buin, Asociación Canal de Pirque, Asociación Canales de Maipo, Asociación Canal lo Herrera, Canal Lonquén- La Isla, Canal Huidobro, Canal Eyzaguirre y Otros (en orden correlativo de 1 a 9). Adicionalmente, se incorporó una variable proxy del ingreso para cada sector presente en la base durante el periodo. Para los sectores Agrícola, Inmobiliario y Otros se utilizó el producto interno bruto (PIB) sectorial, obtenido de las bases de datos del Banco Central de Chile, el cual se encuentra en millones de pesos constantes de 1996. Para el sector sanitario se utilizó información del valor accionario de Aguas Andinas S.A., valores que fueron obtenidos a través del sitio web de la Bolsa de Comercio de Santiago. Esta información fue la utilizada en la construcción de las variables de índices de ingreso comprador y vendedor (IC, IV)”.

³⁶ Para los efectos de la referencia se tuvo a la vista un borrador no publicado oficialmente por los autores del citado estudio, pero disponible en http://www.udd.cl/prontus_facultades/site/artic/20070605/pags/20070605095125.html

Los investigadores señalados llegaron a las siguientes conclusiones que se transcriben de su estudio:

“En primer lugar, el mercado de la 1S Maipo (Primera Sección del Río Maipo) presenta una gran variabilidad en los precios y en las cantidades transadas de DAA (derechos de aprovechamiento de aguas). Esta situación se presenta independiente del sector de captura del agua o del agente económico que interviene en la transacción. Lo anterior determina la existencia de una baja profundidad de mercado para el periodo en estudio, sin embargo, se aprecia un crecimiento en el nivel de las transacciones en el tiempo según el incremento en la profundidad de mercado experimentada en relación a los resultados obtenidos por Donoso et al. (2003).

El análisis del sistema de oferta y demanda determina la significancia del agente económico tanto en la oferta, la demanda y el precio equilibrio de cada transacción. Se aprecian diferenciales en precios tanto para compradores y vendedores, donde Agrícola e Inmobiliario pagan menores precios que la categoría Otros como demandantes de DAA, mientras que como oferentes, éstas logran mayores precios. Los resultados de las ecuaciones estructurales muestran variaciones en la actividad del mercado, que depende significativamente según el tipo de agente que interviene en él. Conjuntamente, se aprecia una alta sensibilidad de las cantidades ofertadas y demandadas frente a los precios. Por consiguiente, es posible señalar que para el mercado de DAA de la 1S Maipo la ley del único precio no se cumple, donde los precios responden a las múltiples demandas y ofertas existentes en la 1S Maipo, que dependen del tipo de agente económico participante en la transacción, así como también de la experiencia de éstos en el mercado y las expectativas con respecto al nivel de agua del río, siendo la consecuencia de relaciones entre agentes oferentes y demandantes de agua, más que el equilibrio entre la oferta y demanda agregada.

En este contexto, Agrícola se muestra como el principal agente económico que interviene en el mercado. Este no se comporta como un mercado perfecto, en el cual de acuerdo a los resultados obtenidos, donde no se aprecia una reasignación del recurso hídrico desde sectores que en teoría poseen una baja valoración del recurso, como Agrícola, hacia sectores de alta valoración, como Sanitaria, debido a que los DAA son un insumo fundamental para la producción agrícola y son vistos, dado la no caducidad de éstos, como un activo de producción.

3.4.5 ANTECEDENTES ESPECÍFICOS MERCADO DEL AGUA CUENCA DEL RIO MAIPO

Con respecto al mercado del agua, el estudio de la Ref. 1 establece que "...la cuenca del Maipo presenta un nivel de actividad significativo, con un promedio de 472 transacciones anuales en el período entre julio 1998 y septiembre 2006, con un monto anual promedio cercano a las UF 400 mil. Como resultado del análisis del número de transacciones entre 1999 y 2005, se obtiene una tendencia creciente en

el tiempo, en cambio, el monto total presenta una tendencia más bien decreciente, con importantes fluctuaciones anuales. Ello implica menor monto por transacción, lo que posiblemente se relaciona con parcelaciones que incluyen derechos de agua. El número de transacciones del período fue de 3.543 con un monto total transado de UF 2.993.298. De este total el 50% corresponden a la 1ª sección del río Maipo". En el Cuadro 3.4.5-1 se presenta un resumen con las transacciones para el sistema subterráneo, y en el Cuadro 3.4.5-2 para el sistema superficial.

CUADRO 3.4.5-1
TRANSACCIONES POR FUENTE, INSCRITAS ENTRE
JULIO 1998 Y SEPTIEMBRE 2006
SISTEMA SUBTERRÁNEO

Fuente	Transacciones	Caudal Transado (L/s)	Monto (UF)	Precio Unitario (UF/L/s)
Acuífero Colina Sur	357	4.050,44	932.831	230,30
Acuífero del Puangue	5	284,00	11.762	41,42
Acuífero Maipo Bajo	7	60,60	998	16,47
Acuífero Maipo Sur	13	365,65	9.076	24,82
Acuífero Mapocho Alto	26	112,32	9.127	81,25
Acuífero Mapocho Bajo	32	43,10	3.963	91,94
Acuífero Polpaico Chacabuco	41	978,65	101.310	103,52
Acuífero Santiago Central	29	610,35	32.932	53,96
Acuífero Santiago Norte	99	1.983,61	172.260	86,84
Acuífero Santiago Sur	9	82,11	11.542	140,56
Acuífero Til Til	23	284,77	33.806	118,71
Total	641	8.855,6	1.319.607	149,01

Fuente: Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

Al analizar los resultados contenidos en los Cuadros 3.4.5-1 y 3.4.5-2 se observa que en promedio el costo del agua subterránea se mueve en el intervalo [11%,155%] con respecto al valor promedio. Por otra parte, la dispersión de los valores para el agua superficial presentan un rango de variación muchísimo mas amplio: [3%,446%]. Lo anterior muestra que en el caso del agua subterránea el mercado está tendiendo hacia un equilibrio mas global en que el valor del agua en un sector es un buen referente para otro. Por otra parte, en el caso del agua superficial esto no se da ya que la variación es tan amplia que no es posible establecer en forma fehaciente el valor del agua, lo que hace que este mercado trabaje en forma ineficiente.

Por otra parte, se tiene la información contenida en el 4º Estudio tarifario de la Empresa Aguas Andinas, en la que se calcula el Valor del Agua Cruda (VAC) como una manera de evaluar los costos necesarios para satisfacer las demandas de agua que debe cumplir como parte de su negocio. Esta información se presenta en el Cuadro 3.4.5-3.

**CUADRO 3.4.5-2
TRANSACCIONES POR FUENTE, INSCRITAS ENTRE
JULIO 1998 Y SEPTIEMBRE 2006
SISTEMA SUPERFICIAL**

Fuente	Transacciones	Caudal Transado (Acc)	Monto (UF)	Precio Unitario (UF/Acc.)
Angostura	24	493,81	3.091	6,26
Arrayán	12	5,41	1.239	229,11
Colina	7	3,53	1.086	307,44
Maipo1	1.987	1.769,91	1.347.504	761,34
Maipo2	60	150,81	10.129	67,17
Maipo3	403	3.232,26	118.371	36,62
Maipo S/I	4	199,82	4.208	21,06
Mapocho 1	49	25,67	22.375	871,69
Mapocho 2	101	145,58	41.917	287,94
Mapocho 3	2	0,69	28	40,22
Mapocho 4	35	875,03	15.273	17,45
Mapocho 5	78	596,41	59.903	100,44
Mapocho Estero Agua Fría	28	417,17	750	1,80
Mapocho S/I	3	0,67	465	690,63
Mapocho Quebrada Macul	47	7,54	5.195	688,67
Mapocho Zanjón de la Aguada	12	219,09	7.866	35,90
S/I	50	424,96	34.293	80,70
Total	2.902	8.568,36	1.673.693	195,33

Fuente: Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

**CUADRO 3.4.5-3
VALOR DEL AGUA CRUDA
AGUAS ANDINAS
2000-2005**

Indicadores	Agua Superficial (UF/acción)	Aguas Subterráneas (UF/L/s)			
		Colina Sur	Chacabuco-Polpaico	Santiago Central	Til-Til
VAC	1.354,0 *	94,9	78,2	47,1	78,2
N	658	63	13	16	17
σ	8.128	454	232	110	271

*: No hace distinción entre la fuente del agua superficial considerada para el análisis

Fuente: 4º Proceso Tarifario Aguas Andinas

A modo de comparación se presenta el Cuadro 3.4.5-4 en el que se resumen los costos reportados en ambos estudios para las zonas comunes. Al comparar las cifras se verifica que la variabilidad en el precio hace muy complejo evaluar el costo real del agua, lo que incide en que el mercado funcione aún más erráticamente. Esto también se ve afectado ya que no se conoce las transacciones que efectivamente se están usando. En todo caso, el proceso aplicado por Aguas Andinas está estandarizado por la SISS de manera que se obtengan valores equivalentes para cada una de las empresas sanitarias que operan en el país. Por lo que el valor puede usarse como un referente válido a la hora de establecer una primera aproximación al valor del agua cruda.

**CUADRO 3.4.5-4
COMPARACIÓN COSTOS MERCADO DE AGUAS**

		Conic-Bf-DGA 2007	Aguas Andinas
Agua Superficial Río Maipo (UF/acción)	1ª Sección	761,3	1.354,0
	2ª Sección	67,2	
	3ª Sección	36,6	
Acuífero Colina-Sur (UF/L/s)		230,3	94,9
Acuífero Chacabuco Polpaico (UF/L/s)		103,5	78,2
Acuífero Santiago Central (UF/L/s)		54,0	47,1
Til-Til (UF/L/s)		118,7	78,2

Fuente: Elaboración Propia

3. 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.

3.1 MARCO INSTITUCIONAL

3.1.1 GENERALIDADES

El marco institucional de la cuenca del río Maipo puede ser analizado desde dos grandes perspectivas: institucionalidad normativa, e institucionalidad orgánica. Para los efectos de este análisis, por una parte, entendemos como institucionalidad normativa el conjunto de normas jurídicas que son aplicables a las acciones del Estado y de los particulares del territorio de la cuenca. A su turno, la institucionalidad orgánica 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.

3.1.2 INSTITUCIONALIDAD NORMATIVA

Entendida como el conjunto de normas jurídicas que regulan las actividades del Estado y de los particulares, cabe mencionar las fuentes jurídicas que componen esta institucionalidad en un orden decreciente desde las normas de mayor jerarquía legal a las de menor jerarquía:

- i. Normas contenidas en La Constitución Política de La República (Derecho de Propiedad)
- ii. Código de Aguas y las modificaciones introducidas por las Leyes 20.017 y 20.099
- iii. Jurisprudencia Administrativa (concepto de disponibilidad)
- iv. Normativa Ambiental Vigente

3.1.2.1 Normas Contenidas en la Constitución Política de La República

La carta fundamental del Ordenamiento jurídico chileno consagra el derecho de propiedad sobre los derechos de aprovechamiento de aguas en el artículo 19 N° 24 inciso final, en los siguientes términos:

“Los derechos de los particulares sobre las aguas reconocidos o constituidos en conformidad a la ley, otorgarían a sus titulares la propiedad sobre ellos”

La citada disposición fue tomada del Decreto Ley N° 2603 de 1979, que modificó el Acta Constitucional N° 3 de 1976.

En la historia del establecimiento de la norma relativa al derecho de propiedad sobre los derechos de agua, se dejó constancia acerca de la motivación para consagrar esta disposición a nivel constitucional: *“El espíritu de la subcomisión ha sido elevar de rango el derecho de aprovechamiento otorgándole el carácter de un derecho de propiedad consagrado en la Constitución y quitándole el carácter de mera concesión administrativa”* (Intervención del Señor José María Eyzaguirre García de la Huerta, Sesión 183, Comisión de Estudios de la Nueva Constitución (1980).

3.1.2.2 Código de Aguas y Sus Modificaciones

En el nivel siguiente de jerarquía, la fuente legal es el actual Código de Aguas, aprobado mediante Decreto con Fuerza de Ley N° 1122 de 13 de Agosto de 1981, el que ha sido modificado tras una prolongada tramitación legislativa por las Leyes números 20.017 y 20.099. La Ley N° 20.017 fue publicada en el Diario Oficial con fecha 26 de Junio de 2005 y la Ley N° 20.099, fue publicada en el Diario Oficial con fecha 15 de Junio de 2006. La tramitación legislativa del proyecto de ley de modificación del Código de Aguas, fue iniciado mediante Mensaje del Ejecutivo N° 283/325 de 02 de diciembre de 1992. El mensaje propuso originalmente al H. Congreso Nacional cuatro grupos de normas contenidas en el proyecto:

- Normas sobre recuperación de la condición de bien nacional de uso público del agua, la justificación de su necesidad y su uso obligatorio
- Normas sobre conservación y protección de las aguas y cauces
- Normas sobre administración integrada de cuencas y perfeccionamiento de organizaciones de usuarios
- Normas relacionadas con aspectos regionales

Finalmente el proyecto fue aprobado como Ley N° 20.017, introducidas una serie de indicaciones-tanto del Ejecutivo como de los parlamentarios- presentadas a lo largo de su larga tramitación.

Las principales modificaciones al Código de Aguas que introdujeron las leyes números 20.017 y 20.099 son:

- **Establecimiento de una Patente por No Uso de los Derechos de Aprovechamiento:** Se establecen obligaciones económicas por el no ejercicio de los derechos de agua, incluyendo cobros diferenciados por regiones y tiempo. Se incluyen también normas para las excepciones al pago de patentes

- **Nuevo Requisito en las Solicitudes de Derechos de Aprovechamiento Relativo a Expresar la Cantidad de Agua que Necesita Extraer y el Uso que se le Dará:** Se establece la necesidad de incluir el uso deseado del agua a extraer
- **Renuncia al Derecho de Aprovechamiento de Aguas:** Se establecen las normas para renunciar a un derecho de agua legalmente establecido
- **Modificación Relativa al Catastro Público de Aguas, Artículo 122 del Código de Aguas:** Se indican las materias a contener en el catastro
- **Consagración a Nivel Legal del Concepto de Caudal Ecológico Mínimo:** Se define legalmente este concepto y su forma de cálculo
- **Reconocimiento de la Relación Existente entre Aguas Superficiales y Aguas Subterráneas:** Se establece legalmente la intrínseca relación entre aguas superficiales y subterráneas
- **En Materia de Aguas Subterráneas se Reconoce la Preferencia para el Otorgamiento de Nuevos Derechos de Aprovechamiento:** Esto se refiere a la preferencia dada a personas con un permiso de exploración
- **Nueva Potestad de la Dirección General de Aguas Para Declarar de Oficio Área de Restricción en Acuíferos:** La Dirección General de Aguas tiene la facultad de decretar una zona acuífera como agotados, si técnicamente se puede probar que no hay recursos disponibles
- **Reconocimiento de Personalidad Jurídica a las Comunidades de Aguas Organizadas Conforme al Código de Aguas:** Se refiere a la forma en que estas organizaciones deben estar registradas
- **Redefinición del Objeto de las Juntas de Vigilancia:** Modifica atribuciones de las Juntas de Vigilancia
- **Modificación a las Normas Juntas de Vigilancia para Facilitar su Constitución:** Modifica legislación para constituir las Juntas de Vigilancia
- **Reforzamiento de las Normas de Policía y Vigilancia de los Cauces Naturales de Uso Público:**
- **Normas Transitorias Relativas a la Regularización de Aguas Subterráneas Contenidas en las Leyes 20.017 y 20.099:** Incluye un conjunto de normas transitorias incluyendo regularización de derechos subterráneos

Para una mejor comprensión, se presenta un completo detalle de las modificaciones al Código de Aguas en el Anexo 3-1.

3.1.2.3 Jurisprudencia Administrativa (Concepto de Disponibilidad)

La determinación de la disponibilidad de aguas para la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento, es una materia técnica de competencia de la Dirección General de Aguas.

El procedimiento para el establecimiento de la disponibilidad de aguas se encuentra reglamentado en el Manual de Normas y Procedimientos para la Administración de recursos hídricos, aprobado mediante Resolución DGA N° 1503/2003.

Sin perjuicio de lo anterior, cabe tener en consideración, la reciente jurisprudencia de la Contraloría General de la República en torno a la determinación de la disponibilidad de los recursos hídricos para los efectos de su otorgamiento, expresada en el Dictamen N° 38064 de fecha 18 de Agosto de 2006. En este dictamen se establece que debe distinguirse entre la existencia y la disponibilidad de las aguas subterráneas. La existencia, se verifica en el alumbramiento que realiza cada interesado en su captación individual. Por otra parte, la disponibilidad es algo que debe establecer el organismo respectivo de la Administración, mediante los estudios y mecanismos correspondientes.

3.1.2.4 Normativa Ambiental Vigente

Las normas ambientales constituyen un instrumento de gestión ambiental cuyo aporte resulta relevante a la hora de dar cumplimiento y velar por la garantía constitucional de vivir en un ambiente libre de contaminación.

La normativa ambiental vigente, pertinente al presente estudio, y su relación con él, corresponde a:

- Ley 19.300, Ley de Bases Generales del Medio Ambiente, de 1994, la que fue modificada por la Ley 20.173 de 2007.

Es el marco legal de protección al medio ambiente que abarca temáticas relacionadas con instrumentos de gestión, normas de calidad y emisión, áreas silvestres protegidas, planes de prevención y descontaminación, entre otros;

- Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. D.S. 95 de 2001, Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.
Establece las disposiciones por las cuales se regirá el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental y la Participación de la Comunidad, de conformidad con los preceptos de la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente. Para mayor detalle, se incluyen en el Anexo 3-2 las características de aquellas obras de infraestructura para el aprovechamiento de los recursos hídricos que se deben someter al SEIA

- Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad y Emisión. D.S. 93 de 1995, Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República. Se sujetarán al reglamento el procedimiento para la dictación de normas de calidad ambiental primarias y secundarias, y el procedimiento y los criterios para la revisión de dichas normas.
- Reglamento sobre Planes de Prevención y Descontaminación. D.S. 94 de 1995, Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.

Las normas de emisión con relación al estudio son:

- Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales. D.S. 90 de 2000, Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.
- Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado. D.s. 609 de 2002, Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.
- Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas. D.S. 46 de 2002, Ministerio Secretaría General de la Presidencia de la República.

3.1.3 INSTITUCIONALIDAD ORGÁNICA

Debe hacerse una clara diferencia entre instituciones públicas e instituciones privadas envueltas en el manejo del agua. El siguiente listado presenta en forma resumida las atribuciones de estas instituciones (ver Anexo 3-3 para un mayor detalle de las atribuciones de las instituciones mencionadas):

Nivel Público

- **Dirección General de Aguas del MOP (DGA): Es la institución nacional rectora en materias de aguas.** Las principales atribuciones son *planificar el desarrollo del recurso en las fuentes naturales, con el fin de formular recomendaciones para su aprovechamiento; constituir derechos de agua; investigar y medir el recurso; mantener y operar la red hidrométrica nacional; ejercer la policía y vigilancia de las aguas en los cauces naturales de uso público; y supervigilar el funcionamiento de las organizaciones de usuarios*
- **Presidente de la República:** En materias hídricas el (o la) presidente(a) puede fijar caudales ecológicos, reservar recursos para el aprovechamiento de la población, constituir derechos, aprobar estatutos de las asociaciones de canalistas

- **Dirección de Obras Hidráulicas del MOP (DOH):** Corresponden a la DOH, entre otras competencias, la planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y explotación de obras de riego que se realicen con fondos fiscales. La planificación, estudio, proyección, construcción, reparación, mantención y mejoramiento de la red primaria de evacuación y drenaje de aguas lluvias. El estudio, proyección, construcción y reparación del abovedamiento de los canales de regadío que corren por los sectores urbanos de las poblaciones, siempre que dichos canales hayan estado en uso con anterioridad a la fecha en que la zona por donde atraviesan haya sido declarada dentro del radio urbano y que dichas obras se construyan con fondos fiscales o aportes de las respectivas municipalidades. Por otra parte, participa en los proyectos de construcción de instalaciones para dotar de agua potable a las localidades rurales
- **Departamento de Obras Fluviales del MOP (DOF):** A esta repartición le corresponde la realización del estudio, proyección, construcción, mejoramiento, defensa, reparación, conservación y señalización de los caminos, puentes rurales y sus obras complementarias que se ejecuten con fondos fiscales o con aporte del Estado y que no correspondan a otros Servicios de la Dirección General de Obras Públicas. Por otra parte, la conservación y reparación de las obras entregadas en concesión, serán de cargo de los concesionarios
- **Secretaría Ejecutiva de Medio Ambiente y Territorio dependiente de la Dirección General de Obras Públicas del MOP (SEMAT):** La labor de la SEMAT es apoyar la administración de las políticas ambientales ministeriales en el ámbito de las obras de infraestructura. Lo anterior implica incorporar a lo largo del proceso de producción de obras de infraestructura, metodologías, procedimientos y sistemas destinados a proveer a los responsables de su ejecución de las herramientas necesarias que permitan la obtención de los resultados deseados. A nivel regional, estas políticas son desarrolladas por la UGAT (Unidad Gestión Ambiental y Territorial)
- **Dirección de Planeamiento del MOP (DIRPLAN):** Coordinar y proponer para la resolución del Ministro, la planificación, coordinación general y prioridad del plan general de estudios, proyectos y ejecución de las obras, de acuerdo con las necesidades del país, los programas gubernativos y los planes de los distintos servicios y empresas, cuyos objetivos deben conformarse con los Planes Nacionales de Desarrollo, los Planes Regionales y los Planes Reguladores e Intercomunales
- **Gobierno Regional Metropolitano (GORE):** Aprobar los planes regionales de desarrollo urbano, los planes reguladores metropolitanos e intercomunales, y los planes reguladores comunales y seccionales

- **Servicio Agrícola y Ganadero (SAG):** Efectuar los estudios y elaborar las estadísticas que sean necesarias. En el cumplimiento de esta función podrá realizar estudios y catastros específicos para conocer la magnitud y estado de los recursos naturales renovables del ámbito agropecuario y establecer normas técnicas para los estudios de la carta nacional de suelos
- **Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP):** La misión institucional del INDAP es promover y fomentar el desarrollo y la consolidación de la agricultura familiar campesina, a través de lo cual se busca contribuir al abatimiento de la pobreza rural, al logro de un desarrollo productivo sustentable y a una modernización del mundo rural
- **Corporación Nacional Forestal (CONAF):** La CONAF tiene como principal tarea administrar la política forestal de Chile y fomentar el desarrollo del sector
- **Comisión Nacional de Riego (CNR):** Planificar, estudiar y elaborar proyectos integrales de riego. Adicionalmente, la CNR tiene facultades para fomentar el riego (Ley 18.450)
- **Servicios de Salud (SNS):** El compromiso de los seis Servicios de Salud Metropolitanos es contribuir a mejorar la calidad de vida de la población de la Región Metropolitana, garantizando servicios integrales de salud relativos a las personas y al ambiente
- **Comisión Nacional de Energía (CNE):** Su función es elaborar y coordinar los planes, políticas y normas necesarias para el buen funcionamiento y desarrollo del sector energético nacional (Política Energética), velar por su cumplimiento y asesorar a los organismos de Gobierno en todas aquellas materias relacionadas con la energía
- **Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA):** Administrar el sistema de evaluación de impacto ambiental a nivel nacional, coordinar el proceso de generación de las normas de calidad ambiental y determinar los programas para su cumplimiento
- **Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS):** Fiscalización de los prestadores de servicios sanitarios, cumplimiento de las normas relativas a servicios sanitarios, y el control de los residuos líquidos industriales
- **Centro de Información de Recursos Naturales-CORFO (CIREN):** CIREN es una institución que proporciona información de recursos naturales renovables y principalmente de clima, recursos hídricos, suelos, frutícolas, forestales y división de la propiedad rural, articulándose hacia los requerimientos de los

servicios de MINAGRI, con especial énfasis en el aporte al desarrollo territorial sustentable del país

- **Dirección Meteorológica de Chile (DMC):** La DMC es el organismo responsable del quehacer meteorológico en el país, y cuyo propósito es satisfacer las necesidades de información y previsión meteorológica de todas las actividades nacionales.
- **Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada (SHOA):** La misión principal del SHOA es proporcionar los elementos técnicos y de seguridad a la navegación en el mar territorial y alta mar contigua al territorio nacional, vías fluviales y lacustres
- **Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREL):** La acción del MINREL se relaciona con las aguas internacionales (mar), y recursos hídricos compartidos o aguas fronterizas
- **Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR):** El accionar del SERNATUR se relaciona con el uso de las aguas para fines turísticos y de recreación
- **Consejo de Defensa del Estado (CDE):** Le corresponde interponer en representación del Estado, la acción de reparación de daño ambiental, el que se entiende como toda pérdida, disminución, detrimento o menoscabo significativo inferido al medioambiente o a uno o más de sus componentes

Nivel Privado

- **Juntas de Vigilancia:** Estas organizaciones están formadas por personas naturales o jurídicas y las organizaciones de usuarios que en cualquier forma aprovechen aguas superficiales o subterráneas de una misma cuenca u hoyo hidrográfica. De acuerdo a información facilitada por la Dirección Regional de Aguas, en la cuenca existen 5 de estas organizaciones, según se presenta en el Cuadro 3.1.3-1.

CUADRO 3.1.3-1
LISTADO JUNTAS DE VIGILANCIA EXISTENTES
CUENCA DEL RÍO MAIPO

Nº	Código Expediente	Nombre Organización de Usuarios
1	NJ-1305-1++	DEL RIO MAPOCHO ULTIMA SECCION
2	NJ-1305-3	DEL ESTERO PUANGUE SEGUNDA SECCION
3	NJ-1306-1++	DE LA PRIMERA SECCION DEL RIO MAPOCHO
4	NJ-1306-2++	COMUNEROS DE LA ACEQUIA DEL PUEBLO DE LAMPA
5	NJ-1306-3++	RIO MAIPO PRIMERA SECCION

Fuente: Dirección Regional de Aguas Región Metropolitana

- **Comunidades de Agua:** Si dos o más personas tienen derechos de aprovechamiento en las aguas de un mismo canal, embalse, o aprovechan las aguas de un mismo acuífero, podrán reglamentar la comunidad que *existe como consecuencia de este hecho*. De acuerdo a información facilitada por la Dirección Regional de Aguas, en la cuenca existen 78 de estas organizaciones, según se presenta en el Cuadro 3.1.3-2.

CUADRO 3.1.3-2
LISTADO COMUNIDADES DE AGUA EXISTENTES
CUENCA DEL RÍO MAIPO

Nº	Código Expediente	Nombre Organización de Usuarios
1	NC-1301-367	EX FUNDO REINA SUR DE COLINA
2	NC-1301-368	POZO UNO EL MONASTERIO
3	NC-1301-370	HACIENDA HUECHUN
4	NC-1301-371	DE PUNTA DE PEUCO
5	NC-1302-39	CLARILLO LO ARCAYA
6	NC-1302-75	CONDominio LAS TORTOLAS
7	NC-1302-82	EL MANZANO
8	NC-1302-84	EL MANZANO ORIENTE
9	NC-1302-85	COMUNERO O SAN JOSE
10	NC-1302-86	MORENINO
11	NC-1302-95	EL ANIL
12	NC-1302-96	RIO EL INGENIO
13	NC-1302-97	COMUNIDADES DE AGUAS EST. EL TORO, VERT. EL
14	NC-1302-98++	SAN BENJAMIN DE PIRQUE
15	NC-1302-99	SAN ALFONSO
16	NC-1302-100	DEL CRISTO
17	NC-1302-101	LAS CUCAS
18	NC-1302-102	MELOCOTON ALTO
19	NC-1302-103	MAURINO

CUADRO 3.1.3-2
LISTADO COMUNIDADES DE AGUA EXISTENTES
CUENCA DEL RÍO MAIPO
(Continuación)

Nº	Código Expediente	Nombre Organización de Usuarios
20	NC-1302-104	EL PRINCIPAL DE PIRQUE NUMERO DOS RIO MAIPO
21	NC-1302-105	PRINCIPAL DE PIRQUE
22	NC-1302-106	LA CALCHONA MELOCOTON BAJO
23	NC-1303-24	MARCO SIETE CANAL QUINTA
24	NC-1303-28	HUERTOS FAMILIARES DE LINDEROS
25	NC-1303-32	COMUNIDADES DE AGUAS SANTA VICTORIA DE VILUCO
26	NC-1303-82	CANAL TOMA C. DEL ESTERO DEL INCA O ESCORIAL
27	NC-1303-84	COMUNIDAD NUEVO HORIZONTE
28	NC-1303-85++	COMUNIDAD SAN RAFAEL
29	NC-1303-86	PARCELAS EL DIAMANTE
30	NC-1303-87	HACIENDA CHADA
31	NC-1303-88	COMUNIDADES DE AGUAS CANAL HOSPITAL
32	NC-1303-89	MARCO SIETE PUNTO UNO DEL CANAL SANTA RITA
33	NC-1303-91	PAULA JARAQUEMADA
34	NC-1303-92	SAN JORGE
35	NC-1303-93++	AGUILA NORTE
36	NC-1303-94++	COMUNIDADES DE AGUA CANAL AGUILA SUR
37	NC-1303-95	EL RECURSO DE BUIN
38	NC-1303-96	SANTA TERESA DE TANGO
39	NC-1303-97	HUERTOS FAMILIARES VALDIVIA DE PAINE
40	NC-1303-98	CANAL COMUNERO ITURRIAGA GERSTLE
41	NC-1303-99	FLORA INFANTE
42	NC-1303-100	TANGUITO
43	NC-1303-101	COLONIA DE PAINE
44	NC-1303-102	LOS COPIHUES
45	NC-1303-103	COMUNIDADES DE AGUAS CANAL LA HERMITA
46	NC-1304-51	SAN LUIS
47	NC-1304-82++	PEÑAFLORES
48	NC-1304-83	SAN JOSE DE NALTAHUA
49	NC-1304-84++	SANTA ROSA DE CHENA
50	NC-1304-85	LOS PINOS DE OLIVETO
51	NC-1304-86	DEL TRONCO COMUN CHINIHUE Y CHACÓN
52	NC-1304-87	NALTAHUA
53	NC-1304-88	EL CANELO DE ISLA DE MAIPO
54	NC-13005-78	CANAL EL GALLO
55	NC-1305-79++	MARIA PINTO
56	NC-1305-80	POZO EL ESPINAL
57	NC-1305-81	CULIPRAN
58	NC-1305-82	CHOROMBO
59	NC-1305-83++	PICANO DEL MAIPO
60	NC-1305-84	LAS PALMAS DE IBACACHE
61	NC-1305-85	SAN JOSE DE NALTAHUA
62	NC-1305-86	OVALLE

CUADRO 3.1.3-2
LISTADO COMUNIDADES DE AGUA EXISTENTES
CUENCA DEL RÍO MAIPO
(Continuación)

Nº	Código Expediente	Nombre Organización de Usuarios
63	NC-1305-87	EL ROSARIO
64	NC-1305-88	SANTA RITA
65	NC-1305-89++	LAS MERCEDES BAJO DE MARIA PINTO
66	NC-1305-90	SANTA EMILIA
67	NC-1305-91++	HUECHUN
68	NC-1305-92	LA HIGUERA
69	NC-1306-68	DERIVADO PUDAHUEL
70	NC-1306-69	EX FUNDO SAN LUIS DE COLINA
71	NC-1306-70	DE LA HIJUELA CINCO DEL EX FUNDO EL DESCANSO
72	NC-1306-87	ALTO LA ESPERANZA
73	NC-1306-88	LA DEHESA
74	NC-1306-89	VILLA LAS ROSAS DE LA GRANJA
75	NC-1306-90	PUEBLO DE QUILICURA
76	NC-1306-91	AGUA DEL MEDIO SANTA SOFIA DE LO CAÑA
77	NC-1306-92++	MAPUCHE
78	NC-1306-93	LA VIRGEN O EL DURAZNO SANTA SOFIA DE LO CAÑA

Fuente: Dirección Regional de Aguas Región Metropolitana

- **Asociaciones de Canalistas:** Si dos o más personas tienen derechos de aprovechamiento en las aguas de un mismo canal, embalse, o aprovechan las aguas de un mismo acuífero, podrán reglamentar la comunidad que *existe como consecuencia de este hecho, constituirse en asociación de canalistas o en cualquier tipo de sociedad*. De acuerdo a información facilitada por la Dirección Regional de Aguas, en la cuenca existen 51 de estas organizaciones, según se presenta en el Cuadro 3.1.3-3.

CUADRO 3.1.3-3
LISTADO ASOCIACIONES DE CANALISTAS EXISTENTES
CUENCA DEL RÍO MAIPO

Nº	Código Expediente	Nombre Organización de Usuarios
1	NA-1301-1	REINA NORTE DE COLINA
2	NA-1301-2	DEL PUEBLO DE COLINA
3	NA-1301-6	CANALISTAS LICANCHEU
4	NA-1301-9++	DEL EMBALSE RUNGUE
5	NA-1301-10	ESMERALDA DE COLINA
6	NA-1302-1	CANALISTAS DE LA PINTANA
7	NA-1302-2	DEL CANAL DE PIRQUE
8	NA-1303-1	CANAL VINCULO
9	NA-1303-2	LAS CASA DE PUDAHUEL
10	NA-1303-3	AGUILINO
11	NA-1303-6	CANALES LONQUEN Y LA ISLA
12	NA-1304-3	CANAL ZANARTU
13	NA-1304-5	DEL CANAL DE LO AGUIRRE
14	NA-1305-20	PUANGUE
15	NA-1305-22	CANAL CHOLQUI
16	NA-1305-23	DEL CANAL SAN DIEGO
17	NA-1306-1	CANAL LO CURRO
18	NA-1306-2	CANAL CONCHALI UNIFICADO
19	NA-1306-3	REGADIO MECANICO EL NOVICIADO
20	NA-1306-4	CANAL DE MALLARAUCO
21	NA-1306-5	CANAL SAN MIGUEL
22	NA-1306-6	DE ALMAHUE
23	NA-1306-7	CANAL CARMEN ALTO
24	NA-1306-8	CANALES UNIDOS DE BUIN
25	NA-1306-9	JUAN ANTONIO RIOS EL NOVICIADO- PUDAHUEL
26	NA-1306-10	CANALISTAS DE LA ISLA NEGRA
27	NA-1306-11	CANAL PAICO
28	NA-1306-12	DE LA HERMITA
29	NA-1306-13	PUCALAN
30	NA-1306-14	SANTA ANA
31	NA-1306-16++	CANAL ROMERO
32	NA-1306-17	HUIDOBRO
33	NA-1306-18	LO FONTECILLA
34	NA-1306-26++	CANAL SANTA CRUZ
35	NA-1306-30	CANAL BAJO DE LA ESPERANZA
36	NA-1306-31	CANAL SANTA ROSA DE CHENA HIJUELA A
37	NA-1306-32	CANAL TREBULCO
38	NA-1306-51	CANAL VITACURA
39	NA-1306-52	EX FUNDO SANTA ANA DE CHENA
40	NA-1306-56	SAN LUIS O QUINAHUINO
41	NA-1306-57	CANAL COCALAN
42	NA-1306-59	LO HERRERA
43	NA-1306-60	CANAL COMUN SAN JOAQUIN

CUADRO 3.1.3-3
LISTADO ASOCIACIONES DE CANALISTAS EXISTENTES
CUENCA DEL RÍO MAIPO
(Continuación)

Nº	Código Expediente	Nombre Organización de Usuarios
44	NA-1306-61	DEL CANAL EL ARRAYAN
45	NA-1306-62++	CANAL DEL CARMEN
46	NA-1306-64	CANAL Nº 2 ALTO LA REINA
47	NA-1306-65	DEL RIO COLINA
48	NA-1306-66	CANAL CASTILLO
49	NA-1306-67	EL ROMERAL
50	NA-1306-68	CANAL VILLA LOS DOMINICOS
51	NA-1306-69	CANAL LA CANOA

Fuente: Dirección Regional de Aguas Región Metropolitana

- **Otras Organizaciones Sin Mayor Información:** De acuerdo a información facilitada por la Dirección Regional de Aguas, en la cuenca existen 36 organizaciones para las que no se cuenta con mayor información, con excepción del nombre, según se presenta en el Cuadro 3.1.3-4.

CUADRO 3.1.3-4
LISTADO DE ORGANIZACIONES SIN INFORMACIÓN EXISTENTES
CUENCA DEL RÍO MAIPO

Nº	Nombre Organización de Usuarios
1	ASOCIACION CANAL UNIDOS
2	ASOCIACION CANALES DE MAIPO, C. SANTA CRUZ
3	ASOCIACION CANALES DE MAIPO, C. ESPEJO
4	ASOCIACION CANALES DE MAIPO, C. OCHAGAVIA
5	ASOCIACION CANALES DE MAIPO, C. CALERA.
6	ASOCIACION CANALES DE MAIPO, SAN VICENTE
7	ASOCIACION. SOCIEDAD CANAL MAIPO
8	ASOCIACION CANALISTAS CANAL RENCA
9	ASOCIACION CANALISTAS CANAL INDEPENDENCIA
10	ASOCIACION CANALISTAS CANAL MANSEL
11	ASOCIACION CANALISTAS CANAL CHOCALAN
12	ASOCIACION CANALISTAS CANAL CODIGUA- MOLINO
13	COMUNIDAD CANAL SANTA RITA
14	ASOCIACION CANALISTAS CANAL MARGARITA
15	COMUNIDAD CANAL RINCONADA (en información)
16	COMUNIDAD CANAL LOMA BLANCA
17	ASOCIACION CANALISTAS CANAL EL GUINDO

CUADRO 3.1.3-4
LISTADO DE ORGANIZACIONES SIN INFORMACIÓN EXISTENTES
CUENCA DEL RÍO MAIPO

Nº	Nombre Organización de Usuarios
18	ASOCIACION CANALISTAS CANAL EL ALBA
19	ASOCIACION CANALISTAS CANAL CASTILLO CHICO
20	ASOCIACION CANALISTAS CANAL LO AGUIRRE
21	ASOCIACION CANALISTAS CHACABUCO POLPAICO
22	ASOCIACION CANALISTAS CANAL LA POZA
23	ASOCIACION CANALISTAS CANAL AGUAS CLARAS
24	ASOCIACION CANALISTAS CANAL ORTUZANO
25	ASOCIACION CANALISTAS CANAL LO HERMIDA
26	ASOCIACION CANALISTAS CANAL LAS VEGAS
27	ASOCIACION CANALISTAS CANAL LAS CADENAS
28	ASOCIACION CANALISTAS CANAL REINA MEDIA
29	ASOCIACION CANALISTAS CANAL LA ISLITA
30	ASOCIACION CANALISTAS CANAL RECREO
31	ASOCIACION CANALISTAS CANAL CASTILLO
32	ASOCIACION CANALISTAS CANAL NOVILLO MUERTO
33	ASOCIACION CANALISTAS RIO ANGOSTURA
34	JUNTA DE VIGILANCIA RIO PEUCO
35	JUNTA DE VIGILANCIA ESTERO ARRAYAN
36	JUNTA DE VIGILANCIA RIO MAPOCHO 1ª SECCION

Fuente: Dirección Regional de Aguas Región Metropolitana

- **Empresas Usuarias Privadas:** Los privados hacen uso de sus aguas de acuerdo a sus derechos concedidos, ya sean permanentes o eventuales. Los principales usuarios del agua son las empresas sanitarias, hidroeléctricas, mineras, papeleras, y acuícolas

3.2 PROBLEMÁTICA INTERINSTITUCIONAL

El presente acápite busca entregar 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

3.2.1 INTERACCIÓN ENTRE INSTITUCIONES

3.2.1.1 Interacción DGA-CONAMA

En el diseño institucional del país, existen dos organismos que tienen competencia en la administración del recurso hídrico, la Dirección General de Aguas y la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA):

- La Dirección General de Aguas tiene varias funciones relativas a la administración del agua: a) formulación de políticas de los recursos hídricos; b) planificación de los recursos hídricos; c) monitoreo de los cuerpos de agua y uso de los mismos.
- La Comisión Nacional del Medio Ambiente por su parte, en el marco de las competencias otorgadas por la Ley N° 19.300 sobre Bases del Medio ambiente, tiene como función la coordinación de las políticas y estrategias definidas por el Gobierno en materia de recursos hídricos. Lo anterior, sin perjuicio de sus funciones en materia de evaluación de impacto ambiental, la coordinación en la generación de normas de calidad ambiental y la proposición de políticas ambientales al Gobierno.

3.2.1.2 Interacción SAG-DGA

En lo que respecta a los derechos de agua, se tiene Quizás una de las funciones más importantes en materia de determinación derechos de aprovechamiento de aguas es la competencia otorgada al Servicio Agrícola y Ganadero por el artículo 5º transitorio del Código de Aguas.

3.2.1.3 Interacción SAG-CNR-DOH

El Servicio Agrícola y Ganadero en la actualidad ejerce una serie de competencias delegadas por la Resolución CNR N° 328/2000 y sus modificaciones, en materia de colaboración en la administración de los concursos de la Ley N° 18.450, sobre Fomento a la Inversión en Obras Privadas de Riego y Drenaje, y en la fiscalización de las obras relacionadas a tales concursos.

En resumen los roles asignados en la actualidad son los siguientes:

- Inspeccionar las obras durante su ejecución, conjunta o separadamente con la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), en la forma que determine la Comisión Regional de Riego (CRR).
- Efectuar, conjuntamente con la DOH, la inspección final de las obras y proceder a la recepción definitiva, provisional o a su denegación, según corresponda. Suscribir conjuntamente con el Director de la DOH, las

resoluciones que aprueben o denieguen la recepción de las obras y las que declaren el abandono del proyecto.

- Verificar, a petición de la DOH, la acreditación de las inversiones comprometidas en los proyectos construidos.

- Registrar las transferencias de los predios en aquellos casos en que se hubiere instalado elementos y equipos de riego mecánico adquiridos con la bonificación y susceptibles de ser trasladados.

- Autorizar el traslado temporal de los bienes adquiridos con la bonificación fuera del predio o del sistema de regadío.

- Efectuar controles periódicos a los predios o sistemas de regadío en que deban encontrarse las obras, equipos y elementos de riego mecánico y, en caso de infracción, formular las denuncias ante el tribunal competente. Deberá interponer las acciones criminales correspondientes a requerimiento de la Comisión Nacional de Riego.

- Informar a la Comisión Nacional de Riego cuando los proyectos de riego o drenaje sean susceptibles de causar impacto ambiental en cualquiera de sus formas. Además, deberá pronunciarse sobre el cumplimiento de las leyes y decretos relativos a la conservación de especies nativas y otros recursos naturales.

- Proporcionar a la Comisión Nacional de Riego toda la información para el debido cumplimiento de la Ley y su reglamento.

- Velar por los proyectos de riego o drenaje que ingresan a concurso, y su posterior visita a terreno, para confirmar su viabilidad técnica. La información se envía a la Comisión Nacional de Riego.

- Inventariar los equipos y elementos de riego mecánico que sean adquiridos e instalados por los proyectos, durante 10 años.

Sobre este punto cabe señalar al no contar la Comisión Nacional de Riego con presencia nacional, salvo las oficinas regionales en la Cuarta Región y en la Octava Región la colaboración del Servicio Agrícola y Ganadero resulta fundamental para la administración de los concursos de la Ley de Fomento al Riego, en conjunto con las Oficinas Regionales de la Dirección de Obras Hidráulicas. Al participar, distintos servicios que tienen dependencias jerárquicas distintas, cada uno su propio director nacional, sus funciones no están exentas de problemas prácticos al no existir una visión común de las políticas públicas que se desarrollan en este ámbito.

3.2.2 INTERACCIÓN ENTRE USUARIOS E INSTITUCIONES

Según el Diagnóstico denominado “Situación actual de las Organizaciones de Usuarios de Aguas a Nivel Nacional¹”, existen diferentes cualidades de la institucionalidad existente en torno a la administración de los recursos hídricos en

¹ Diagnóstico situación actual de las Organizaciones de Usuarios de Aguas a Nivel Nacional. DGA, S.D.T. N° 102, 1999.

Chile. No obstante, se reconoce que existen problemas detectados respecto a *“superposición y duplicidad en las labores de policía y vigilancia relativas al tema del control de la contaminación [...]. Así también, cabe señalar que en el sector público la aplicación de facultades existentes no es completa por falta de recursos u otras limitaciones (duplicidad, capacidad técnica, etc.)”*.

Lo anterior, coincide con afirmaciones realizadas por diversas organizaciones de usuarios de aguas y consultores en diversos talleres subnacionales y encuentros nacionales. Esto se constata en los estudios denominados “Elaboración de una Metodología de Capacitación y Organización de Comunidades de Aguas” (CNR, 2003); “Desarrollo Territorial” (CNR, 2005) y “Gestión Integrada de Recursos Hídricos” (CNR, 2005). Además, se verifican en las conclusiones del “Encuentro Nacional de Organizaciones de Usuarios de Aguas organizado por el MOP y MINAGRI el año 2004.

Las problemáticas detectadas por los diversos actores se pueden resumir en las siguientes:

- En general las organizaciones de usuarios de aguas poseen un bajo nivel de gestión externa, principalmente a nivel de comunidades de aguas.
- En el caso de las Juntas de Vigilancia y Asociaciones de Canalistas se observan mayores niveles de gestión, pero asociados fundamentalmente al mejoramiento de obras de riego.
- A nivel de gestión interna, diversos diagnósticos realizados por Programas de la CNR indican que el nivel de desarrollo de habilidades de las organizaciones de usuarios de aguas es bajo, entre las cuales se encuentran dificultades de gestión interna (morosidad, desactualización de registros, inadecuado mantenimiento de obras, entre otros)
- Los instrumentos de fomento provenientes de diversas instituciones del Estado, son poco conocidos y generalmente no son articulados en forma integral para resolver problemáticas de gestión de recursos hídricos, por parte de los servicios públicos y las organizaciones de usuarios.
- Existe desconocimiento acabado de la institucionalidad existente, y sus atribuciones, para gestionar los recursos hídricos. Normalmente, sólo se hace referencia preferentemente a servicios ligados al MOP, sin observar la diversidad de instituciones públicas y privadas que influyen directa e indirectamente con la gestión integral del agua en la cuenca.
- Las organizaciones de usuarios de aguas no observan a todas las instituciones relacionadas a la gestión de los recursos hídricos, esto puede provenir de desconocimiento o malas experiencias históricas
- Falta profundizar los conocimientos que poseen diferentes actores públicos respecto a la planificación estratégica del recurso agua.
- Existe desinformación sobre las reales capacidades de articulación pública del instrumento denominado “Plan Director”, y confusión con otras

instancias de gestión tales como Mesa del Agua, Comisiones Regionales, entre otros.

- Salvo casos puntuales, los actores privados no conocen en detalle los planes de intervención territorial.
- muestran directa relación con instituciones de fomento a la infraestructura y asignación de derechos de aguas
- Las organizaciones de usuarios por lo general no señalan vinculación con instituciones del ámbito judicial y ambiental
- 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

A continuación se realiza una revisión de diferentes propuestas que apuntan a mejorar los problemas indicados anteriormente, y que se relacionan a la institucionalidad del manejo del agua a nivel de la cuenca. Es importante mencionar que dichas propuestas han sido elaboradas a partir de diferentes Programas vinculados a la gestión de recursos hídricos y organizaciones de usuarios de aguas en que el experto ha participado. Entre ellas se encuentran los programas:

- Elaboración de una Metodología de Capacitación y Organización de Comunidades de Aguas. CNR, 2003
- Desarrollo Territorial. CNR, 2005
- Gestión Integrada de Recursos Hídricos. CNR, 2005
- Encuentro Nacional de Organizaciones de Usuarios de Aguas organizado por el MOP y MINAGRI el año 2004
- Complementariamente, mediante diversas investigaciones en curso sobre gestión del recurso hídrico, realizadas en la Universidad de Chile y la Universidad Católica del Maule.

3.2.2.1 Mejoramiento de la Gestión Externa de las Organizaciones

Este ámbito apunta al fortalecimiento de la gestión externa de las organizaciones, principalmente en cuanto a su relación con organismos públicos y privados de quienes pueden obtener beneficios para su funcionamiento:

- Generar un sistema de información expedito, pertinente y de actualización periódica que permita a las organizaciones conocer los beneficios y oportunidades que entrega la institucionalidad pública en aspectos tales como: mejoramiento de la infraestructura de captación, conducción y distribución; mejoramiento de la eficiencia de uso del agua en riego principalmente; fomento productivo y elevación de la rentabilidad de las actividades de uso del agua en la cuenca, con énfasis en el sector riego; apoyo en la comercialización de la producción para pequeños usuarios de aguas; fomento de la asociatividad y formas de organizaciones productivas

- Desarrollar y fortalecer mecanismos de contraloría social que permita incorporar la participación de los usuarios tanto en el diseño y decisiones técnicas como en la ejecución y entrega de las obras.
- Potenciar un mercado local de proveedores de servicios para la asistencia a las comunidades coherentes con las necesidades de las organizaciones.
- Mejorar los mecanismos de comunicación de las Juntas de Vigilancia hacia las comunidades.
- Impulsar la actuación de otros usuarios diferentes al agrícola al interior de las organizaciones.

3.2.2.2 Modernización del Manejo de Conflictos Internos de los Usuarios de Aguas

- Impulsar planes de constitución legal de las comunidades de aguas
- Privilegiar el arbitraje de las directivas de las organizaciones de usuarios antes de la concurrencia de los tribunales de justicia.
- Fomentar la difusión de normativas y procedimientos para la regularización en lenguaje adecuado
- Promover procedimientos modernos de cobro de cuotas morosas
- Coordinar autorizaciones de extracción de áridos
- Gestionar procedimiento que disminuya doble inscripción de derechos de aguas

3.2.2.3 Impulso para Enfrentar Exigencias Económicas, Sociales y Ambientales Sobre la Calidad de las Aguas

- Establecer una política de control y regulación de la contaminación del agua
- Fortalecer estrategia de desarrollo de infraestructura de saneamiento rural
- Impulsar mecanismos que mitiguen o prevengan efectos de los residuos sólidos y líquidos provenientes de la agricultura, silvicultura y ganadería
- Favorecer el análisis y control moderno de la calidad de las aguas en cursos naturales y artificiales
- Mejorar coordinación entre servicios públicos, autoridades ambientales, y usuarios de aguas en relación con la calidad objetivo de las aguas superficiales y subterráneas, a nivel de cauces naturales y artificiales
- Fomentar la vigilancia privada de la contaminación de las aguas en la cuenca
- Incentivar a autoridades locales su participación en la vigilancia, control y fomento de actitudes responsables sobre la contaminación de las aguas

3.3 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. El marco legal referido a los derechos de agua se presenta en detalle en el Anexo 3-4.

Basado en la información disponible se tiene la siguiente situación para los derechos superficiales y subterráneos:

Constitución de nuevos derechos de aprovechamiento relativos a aguas superficiales:

Desde el punto de vista técnico en el informe de la Ref. 8 se concluye lo siguiente:

- En la Primera Sección del río Maipo no es posible constituir nuevos derechos consuntivos permanentes
- En la Segunda y Tercera Sección del río Maipo no es posible constituir nuevos derechos consuntivos permanentes, más allá de los comprometidos en esta sección
- A pesar de existir recursos al fin de la Segunda Sección, estos recursos se encuentran comprometidos en la Tercera Sección del río Maipo
- Para el caso de los derechos eventuales, tampoco existe la posibilidad de constituir nuevos derechos consuntivos, dado que ya no hay recursos disponibles al cierre de la cuenca, más allá del expediente ND-0506-3350. Esta línea de corte podría variar si existiera liberación de caudal producto de constituciones de derechos por caudales menores a los indicados en este estudio y/o por denegación de solicitudes
- A pesar de lo descrito anteriormente, aguas abajo de la estación Río Maipo en Cabimbao, el caudal promedio disponible a nivel anual es del orden de $43 \text{ m}^3/\text{s}$ descontado el caudal ecológico del tramo el que asciende a $15,4 \text{ m}^3/\text{s}^2$.

Desde el punto de vista legal, las secciones antes descritas no han sido declaradas como agotadas³, existiendo solamente la declaración de agotamiento para la Primera Sección del Río Mapocho⁴.

² Determinado en estudio Evaluación de los Recursos Hídricos Superficiales en la Cuenca del Río Maipo (2003). Según el artículo 129 bis 1 del Código de Aguas, la DGA velará por la preservación de la naturaleza y protección del medio ambiente, debiendo para ello establecer un caudal ecológico mínimo.

La información respecto del Caudal Ecológico fue corroborada mediante la revisión de distintas Resoluciones que constituyen derechos de aguas en la cuenca.

³ Antecedentes recopilados en el Centro de Documentación de la DGA.

⁴ Declarado a través de la Resolución DGA N° 383 de 1983.

Constitución de nuevos derechos de aprovechamiento relativos a aguas subterráneas: El informe realizado por el Departamento de Administración de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas, titulado “Determinación de la Disponibilidad de Derechos de Aprovechamiento de Aguas Subterráneas en la Cuenca del Río Maipo hasta la Confluencia con el Estero Puangue, de junio del año 2004 indica lo siguiente:

- La determinación del caudal susceptible de otorgarse como derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas, hecha sobre la base de la oferta neta sustentable de extraer en el acuífero y de las recargas inducidas por efecto de la explotación de los derechos previstos para riego y de las pérdidas por conducción de los derechos previstos para agua potable, ha permitido determinar los derechos posibles de constituir en los sectores acuíferos de la cuenca del río Maipo hasta la confluencia con el estero Puangue, los que contrastados con la demanda vigente al 1 de marzo de 2004, permite concluir que la oferta de caudal para constituir derechos en los acuíferos de la zona estudiada, sólo permite constituir derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en carácter de definitivos, sin producir perjuicios a derechos de terceros para las solicitudes presentadas hasta la fecha indicada en el Cuadro 3.3-1.

A nivel de la cuenca, actualmente existen a la fecha las siguientes declaraciones de restricción:

- Área de restricción Yali Bajo El Prado⁵
- Área Restricción Maipo: sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común de TilTil, Chacabuco-Polpaico, Lampa, Colina Sur, Santiago Norte, Santiago Central, Chicureo y Colina Inferior⁶;
- Área de restricción para el Acuífero del Mapocho Alto⁶;
- Área de restricción del Acuífero de Chicureo⁷;
- Área de restricción del Acuífero de Colina Inferior⁸;

⁵ Declarada a través de la Resolución DGA N° 293 de 2004.

⁶ Declarada a través de la Resolución DGA N° 286 de 2005.

⁷ Declarada a través de las Resoluciones DGA N° 889, N° 890, ambas de 1999, y N° 62 de 2001.

⁸ Declarada a través de la Resolución DGA N° 540 de 2001.

CUADRO 3.3-1
FECHA DE CORTE CONSTITUCIÓN DE DERECHOS DE AGUA

Sector	Fecha
Tiltil	1 Ene 1998
Chacabuco-Polpaico	1 Jun 1997
Colina Inferior	1 Jun 1997
Lampa	1 Ene 1998
Chicureo	1 Ene 1996
Colina Sur	1 Jul 1998
Mapocho Alto Subsector Las Gualtatas	1 Mar 1994
Mapocho Alto Subsector Lo Barnechea	1 Feb 1994
Mapocho Alto Subsector Vitacura	1 Dic 1993
Santiago Norte	1 Mar 1998
Santiago Central	18 Dic 1998
Santiago Sur *	1 Mar 2004

Fuente: Elaboración Propia

*** Para el caso de Santiago Sur, el sector permite avanzar en la constitución de derechos de aprovechamiento de carácter permanente y definitivos al menos hasta el 1 de marzo de 2004 y en situación de ser estudiada para evaluar su disponibilidad para demandas de agua generadas por solicitudes posteriores a esa fecha”**

3.4 MERCADO DE LOS DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUA

3.4.1 CARACTERIZACIÓN DEL RÉGIMEN JURÍDICO ECONÓMICO DE LAS AGUAS EN CHILE A PARTIR DEL CÓDIGO DE AGUAS DE 1981

Chile es uno de los países que ha optado por el uso de mercados en la administración de sus recursos hídricos. La asignación por vía del mercado de estos recursos naturales es posible, en parte, gracias a un sistema de derechos de aprovechamiento libremente transferibles establecido en el Código de Aguas de 1981⁹

Históricamente el derecho de aprovechamiento de aguas fue establecido por el Código de Aguas de 1951, el cual lo definió como un derecho real que recae sobre las aguas y consiste en el uso y goce de ellas. Estos derechos se constituyen a través de actos administrativos que constituyen el título concesional. Este régimen de derechos de aprovechamiento de aguas fue modificado intensamente hacia 1967,

⁹ Véase Robert R. Hearne y K. William Easter .”Water Allocation and Water Markets”. World Bank, Washington, D.C., 1995. p. ix

por la entrada en vigencia de la Ley No. 16.640 sobre Reforma Agraria. *“En ese entonces los derechos de aprovechamiento de aguas volvieron a ser derechos administrativos de propiedad del Estado hasta que el Código de Aguas de 1981 refortaleció el concepto de propiedad privada y garantizó la seguridad del derecho al prohibir la expropiación de ellos permitido por la Ley de la Reforma Agraria(...). En este sentido, el último Código de Aguas ha dado el mayor impulso al mercado privado para efectuar una asignación eficiente del recurso”*¹⁰

Con el Código de Aguas de 1981, el legislador optó por un nuevo modelo de asignación de los recursos hídricos que también es reflejo de un modo de pensamiento político económico. A modo de ejemplo, podemos citar al economista Hernán Büchi quien a este respecto señala lo siguiente: *“El debate sobre el aprovechamiento de las aguas es relevante en muchas partes del mundo (...) Los hechos son indesmentibles: el problema va a persistir mientras no se deje funcionar al mercado, para lo cual es fundamental previamente ir al reconocimiento cabal de los derechos de propiedad en el sector y de las reglas del mercado”*¹¹

Para el investigador norteamericano Carl J. Bauer, en 1981 el Estado chileno promulgó una legislación extremadamente liberal (de laissez-faire), que privatizó los derechos de aguas, promovía las fuerzas del libre mercado y los incentivos para el uso del agua, y que redujo drásticamente los poderes regulatorios en la administración del agua. Desde entonces, por dos décadas, el Código de Aguas Chileno ha sido el ejemplo mundial en el enfoque de libre mercado, en virtud del cual los recursos hídricos son vistos como un bien de mercado. Otros países, incluido Estados Unidos, han reconocido variaciones hacia derechos de propiedad privada para el agua, pero ninguno lo ha hecho de una forma tan intensa como Chile. Todo ello en el contexto de los principios económicos reconocidos en la Constitución Política de 1980¹²

En opinión de Bauer los más de veinte años de vigencia del Código de Aguas de Chile tienen mucho que ofrecer en términos de la lección aprendida, tanto desde el punto de vista político como económico, especialmente, a partir de la década de los noventa. Para el citado autor, la última década se caracterizaría por un fuerte desacuerdo respecto de los derechos de aguas y los mercados de aguas. Desde este punto de vista, el debate nacional estaría centrado en los continuos esfuerzos del Gobierno chileno para modificar el Código de Aguas en sus aspectos más liberales (“laissez-faire”). Así, se han propuesto una serie de reformas legislativas para reforzar la capacidad regulatoria en materia de aguas, dirigidas a aumentar la

¹⁰ Erenay Hadjigeorgalis y C. Riquelme “Análisis de los Precios de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas en el Río Cachapoal” Revista Ciencia e Investigación Agraria. Vol.29 N°2, Mayo-Agosto, PUC, Santiago, 2002. p.1

¹¹ Hernán Büchi B.citado por Pablo Jaeger “Legislación y Mercado de Aguas”, Ponencia Seminario Programa Hidrológico Internacional, Mayo 1999.

¹² Carl J. Bauer “Marketing Water, Marketing Reform” Artículo publicado en “Resources For The Future”, Washington, verano 2003, p.13 www.rff.org

intervención pública en la administración de cuencas hidrográficas, en la protección ambiental, en los monopolios privados y la especulación en los derechos de aguas. Parte importante del debate se ha desarrollado en torno a las normas legales que definen los derechos sobre la concesión de aguas y el modo en que las normas ha afectado los incentivos económicos para el uso del agua y su transacción¹³

La profesora norteamericana Ereny Hadjigeorgalis coincide en que el Código de Aguas de 1981 está basado en la lógica del libre mercado. Para esta investigadora, el Código de Aguas Chileno tuvo entre sus objetivos hacer compatible el régimen jurídico de las aguas con la Constitución Política. De tal forma, el énfasis se puso en la seguridad de los derechos de “propiedad” sobre la concesión y en la limitación del papel del Estado. *“El objetivo era incentivar el desarrollo económico del país y reactivar la economía después de la Reforma Agraria, poniendo las restricciones mínimas necesarias sobre los derechos de los agentes privados”*¹⁴

El especialista Pablo Jaeger expresa -en torno al régimen jurídico de las aguas- lo siguiente: *“(...) en sus rasgos principales, podemos caracterizar de la siguiente forma el derecho de aguas chileno: sólido derecho de propiedad sobre los derechos de aprovechamiento, y no sobre el agua misma; plena autonomía privada en el uso y gestión del recurso; gratuidad en la obtención de los derechos de aprovechamiento y durante la permanencia de ellos en el patrimonio particular; inexistencia de preferencias en la constitución del derecho de aprovechamiento, debiendo recurrirse al remate de los mismos cuando haya más de un interesado por las mismas aguas; y, finalmente, escasas atribuciones de la autoridad pública en la gestión y planificación de los recursos hídricos”*¹⁵

Hasta 1981, los particulares tenían derechos de aprovechamiento de aguas ligados a la tierra y a un uso específico. Con la entrada en vigencia del Código de Aguas de 1981, los privados pueden obtener, por vía concesional y en forma gratuita, derechos de aguas libremente ejercibles y transferibles. *“(...)En tal sentido, esta evolución normativa es el resultado de la evidente aplicación de una política de libre mercado, que ha establecido en cuanto a los derechos de aguas no sólo la desvinculación frente a la tierra, sino que estos derechos se han visto recubiertos o protegidos jurídicamente por la legislación”*¹⁶

Con la reforma al Código de Aguas, contenida en la Ley N° 20.017 publicada en el Diario Oficial con fecha 16 de Junio de 2005, el legislador intenta corregir algunos

¹³ Carl J. Bauer. Op cit. p.13

¹⁴ Ereny Hadjigeorgalis “Las Reformas al Código de Aguas de 1981”, Revista Agronomía y Forestal UC, N°16, año 4, Julio 2002. P18

¹⁵ Pablo Jaeger C. “El Innovador Derecho de Aguas Chileno” en Revista del Abogado, Colegio de Abogados de Chile, N° 31, Julio 2004, p.14

¹⁶ Alejandro Vergara B. “ Las Aguas como Bien Público (No Estatal) y lo Privado en el Derecho Chileno: Evolución Legislativa y su Proyecto de Reforma” Revista de Derecho Administrativo Económico, PUC, 2002, N° 1. p. 67

inconvenientes derivados de una “extrema liberalidad” del Código de Aguas de 1981. De esta manera, la reforma introduce normas sobre la conservación y protección de los recursos hídricos, refuerza las atribuciones de la Dirección General de Aguas para tales efectos; crea mecanismos que permitirán a la autoridad tener una mejor información sobre los recursos hídricos (Catastro Público de Aguas) y promueve un mejor funcionamiento del mercado de los derechos de aprovechamiento, a través de instrumentos como la patente por no uso que grava los derechos de aprovechamiento que no están siendo utilizados efectivamente por sus titulares.

3.4.2 CONDICIONES PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN MERCADO DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS

Los economistas Barragán, Crespo, Donoso y Escobar, en su estudio sobre los mercados e instituciones de aguas en Bolivia, expresan que el sistema de mercado implica la introducción de agentes de mercado específicos, que ofrecen a los individuos determinadas posibilidades de transacción. Una forma particular de mercado es el que funciona regido por un sistema de precios. Desde el punto de vista de la racionalidad económica, lo normal será que los agentes económicos elijan las transacciones que maximizan su utilidad¹⁷

En este modelo, el precio de los derechos de aprovechamiento que se determina en el mercado y la posibilidad de transacción de los mismos, colocaría a los titulares en la necesidad de internalizar los costos de oportunidad frente a los usos alternativos de este bien económico. Para estos autores *“(...) al enfrentar un mercado de derechos de aprovechamiento, los usuarios del recurso tienen el incentivo de utilizar solo aquellas cantidades de agua que justifican los costos de oportunidad sociales y reasignar los derechos de aprovechamiento de aquellas cantidades de agua para las cuales los usos alternativos tienen un valor mayor al uso actual”*¹⁸

En la tesis del economista norteamericano Ronald Coase la asignación de mercado de un bien económico es eficiente siempre que existan derechos de “propiedad” bien definidos y costos de transacción iguales o muy cercanos a cero. De esta forma, *“(...)Para llevar a cabo transacciones de mercado es necesario, entre otras cosas, descubrir con quién deseamos transar, informar a la gente que deseamos intercambiar y en qué términos, conducir negociaciones que lleven a un convenio, redactar el contrato, llevar a cabo la inspección necesaria para asegurarnos de que los términos del contrato se observan. Estas operaciones son, a menudo, muy costosas; suficientemente costosas para evitar muchas transacciones que se*

¹⁷ Véase Julio Barragán, Carmen Crespo, Guillermo Donoso y Jairo Escobar “ Mercados e Instituciones de Aguas en Bolivia” Ediciones UDAPE, La Paz, 1998. p. 23.

¹⁸ Julio Barragán, Carmen Crespo, Guillermo Donoso y Jairo Escobar Op. cit 27

*llevarían a cabo en un mundo en el que el sistema de precios funcionase sin costos*¹⁹

Para los autores arriba mencionados, un mercado de competencia perfecta debería satisfacer las siguientes condiciones:

- i) Que los oferentes ofrezcan un bien homogéneo, y los demandantes sean idénticos desde el punto de vista de los oferentes, en el sentido de que no obtienen ninguna ventaja ni desventaja de la transacción con un demandante en particular;
- ii) Que los oferentes y demandantes sean numerosos, y las compras y ventas de cada unidad individual sean pequeñas con relación al volumen agregado de las transacciones;
- iii) Que los oferentes y demandantes posean información perfecta en relación a los precios que prevalecen y traten de sacar ventaja de cualquier oportunidad de incrementar sus beneficios y utilidades, respectivamente; y
- iv) Que exista libertad de ingreso y de salida del mercado en el largo plazo, tanto para oferentes como para demandantes. Si bien pudiera resultar teóricamente posible este modelo, en la práctica se presentan fallas de mercado que provienen de diversos motivos.²⁰

Bauer estima que el mercado de los derechos de aprovechamiento, en el caso chileno, ha sido escasamente operativo debido al escaso número de transacciones, ello a consecuencia de los costos de transacción, derivados de factores de infraestructura y climáticos, jurídicos y administrativos, y aún factores culturales, debido a la tradición de regadío y sequía que hace ver a los recursos hídricos más allá de un “commodity” más.²¹

Para el profesor Guillermo Donoso una de las razones de la relativa inactividad del mercado chileno estarían radicadas en los llamados costos de transacción “inevitables”, esto es, en aquellos costos que no dependen de la infraestructura física de distribución del agua, que estima altos, con relación al valor del agua, que en muchas regiones del país no habría adquirido todavía un valor de escasez importante. Sin perjuicio de lo anterior, en algunas zonas del país los recursos hídricos tendrían un valor de escasez relativa que traería como consecuencia mercados más activos.²²

De acuerdo a Bauer, los mercados de derechos de agua han sido ampliamente confinados al sector agrícola, y agrega que al final de la década de los noventa observadores informados están de acuerdo en que en muchas zonas del país los

¹⁹ Ronald H. Coase “El Problema del Costo Social”, Revista Estudios Públicos N°45, verano, 1991. p 98

²⁰ Véase Julio Barragán, Carmen Crespo, Guillermo Donoso y Jairo Escobar. Op cit.p.23.

²¹ Ibidem.

²² Julio Barragán, Carmen Crespo, Guillermo Donoso y Jairo Escobar . Op cit. p32.

mercados de derechos de aguas han estado inactivos y han tenido un limitado impacto en la eficiencia del uso del agua y en la reasignación de los recursos. Estos resultados se deben a una variedad de fuerzas y costos de transacción. Claramente, el mayor impacto económico del Código de Aguas ha sido el estímulo a la inversión privada debido al aumento de la seguridad jurídica de los derechos de propiedad más allá de la relativa inactividad del mercado del agua en general²³

En un estudio de caso, la Profesora Hadjigeorgalis concluye que “(...) *Los derechos de aprovechamiento de aguas no son bienes homogéneos y las distintas características tanto de los derechos como del entorno del mercado en el cual se transan afectarán el valor pagado por ellos*”²⁴

La profesora Hadjigeorgalis aclara que, en general, las opiniones sobre el tema del funcionamiento del mercado y particularmente sobre el comportamiento de los precios de los derechos de aguas ha sido escasamente fundamentados en evidencia empírica. En tal sentido, apunta que el mercado de los derechos de aprovechamiento tiene un comportamiento diferente de otros mercados, teniendo presente la naturaleza del bien que transa. Comenta en torno a las críticas al funcionamiento del mercado de derechos de aprovechamiento “(...) *muchas veces el mercado de derechos de aprovechamiento de aguas en Chile ha sido criticado y calificado como inexistente por el bajo número de transacciones. En ciertas circunstancias, sin embargo, otras formas de conseguir mayores recursos de agua, tales como la tecnificación de riego o la explotación de agua subterránea, pueden ser más económicos y convenientes que la compra de nuevos derechos de aguas. Si el objetivo del mercado es mejorar la eficiencia en el uso de recursos hídricos, es necesario evaluarlo paralelamente con otros programas del gobierno dirigido a este fin, tales como el programa de subsidios dirigidos a la tecnificación de riego*”²⁵

La citada autora agrega la siguiente conclusión en sus estudios “*La mantención de un excedente de derechos de aprovechamiento de agua, o compras adicionales, podrían parecer como acaparamiento o un uso no benéfico del agua a los políticos. Sin embargo, esto refleja claramente un comportamiento racional de algunos productores para reducir el riesgo. Dichos derechos proveen un tipo de seguro contra la sequía para los agricultores que enfrentan altos riesgos. Aunque no se les utilizan durante los años con agua abundante o adecuado, estos derechos son críticos durante las temporadas de déficit de agua.*”²⁶

Por su parte, el profesor Donoso comenta sobre el funcionamiento del mercado de los derechos de aprovechamiento “ (...) *en general del análisis del desempeño del mercado de los derechos de aprovechamiento de aguas se desprende que este*

²³ Carl J. Bauer Op cit. p.13-14

²⁴ Ereny Hadjigeorgalis y C. Riquelme. Op cit..p.92

²⁵ Ereny Hadjigeorgalis y C. Riquelme Op cit .p. 98

²⁶ Ereny Hadjigeorgalis “Comerciendo con Incertidumbre: Los Mercados de Agua en la Agricultura Chilena.”. Cuadernos de Economía, Vol 41 (Abril) 2004. p.22

marco jurídico- económico se ha mostrado eficiente desde el punto de vista del fomento a la inversión en proyectos productivos asociados a la explotación de los recursos naturales, lo cual se explica principalmente por la gran seguridad jurídica que otorga la legislación a los derechos de los particulares sobre los derechos de aprovechamiento de aguas(...) No obstante, es importante destacar que la normativa actual y las características de heterogeneidad de los derechos de aprovechamiento han permitido que se generen situaciones monopólicas significativas, violando el supuesto de la competencia y conduciendo a no lograr el objetivo de una asignación óptima del recurso. Esta situación se ha presentado, en parte, por el sistema de asignación inicial establecida en el Código ya que permite otorgar derechos de aprovechamiento de aguas, consuntivo y no consuntivo, sin obligación de usarlos, a perpetuidad y en forma gratuita. Por otra parte, esta distorsión también se ha generado por la baja incidencia de los remates en el proceso de asignación inicial de los derechos de aprovechamiento. Esta situación, permite, en algunos casos, que los agentes económicos generen bloqueos que impiden el acceso a derechos de aprovechamiento en cuencas”²⁷ .

Sobre este mismo punto, Bauer indica “(...) la verdadera lección de la experiencia chilena es que implementar políticas de aguas de libre mercado es mucho más difícil de lo que parece. El problema no es que los mercados de aguas en Chile hayan fracasado, sino que su éxito a menudo ha sido tan exagerado. De hecho, sus resultados han sido disparejos, y probablemente negativos en el caso de los campesinos”²⁸

Los economistas Andrés Gómez –Lobo y Ricardo Paredes opinan en torno a las distorsiones monopólicas y el impacto que podría tener la aplicación de una patente por no uso, como la incorporada al Código de Aguas por la Ley N° 20.017, diciendo *“A pesar de que la patente se aplicaría a un número pequeño de quienes poseen el derecho, éste es muy relevante, pues parte de los derechos no usados están asignados a empresas hidroeléctricas y en particular a Endesa, que dispone de una proporción muy significativa de los derechos sobre los caudales. Específicamente, el proyecto propone una patente anual por el no uso de derechos consuntivos y no consuntivos de ejercicio permanente Se trata de una patente que es creciente en el tiempo, con un pago deducible de impuestos una vez construida la infraestructura para su aprovechamiento.”²⁹*

Mediante la Resolución N° 480 de 07 de enero de 1997, la desaparecida Comisión Resolutiva Antimonopolios, sustituida por el actual Tribunal de Defensa de la Libre Competencia, señaló a propósito del otorgamiento de nuevos derechos de

²⁷ Guillermo Donoso Harris “Mercados de Agua: Estudio del Caso del Código de Aguas de Chile de 1981” PUC, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Santiago, Julio 2003. pp 75-76

²⁸ Carl J. Bauer “ Contra la Corriente, Privatización, Mercados de Agua y el Estado de Chile”, LOM ediciones, Santiago, 2002. p. 16

²⁹ Andrés Gómez –Lobo y Ricardo Paredes “Mercado de Derechos de Agua: Reflexiones sobre el Proyecto de Modificación del Código de Aguas” Revista Estudios Públicos, N° 82 , Otoño 2001.p 84

aprovechamiento de aguas a la generadora eléctrica Endesa S.A. en los siguientes términos: “(...) *En cuanto al fondo de la materia objeto del dictamen a que se refiere la reclamación de Endesa S.A.(...), esta Comisión Resolutiva debe hacer presente que la Comisión Preventiva Central, en el ejercicio de sus funciones de orden consultivo y preventivo que le otorga la ley, emitió su pronunciamiento en respuesta a una consulta específica de la autoridad, en la cual concluyó que sería inconveniente, desde el punto de vista de la legislación de la libre competencia en las actividades económicas, que se concedieran nuevos derechos de agua en beneficio de la recurrente, ya que ello podría generar barreras de entrada en la actividad de la generación hidroeléctrica, con los consiguientes riesgos de eventuales comportamientos monopólicos en dicha actividad*”

Se menciona en algunos estudios como el de Robert Hearne y Guillermo Donos que ENDESA, controla el 59% del total de derechos no consuntivos asignados en el país, y que aquello inhibiría la competencia en el mercado de generación eléctrica.”³⁰

3.4.3 PROBLEMAS RELATIVOS AL FUNCIONAMIENTO DE UN MERCADO DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS:

Siguiendo un trabajo del profesor Guillermo Donoso publicado por la CEPAL (2004)³¹, podemos distinguir dos categorías de problemas asociados al funcionamiento de un mercado de derechos de aprovechamiento de aguas:

- a) Problemas independientes al sistema de mercado.
- b) Problemas dependientes del sistema de mercado.

Los problemas independientes al sistema de mercado son aquellos que afectan la asignación eficiente de los recursos hídricos cualquiera que sea el sistema de asignación, en otros términos, los problemas se presentarán independiente del diseño del mercado.

Los problemas dependientes del sistema de mercado son aquellos que están estrechamente asociados al diseño del sistema.

- a) Problemas independientes al sistema de mercado: entre ellos Donoso menciona los siguientes:

-*Costos de transacción inevitables:* Estos costos son los relativos a los cambios en la infraestructura que debe realizar el nuevo titular y los costos de los trámites de la transferencia. Para este investigador, en la cuenca del

³⁰ Robert Hearne y Guillermo Donoso “Progress of Reform in Chile ‘s Water Management Institutions”, artículo publicado en Water Policy 7 (2005) IWA publishing, 2005.

³¹ Guillermo Donoso “Chile: estudio del caso del Código de Aguas” en “Mercados (de derechos) de agua: experiencias y propuestas en América del Sur” Varios autores, CEPAL, Santiago, 2004.

Maipo, la infraestructura es rígida (principalmente en lo relativo a las obras de arte tales como los marcos partidores) y su modificación es costosa. Se señala que estos costos de transacción alcanzan alrededor del 10% del valor del derecho en la primera sección del Río Maipo.³²

-Externalidades por una inadecuada definición de los derechos: Dentro de esta categoría se incluyen los problemas derivados de las disminuciones o extinciones de derrames, ya que al transferirse derechos de aprovechamiento de aguas y trasladarse su ejercicio se puede provocar resultados negativos a terceros, caso de los usuarios de aguas abajo en un río. También se incluyen los problemas de indefinición de derechos ejercidos consuetudinariamente. Otra externalidad que puede ocurrir es la degradación de la calidad del agua (contaminación del agua, la sedimentación y el no respeto al caudal ecológico mínimo). La Ley N° 20.017, incorporó al Código de Aguas normas sobre caudal ecológico mínimo para la constitución de nuevos derechos de aprovechamiento de aguas.

-Merms de las aguas subterráneas: Estas merms pueden ocurrir como consecuencia de la sobreexplotación de los acuíferos, tal sobreexplotación se produce cuando existe libre accesibilidad de los recursos hídricos y hay una tasa de extracción por encima de los criterios socialmente óptimos (este fenómeno es conocido como la “tragedia de los comunes”). Los instrumentos legales para precaver estas sobreexplotaciones son las declaraciones de zona de prohibición y de área de protección, cuyas disposiciones están contenidas en el Código de Aguas y reglamentadas por la Resolución DGA N° 341/2005 sobre normas de exploración y explotación de aguas subterráneas.

-Incertidumbre frente a la disponibilidad: Guillermo Donoso señala que en la primera sección del Maipo, “*el lugar de abastecimiento corresponde al río cuyo caudal posee fuertes variaciones durante el año y entre años consecutivos, por lo que es imposible cualquier tipo de previsión para los usuarios con respecto al volumen de agua con que dispondrán en la temporada, ya que este por definición es irregular y no anticipable. Por esta razón, existe un mayor acaparamiento de agua que el necesario por parte de los agricultores quienes no saben con exactitud la oferta de agua disponible, limitando así el funcionamiento del mercado. En las secciones bajas de la cuenca existe un escaso conocimiento de las variaciones de caudal de los canales donde se toman los derechos, por lo que se desconoce su equivalencia en medidas útiles para ser analizados los costos y beneficios de poseer los derechos. Además, **no existe una medida de cuantificación homogénea en toda la sección lo que hace que los derechos de distintos canales sean incomparables y por lo tanto intransables.** Esta última situación no se da en la primera sección del Río Maipo donde la equivalencia de la acción de*

³² Donoso op cit pág.38

*agua es de amplio conocimiento principalmente entre los regantes de la zona(...)", y agrega como comentario "es muy difícil que un mercado funcione correctamente cuando la oferta disponible del bien que se está transando es desconocida"*³³

b) Problemas dependientes del sistema de mercado:

-Falta de información adecuada y oportuna: Para el funcionamiento adecuado de un mercado, como vimos anteriormente, requiere de la existencia de información adecuada para que oferentes y demandantes de un bien, en este caso particular, de derechos de aprovechamiento de aguas, puedan conocer los precios de transacción. En opinión de Donoso en la medida que falta información adecuada hay una percepción del valor asignado al derecho pero no una evidencia del precio lo que dificulta las transacciones. Este problema de falta de información ha sido otros de los motivos para que se modificara el artículo 122 del Código de Aguas, mediante las Leyes N° 20.017 y 20.099, en el sentido de establecer la obligatoriedad del registro de los derechos de aprovechamiento en el Catastro Público de Aguas, con el fin de contar con la información adecuada acerca de la ubicación del punto de captación de los derechos, el caudal expresado en volumen por unidad de tiempo y las características esenciales del derecho.

-Inconsistencia entre los derechos nominales y los derechos que efectivamente se ejercen: Esta situación se presenta particularmente en los casos de los derechos otorgados al amparo de anteriores legislaciones, aquellos derechos consuetudinarios y en algunos casos en relación con los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas. Esta inconsistencia también es una barrera a las transacciones por falta de definición adecuada de los derechos. El mecanismo del perfeccionamiento de los títulos previsto en el Reglamento del Catastro Público de Aguas, puede contribuir a aclarar estas inconsistencias, especialmente, en lo que dice relación con los caudales efectivamente aprovechados en la medida que deben acreditarse conforme a las normas del Código de Aguas y expresarse en medidas por unidad de tiempo, haciendo más fácil su determinación y comparación.

-Costos de transacción evitables: Se refieren a los gastos de preparación de la transacción tales como estudios de títulos, investigaciones de las ofertas, permisos para el traslado del ejercicio de los derechos. La existencia de estos costos se asemeja a un verdadero gravamen a modo de gasto fijo que desincentiva algunas transacciones, sobre todo las pequeñas. Gradualmente, el perfeccionamiento de los títulos para su inscripción en el Catastro Público

³³ Ibidem pág 41

de Aguas puede contribuir a reducir los costos de investigación de las ofertas y reducir los tiempos de tramitación de los permisos.

-Especulación y acaparamiento de los derechos: El problema generalizado del acaparamiento de derechos sin utilización, lo que ha creado de hecho una barrera de entrada para nuevos inversores en proyectos asociados a la utilización de los recursos hídricos ya concedidos. Precisamente, la creación de un costo de alternativa por medio de un impuesto como el de la patente por no uso, tiene por objeto incentivar a que los derechos de aprovechamiento no utilizados sean en algún momento transferidos hacia mejores y más eficiente usos. En el mismo sentido juegan las nuevas disposiciones legales incorporadas por la Ley N° 20.017, relativas a la obligación de justificar el uso de los derechos de aprovechamiento que se solicitan.

-Inadecuada resolución de conflictos: Mecanismos inadecuados de resolución de conflictos pueden desincentivar las transacciones. En la actualidad existen tres vías formales de resolución de conflictos en el sistema del Código de Aguas, una es la vía judicial, mediante el ejercicio de acciones establecidas en el Ordenamiento Jurídico; otra es la vía administrativa, a través de la solicitud de intervención de la autoridad administrativa, la Dirección General de Aguas y finalmente, un mecanismo de escasa aplicación práctica es el arbitraje al interior de las organizaciones de usuarios. Muchos de estos conflictos podrían reducirse si existiera más claridad en los títulos de los derechos de aprovechamiento de aguas, en especial, los provenientes de anteriores legislaciones y expresados en medidas proporcionales no homogéneas.

3.4.4 ESTUDIOS DE ESPECIALISTAS SOBRE EL FUNCIONAMIENTO DEL MERCADO DE LOS DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS EN LA CUENCA DEL RIO MAIPO

Nuevamente cabe tener presente que, en relación al funcionamiento del mercado de los derechos de aprovechamiento en Chile y, en particular, en la Cuenca del Río Maipo, la información empírica con que se cuenta en general es escasa.

Es posible citar algunos trabajos tales como la investigación titulada “Bases para El Análisis del Mercado de Derechos de Aprovechamiento de Aguas en la Cuenca del Río Maipo” preparado por Marco Alicera, Ernesto Brown y Juan Esteban Doña para las VI Jornadas del Comité Chileno para el Programa Hidrológico Internacional (1999). En este trabajo se reconocen algunas dificultades metodológicas para poder establecer una información más precisa “La primera (dificultad) resulta de la imposibilidad de obtener todos los datos de los derechos, esta situación, más allá de las dificultades que ofreció durante este trabajo, tiene serios efectos sobre la real tenencia y definición de los derechos de aguas. La segunda dificultad resulta de la

imposibilidad de reconocer cuándo una transacción de derechos de aguas se hace ligada o no a la tierra”³⁴

Entre las conclusiones del citado trabajo podemos mencionar las que siguen *“La gran variabilidad de precios acusa poca transparencia en el mercado de esta sección e información asimétrica entre los usuarios. El precio de las acciones no constituye un mecanismo que permita comparar la percepción de escasez de agua de diferentes sectores. No es razonable observar que, si bien existe una gran cantidad de transacciones a bajo precio, no sean las EAP (Empresas de Agua Potable) las que logren concretarlas, en circunstancias que ellas han declarado su permanente disposición a comprar acciones del río. Por este motivo, es difícil suponer que los poseedores de derechos de aguas perciban un costo de oportunidad en la tenencia de estos derechos que los incentive a mejorar las eficiencias de sus usos”* y agregan en cuanto a la utilidad de la información registral del Conservador de Bienes Raíces *“El sistema de propiedad registral está orientado a dar publicidad a la transferencia del dominio y no a los precios en que se cotizan diferentes bienes. Es por ello, que el RPA (Registro de Propiedad de Aguas) no es un medio apropiado para obtener en forma rutinaria el valor que alcanza un determinado derecho. La ausencia de instancias en las que se transen públicamente los derechos de aguas, con un precio informado para todos los posibles participantes y en el que puedan concurrir vendedores y compradores, constituye un importante factor que limita la transacción de derechos y evita la percepción del costo de oportunidad en la tenencia de éstos”*

Cabe también mencionar un estudio presentado por María Angélica Alegría, Fernando Valdés y Adrián Lillo durante las IV Jornadas de Derecho de Aguas organizadas por la Pontificia Universidad Católica de Chile (2001), titulado “El Mercado de Aguas: Análisis Teórico y Empírico”. En esta investigación, los especialistas recogieron información de los Conservadores de Bienes Raíces de San Antonio, de la Serena y de Pozo Al Monte. En el caso de San Antonio se tomaron los datos de la totalidad de las inscripciones practicadas entre 1982 y 2001, que ascendían a 196. Como resultado del análisis obtuvieron que las variaciones de precios para 1 l/s son muy marcadas con un valor promedio de 27,82 UF con un mínimo de 1,97 UF y un máximo de 68,92 UF que corresponden al 7% y a 2.5 veces el promedio, respectivamente³⁵.

En fin respecto de este tema, cabe citar un reciente trabajo de investigación económica, inédito en su clase, desarrollado por Cristián Jordán Díaz, Oscar Melo y Guillermo Donoso, titulado “Análisis del Mercado de Aprovechamiento de Aguas de

³⁴ Marco Alicera, Ernesto Brown y Juan Esteban Doña “Bases para El Análisis del Mercado de Derechos de Aprovechamiento de Aguas en la Cuenca del Río Maipo” VI Jornadas del Comité Chileno para el Programa Hidrológico Internacional, 1999.

³⁵ María Angélica Alegría, Fernando Valdés y Adrián Lillo “El Mercado de Aguas: Análisis Teórico y Empírico”. Actas VI Jornadas de Derecho de Aguas. Revista de Derecho Administrativo Económico, Pontificia Universidad Católica de Chile vol IV Nº 1, Santiago, 2002. pág. 179.

la Primera Sección del Río Maipo, Región Metropolitana: Comportamiento de los Diferentes Agentes Económicos y Variabilidad en Precios”, Departamento de Economía Agraria de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica (2007)³⁶

Según describen estos autores para la elaboración de su trabajo de investigación se utilizaron datos proporcionados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), cuya base de datos contiene transacciones de derechos de aprovechamiento de aguas superficiales consuntivas registradas para la Primera Sección del Río Maipo de los Conservadores de Bienes Raíces de Puente Alto, Paine, Buín y San Bernardo, entre Julio de 1998 y Junio de 2003.

Metodológicamente estos investigadores utilizaron el siguiente procedimiento “A partir de la información base de cada transacción se obtiene el precio por derecho de aprovechamiento transado (UF/acción), por medio del cociente entre el valor total de la transacción y la cantidad de derechos transados. A su vez, se identifican los principales tipos de agentes económicos participantes en el mercado. Éstos son agrupados en cuatro categorías: Agrícola, la cual incluye tanto a personas naturales como empresas agrícolas y/o agroindustriales pertenecientes al sector; Sanitaria, categoría que incluye a las distintas empresas de agua potable participantes en el mercado; Inmobiliario, grupo que incluye a distintas empresas constructoras o inmobiliarias presentes en el área de estudio y Otros, categoría que incluye a cualquier otro tipo de agente económico que no pertenece a ninguna de las otras categorías. Estas cuatro categorías son generadas para compradores y vendedores de derechos de aprovechamiento de agua. Por otro lado, se realiza una categorización geográfica de las transacciones, según la bocatoma de origen de cada una de éstas, de manera de diferenciar distintos mercados de transacciones. Según la información registrada y estudios anteriores (DGA, 2003; Donoso et al., 2003; Alicera et al., 1998), se determinaron las siguientes 9 bocatomas: Canal San Carlos, Asociación Canalistas Unidos de Buin, Asociación Canal de Pirque, Asociación Canales de Maipo, Asociación Canal lo Herrera, Canal Lonquén- La Isla, Canal Huidobro, Canal Eyzaguirre y Otros (en orden correlativo de 1 a 9). Adicionalmente, se incorporó una variable proxy del ingreso para cada sector presente en la base durante el periodo. Para los sectores Agrícola, Inmobiliario y Otros se utilizó el producto interno bruto (PIB) sectorial, obtenido de las bases de datos del Banco Central de Chile, el cual se encuentra en millones de pesos constantes de 1996. Para el sector sanitario se utilizó información del valor accionario de Aguas Andinas S.A., valores que fueron obtenidos a través del sitio web de la Bolsa de Comercio de Santiago. Esta información fue la utilizada en la construcción de las variables de índices de ingreso comprador y vendedor (IC, IV)”.

³⁶ Para los efectos de la referencia se tuvo a la vista un borrador no publicado oficialmente por los autores del citado estudio, pero disponible en http://www.udd.cl/prontus_facultades/site/artic/20070605/pags/20070605095125.html

Los investigadores señalados llegaron a las siguientes conclusiones que se transcriben de su estudio:

“En primer lugar, el mercado de la 1S Maipo (Primera Sección del Río Maipo) presenta una gran variabilidad en los precios y en las cantidades transadas de DAA (derechos de aprovechamiento de aguas). Esta situación se presenta independiente del sector de captura del agua o del agente económico que interviene en la transacción. Lo anterior determina la existencia de una baja profundidad de mercado para el periodo en estudio, sin embargo, se aprecia un crecimiento en el nivel de las transacciones en el tiempo según el incremento en la profundidad de mercado experimentada en relación a los resultados obtenidos por Donoso et al. (2003).

El análisis del sistema de oferta y demanda determina la significancia del agente económico tanto en la oferta, la demanda y el precio equilibrio de cada transacción. Se aprecian diferenciales en precios tanto para compradores y vendedores, donde Agrícola e Inmobiliario pagan menores precios que la categoría Otros como demandantes de DAA, mientras que como oferentes, éstas logran mayores precios. Los resultados de las ecuaciones estructurales muestran variaciones en la actividad del mercado, que depende significativamente según el tipo de agente que interviene en él. Conjuntamente, se aprecia una alta sensibilidad de las cantidades ofertadas y demandadas frente a los precios. Por consiguiente, es posible señalar que para el mercado de DAA de la 1S Maipo la ley del único precio no se cumple, donde los precios responden a las múltiples demandas y ofertas existentes en la 1S Maipo, que dependen del tipo de agente económico participante en la transacción, así como también de la experiencia de éstos en el mercado y las expectativas con respecto al nivel de agua del río, siendo la consecuencia de relaciones entre agentes oferentes y demandantes de agua, más que el equilibrio entre la oferta y demanda agregada.

En este contexto, Agrícola se muestra como el principal agente económico que interviene en el mercado. Este no se comporta como un mercado perfecto, en el cual de acuerdo a los resultados obtenidos, donde no se aprecia una reasignación del recurso hídrico desde sectores que en teoría poseen una baja valoración del recurso, como Agrícola, hacia sectores de alta valoración, como Sanitaria, debido a que los DAA son un insumo fundamental para la producción agrícola y son vistos, dado la no caducidad de éstos, como un activo de producción.

3.4.5 ANTECEDENTES ESPECÍFICOS MERCADO DEL AGUA CUENCA DEL RIO MAIPO

Con respecto al mercado del agua, el estudio de la Ref. 1 establece que "...la cuenca del Maipo presenta un nivel de actividad significativo, con un promedio de 472 transacciones anuales en el período entre julio 1998 y septiembre 2006, con un monto anual promedio cercano a las UF 400 mil. Como resultado del análisis del número de transacciones entre 1999 y 2005, se obtiene una tendencia creciente en

el tiempo, en cambio, el monto total presenta una tendencia más bien decreciente, con importantes fluctuaciones anuales. Ello implica menor monto por transacción, lo que posiblemente se relaciona con parcelaciones que incluyen derechos de agua. El número de transacciones del período fue de 3.543 con un monto total transado de UF 2.993.298. De este total el 50% corresponden a la 1ª sección del río Maipo". En el Cuadro 3.4.5-1 se presenta un resumen con las transacciones para el sistema subterráneo, y en el Cuadro 3.4.5-2 para el sistema superficial.

CUADRO 3.4.5-1
TRANSACCIONES POR FUENTE, INSCRITAS ENTRE
JULIO 1998 Y SEPTIEMBRE 2006
SISTEMA SUBTERRÁNEO

Fuente	Transacciones	Caudal Transado (L/s)	Monto (UF)	Precio Unitario (UF/L/s)
Acuífero Colina Sur	357	4.050,44	932.831	230,30
Acuífero del Puangue	5	284,00	11.762	41,42
Acuífero Maipo Bajo	7	60,60	998	16,47
Acuífero Maipo Sur	13	365,65	9.076	24,82
Acuífero Mapocho Alto	26	112,32	9.127	81,25
Acuífero Mapocho Bajo	32	43,10	3.963	91,94
Acuífero Polpaico Chacabuco	41	978,65	101.310	103,52
Acuífero Santiago Central	29	610,35	32.932	53,96
Acuífero Santiago Norte	99	1.983,61	172.260	86,84
Acuífero Santiago Sur	9	82,11	11.542	140,56
Acuífero Til Til	23	284,77	33.806	118,71
Total	641	8.855,6	1.319.607	149,01

Fuente: Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

Al analizar los resultados contenidos en los Cuadros 3.4.5-1 y 3.4.5-2 se observa que en promedio el costo del agua subterránea se mueve en el intervalo [11%,155%] con respecto al valor promedio. Por otra parte, la dispersión de los valores para el agua superficial presentan un rango de variación muchísimo mas amplio: [3%,446%]. Lo anterior muestra que en el caso del agua subterránea el mercado está tendiendo hacia un equilibrio mas global en que el valor del agua en un sector es un buen referente para otro. Por otra parte, en el caso del agua superficial esto no se da ya que la variación es tan amplia que no es posible establecer en forma fehaciente el valor del agua, lo que hace que este mercado trabaje en forma ineficiente.

Por otra parte, se tiene la información contenida en el 4º Estudio tarifario de la Empresa Aguas Andinas, en la que se calcula el Valor del Agua Cruda (VAC) como una manera de evaluar los costos necesarios para satisfacer las demandas de agua que debe cumplir como parte de su negocio. Esta información se presenta en el Cuadro 3.4.5-3.

**CUADRO 3.4.5-2
TRANSACCIONES POR FUENTE, INSCRITAS ENTRE
JULIO 1998 Y SEPTIEMBRE 2006
SISTEMA SUPERFICIAL**

Fuente	Transacciones	Caudal Transado (Acc)	Monto (UF)	Precio Unitario (UF/Acc.)
Angostura	24	493,81	3.091	6,26
Arrayán	12	5,41	1.239	229,11
Colina	7	3,53	1.086	307,44
Maipo1	1.987	1.769,91	1.347.504	761,34
Maipo2	60	150,81	10.129	67,17
Maipo3	403	3.232,26	118.371	36,62
Maipo S/I	4	199,82	4.208	21,06
Mapocho 1	49	25,67	22.375	871,69
Mapocho 2	101	145,58	41.917	287,94
Mapocho 3	2	0,69	28	40,22
Mapocho 4	35	875,03	15.273	17,45
Mapocho 5	78	596,41	59.903	100,44
Mapocho Estero Agua Fría	28	417,17	750	1,80
Mapocho S/I	3	0,67	465	690,63
Mapocho Quebrada Macul	47	7,54	5.195	688,67
Mapocho Zanjón de la Aguada	12	219,09	7.866	35,90
S/I	50	424,96	34.293	80,70
Total	2.902	8.568,36	1.673.693	195,33

Fuente: Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

**CUADRO 3.4.5-3
VALOR DEL AGUA CRUDA
AGUAS ANDINAS
2000-2005**

Indicadores	Agua Superficial (UF/acción)	Aguas Subterráneas (UF/L/s)			
		Colina Sur	Chacabuco-Polpaico	Santiago Central	Til-Til
VAC	1.354,0 *	94,9	78,2	47,1	78,2
N	658	63	13	16	17
σ	8.128	454	232	110	271

*: No hace distinción entre la fuente del agua superficial considerada para el análisis

Fuente: 4º Proceso Tarifario Aguas Andinas

A modo de comparación se presenta el Cuadro 3.4.5-4 en el que se resumen los costos reportados en ambos estudios para las zonas comunes. Al comparar las cifras se verifica que la variabilidad en el precio hace muy complejo evaluar el costo real del agua, lo que incide en que el mercado funcione aún más erráticamente. Esto también se ve afectado ya que no se conoce las transacciones que efectivamente se están usando. En todo caso, el proceso aplicado por Aguas Andinas está estandarizado por la SISS de manera que se obtengan valores equivalentes para cada una de las empresas sanitarias que operan en el país. Por lo que el valor puede usarse como un referente válido a la hora de establecer una primera aproximación al valor del agua cruda.

**CUADRO 3.4.5-4
COMPARACIÓN COSTOS MERCADO DE AGUAS**

		Conic-Bf-DGA 2007	Aguas Andinas
Agua Superficial Río Maipo (UF/acción)	1ª Sección	761,3	1.354,0
	2ª Sección	67,2	
	3ª Sección	36,6	
Acuífero Colina-Sur (UF/L/s)		230,3	94,9
Acuífero Chacabuco Polpaico (UF/L/s)		103,5	78,2
Acuífero Santiago Central (UF/L/s)		54,0	47,1
Til-Til (UF/L/s)		118,7	78,2

Fuente: Elaboración Propia

4. TRABAJOS DE TERRENO

4.1 GENERALIDADES

Este capítulo detalla las actividades de terreno realizadas, cuyo objetivo principal fue difundir y recabar información relevante para la formulación del plan. En particular las actividades realizadas se dividen en 6 categorías:

- Presentación de los Alcances del Plan Director a la Comisión Regional de Riego: El objetivo principal de esta actividad fue difundir el desarrollo del estudio para la formulación del Plan Director
- Entrevista con Personal de Reparticiones Públicas: El objetivo de estas actividades fue recabar información relevante para el Plan Director
- Entrevistas con Privados: Cumple el mismo objetivo anterior
- Actividades de Participación Ciudadana: Difundir el Plan Director e Interactuar con los Usuarios
- Catastro Captaciones de Aguas Subterráneas: Obtener Información Relevante Para la Modelación Matemática de la Cuenca
- Muestreo Agrológico Sector El Monte: Cumple el mismo objetivo anterior, es decir, complementar la modelación matemática de la cuenca con información de calidad obtenida en base a muestreos en terreno

En lo que sigue, se presentan detalles de estas actividades.

4.2 PRESENTACIÓN A LA COMISIÓN REGIONAL DE RIEGO DE LA REGIÓN METROPOLITANA

Como parte de las actividades de difusión del estudio, el día Jueves 13 de julio del 2007 se presentaron los alcances del Plan Director a los miembros de la Comisión Regional de Riego (CRR). Se eligió la CRR como entidad a la que era necesario presentar los alcances del Plan Director dado que el riego es la principal actividad económica de la región, por lo que el impacto del Plan Director en esta actividad económica se espera sea importante.

En lo que respecta a la presentación en sí, esta se inició con un breve resumen del trabajo que ha realizado la DGA con respecto a los planes directores en forma cronológica, en particular, se mencionaron los planes directores de los ríos San José, Imperial, y Aconcagua. Se continuó indicando las características de los planes directores, y los objetivos básicos perseguidos por este proyecto. Posteriormente se puntualizó el área de estudio, en particular explicitando que el área de influencia del proyecto incluye toda la cuenca del río Maipo, incluyendo los sectores de la cuenca contenidos en la Región Metropolitana, la Región del Libertador Bernardo O'Higgins, y la Región de Valparaíso.

La presentación se continuó detallando los trabajos específicos a realizar, tales como actualización del estudio hidrológico, actualización del estudio hidrogeológico, actualización del estudio de demandas, actualización del estudio de calidad de aguas, actualización de la base de datos de proyectos, y actualización del modelo de simulación. En esta presentación se dedicó bastante tiempo a analizar las características del modelo matemático MAGIC-Maipo, en particular los modos en que puede usarse el modelo para analizar los distintos proyectos incluidos en la base de datos de proyectos. Otro punto que se analizó en detalle, fue la metodología de evaluación jerárquica a utilizar para evaluar los proyectos a incluir en el Plan Director. En particular, el hecho que esta metodología permite incluir la opinión de expertos en una manera directa para evaluar la prioridad de los proyectos al momento de formular el Plan Director. Finalmente, se trató el tema de las actividades de participación ciudadana que se van a realizar en el contexto del estudio para formular el Plan Director.

4.3 ENTREVISTAS CON PERSONAL DE REPARTICIONES PÚBLICAS

Con el objeto de reunir información relevante para el Plan Director, se tomó contacto con personal de diferentes entidades públicas o con aporte público. En el Cuadro 4.3-1 se resume nombre del personal contactado, repartición, y tipo de información recabada.

CUADRO 4.3-1
PROGRAMA DE ENTREVISTAS CON PERSONAL DE
ENTIDADES PÚBLICAS O FINANCIADAS POR EL ESTADO

Nombre	Repartición	Objetivo
Ricardo Vial Ortiz	SEREMI MINAGRI	Se explicaron los alcances del Plan Director, en especial las características del modelo MAGIC y como será usado para la formulación del plan Se solicitó tiempo para presentar los alcances del plan a la Comisión Regional de Riego (CRR)
Oscar Reckmann,	INIA La Platina	Conocer Programas de Asistencia Técnica y Convenio INIA-INDAP con el fin de conocer su pertinencia para los fines del plan director
Mario Zolezzi	INIA Nivel Central	Se recabó información relativa a los Grupos de Transferencia Tecnológica que se encuentran activos en la cuenca
Alejandro León	Universidad de Chile	Reunir información para la Evaluación del Impacto Económico de la Aplicación de la Norma Secundaria en la Cuenca del Río Maipo
Pilar Matamala	SEREMI AGRICULTURA RM	Recabar alcances de los Grupos de Interés Agrícola Existentes en la Cuenca
Oscar Bravo	CNR	Entender el Contexto Programas de Transferencia Tecnológica
Antonio Muñoz	CNR	Recabar Información acerca de las Organizaciones de Usuarios
José Mora	Consultor	Conocer acerca la Transferencia Tecnológica en la 3ª Sección del Maipo
Gastón Sagredo	CNR	Obtener Información Disponible en el SIIR
Germán Ruiz	SAG	Entender el Contexto Agrícola de la Cuenca

CUADRO 4.3-1
PROGRAMA DE ENTREVISTAS CON PERSONAL DE
ENTIDADES PÚBLICAS O FINANCIADAS POR EL ESTADO
(Continuación)

Nombre	Repartición	Objetivo
Juan Alberto González	DOH	Conocer Detalles del Programas de Mejoramiento de Obras que está Llevando a Cabo la Dirección de Obras Hidráulicas
Carlos Barrientos	INDAP	Obtener Información del Convenio INIA-INDAP y Riego Campesino
Gerardo Ubilla y Nelson Sepúlveda	Gobierno Regional de Santiago	Conocer los Instrumentos de Ordenamiento Territorial que Tienen Relación con el Plan Director: Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS), Atlas Socioeconómico, y Programa Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable; Plan Regional de Desarrollo Urbano, Planes Reguladores Comunes e Intercomunales, Política de Infraestructura, Infraestructura Para La Competitividad
Pedro Torres	DOH RM	Obtener Información Acerca de Programas de Defensas Fluviales, Agua Potable Rural, y Riego
Milo Millán	DOH	Conocer Alcances del Programa de Diseño de Obras de Aguas Lluvia

Fuente: Elaboración Propia

4.4 ENTREVISTAS CON PERSONAL DE EMPRESAS PRIVADAS

Con el fin de conocer los alcances del proyecto hidroeléctrico Alto Maipo que está desarrollando la empresa AES GENER, se tomó contacto con la Jefe de Proyecto de Ingeniería, Sra. Patricia Alvarado. En esa reunión se recabó información acerca del proyecto, tal como sus parámetros de diseño (caudal y altura de caída), ubicación de

la toma y la entrega, caracterización de los aportes a las centrales. También se discutió de que manera se puede utilizar la modelación MAGIC-Maipo para evaluar el efecto ambiental de las centrales en el río, en particular en lo que se refiere al caudal ecológico a respetar en los distintos tramos de los ríos Maipo y Volcán.

4.5 ACTIVIDADES DE PARTICIPACIÓN CIUDADANA

En el contexto del estudio, se desarrollaron 3 actividades de participación ciudadana con el fin de dar a conocer el plan, obtener retroalimentación de parte de los usuarios, y dar a conocer los resultados. En lo que sigue se presenta detalle acerca de estas actividades:

- **Participación Ciudadana #1:** La primera actividad de participación ciudadana se realizó el día martes 21 de agosto en la comuna de Melipilla, y el miércoles 22 de agosto en la comuna de Santiago. En esta actividad se presentaron los alcances del Plan, y se interactuó con la comunidad de manera de determinar los problemas principales que se detectan en la cuenca, formas de solucionarlos, y criterios que permitan ordenar las soluciones propuestas. En el primer taller, realizado en las ciudades de Santiago y Melipilla, se tuvieron como resultado los principales problemas percibidos por los participantes presentes en la cuenca – según ámbito – y las soluciones para éstos¹. Aquellos problemas que se han identificado como relevantes son:
 - **Ámbito Infraestructura**
 - **Melipilla:** Deficiente Tecnificación del Riego, Inadecuada Regulación del Recurso Hídrico, Necesidad de Nueva Infraestructura, Falta de Mantenimiento a la Infraestructura Existente
 - **Santiago:** Falta de Nueva Infraestructura, Falta Mejoramiento de la Infraestructura Existente, Deficiente Planificación
 - **Ámbito Recurso Hídrico**
 - Melipilla: Falta de Medidas No – Estructurales, Escasez del Recurso Hídrico, Uso Ineficiente del Recurso Hídrico
 - **Santiago :** Disponibilidad del Recurso Hídrico, Ineficiencia en el Uso del Recurso Hídrico, Contaminación del Recurso Hídrico
 - **Ámbito Recurso Legal**
 - **Melipilla:** Inflexibilidad Normativa, Debilidad del Aparato Institucional, Inadecuada Cultura Jurídica



¹ El análisis de soluciones solamente fue tratado en el taller realizado en Santiago.

- **Santiago:** Problemas de Eficacia Normativa, Debilidad Institucional (Ámbito Público), Deficiencia en la Técnica Normativa
- **Ámbito Medioambiental**
 - **Melipilla:** Falta de Cultura Ambiental, Debilidad Institucional, Contaminación Hídrica
 - **Santiago:** Deficiencias en Marco Legal y Fiscalización, Falta de Educación Medioambiental, Deficiencias en Calidad del Agua, Inadecuada Coordinación de Organismos.
- **Participación Ciudadana #2:** Esta segunda actividad de participación ciudadana, se realizó el día viernes 16 de noviembre del 2007 en la comuna de Santiago. En esta actividad se presentó en primer lugar un resumen de los resultados del primer trabajo de participación ciudadana, con el fin de definir claramente el marco de trabajo para esta actividad. Luego se presentaron los objetivos generales perseguidos, seguido de un resumen con alguno de los objetivos prioritarios pre-definidos para formular el plan. Estos objetivos fueron desarrollados en parte para definir los lineamientos del plan en forma participativa, y no impuestos por la DGA.

En el trabajo realizado en este taller, los diferentes actores priorizaron los objetivos que se definieron por parte del equipo Consultor como punto de partida para el lineamiento del Plan Director, en cada uno de los ámbitos trabajados, Infraestructura, Legal, Gestión, Calidad del Recurso Agua y Medio Ambiente, y Cantidad del Recurso Agua.

Los objetivos prioritarios de las diferentes temáticas se relacionan entre sí, por ejemplo, en el ámbito de infraestructura, el objetivo que obtuvo una mayor cantidad de “votos” fue “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” y en el ámbito Cantidad del Recurso Agua fue “Propender e incentivar un uso eficiente de los recursos hídricos, mediante la disminución de pérdidas en el sistema de captación, conducción, distribución y aplicación”. Ambos objetivos son complementarios, puesto que la mejora de la infraestructura de riego conlleva a un eficiente uso de los recursos y a una disminución de las pérdidas.

En Infraestructura adquieren mayor importancia los objetivos de mejoramiento de la infraestructura de riego, de incorporación de las conclusiones del Plan Director en los instrumentos de planificación territorial, de un correcto manejo de las aguas lluvias y de realizar un correcto control de la contaminación de los cursos de agua y sistemas subterráneos mediante las redes de medición. Lo que conduce no solamente a la implementación de la infraestructura, si no

que también, a una adecuada coordinación entre los diferentes organismos involucrados en la toma de decisiones. Cabe destacar que en el Taller 1 los problemas más destacados de este ámbito fueron la inexistencia o deficiente mantenimiento de infraestructura, así como la deficiente tecnificación del riego y la deficiente planificación.

En el ámbito Legal se da especial énfasis a alcanzar una mayor protección de las aguas subterráneas a través de la normativa, a la necesidad de evaluar legalmente la reutilización de las aguas servidas luego de su tratamiento, y sobre la aplicación de las nuevas disposiciones del código de aguas, con dirección a una mayor disponibilidad de los recursos hídricos. Estos objetivos se condicen con los problemas planteados en el Taller #1, los que hablaban de una Inflexibilidad Normativa – en relación con aspectos deficientes o poco claros de ella – y de la inadecuada Cultura Jurídica – en relación con la excesiva judicialización y al desconocimiento de la normativa.

En el ámbito Gestión, se profundiza sobre obtener un manejo integral de los cauces, un mayor control sobre los daños provocados por los cauces, una mejor coordinación entre las instituciones, la prevención y mitigación de la contaminación, la inclusión del cuidado del agua dentro de la educación formal. Esto adquiere relación con la problemática planteada en el Taller 1, relacionada con la debilidad del aparato institucional en cuanto a la descoordinación, excesiva burocracia, débil fiscalización, etc.; debido a que se requiere una institucionalidad eficaz para el logro de estos objetivos, tanto en este ámbito, como en el resto de ellos.

En el ámbito de Calidad del Recurso Agua y Medio Ambiente, los objetivos se disgregan en varios aspectos. En cuanto a los suelos, se da énfasis a la recuperación y conservación de los suelos afectados por desertificación, erosión, contaminación y fenómenos de remoción en masa; además se desea normar sobre el uso y conservación de los lechos, especialmente en lo que se refiere a la extracción de áridos. En cuanto al agua, se desea lograr una correcta evaluación de los caudales ecológicos en la cuenca, una mejora en la representatividad de las redes de monitoreo de calidad de aguas, tanto a nivel superficial como subterráneo. Además se da importancia a la educación ambiental especialmente a nivel de escolares. La mayor parte de los objetivos priorizados tratan de mitigar o atenuar problemas existentes, sin embargo el referente a la educación ambiental pone énfasis a la prevención de la futura ocurrencia de problemas en torno al uso del agua.

Finalmente, en el ámbito Cantidad del Recurso Agua, se anhela lograr un uso eficiente de los recursos hídricos, mediante la disminución de pérdidas en los sistemas y mediante la regulación de los recursos a través de embalses. Además se busca optimizar el acceso a la información mediante sistemas de monitoreo permanente y modelos de simulación. En este mismo tema se

quiere lograr una evaluación de la pertinencia y ubicación de la actual red de monitoreo de los recursos hídricos. Esta priorización se condice con la identificación de los problemas en el Taller #1, en que el uso ineficiente del recurso hídrico y la escasez de éste, se destacan.

- **Participación Ciudadana #3:** La última actividad de participación ciudadana se realizó el día martes 11 de diciembre del 2007, y persiguió como objetivo presentar un resumen del trabajo realizado a la fecha. Adicionalmente, se incluyó un trabajo de participación en el que se evaluaron las llamadas “Matrices de Saaty” que permiten evaluar la importancia relativa de los factores a considerar para la evaluación de la prioridad de los proyectos en estudio.

En el Anexo 4-1 se presenta el detalle de las actividades realizadas. Luego, en el Anexo 4-2 se presenta el listado de los invitados a los 3 talleres. Finalmente, en el Anexo 4-3 se presentan los resultados de los talleres junto a la metodología de trabajo.

4.6 CATASTRO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS SECTOR COLINA, BATUCO, y LAMPA

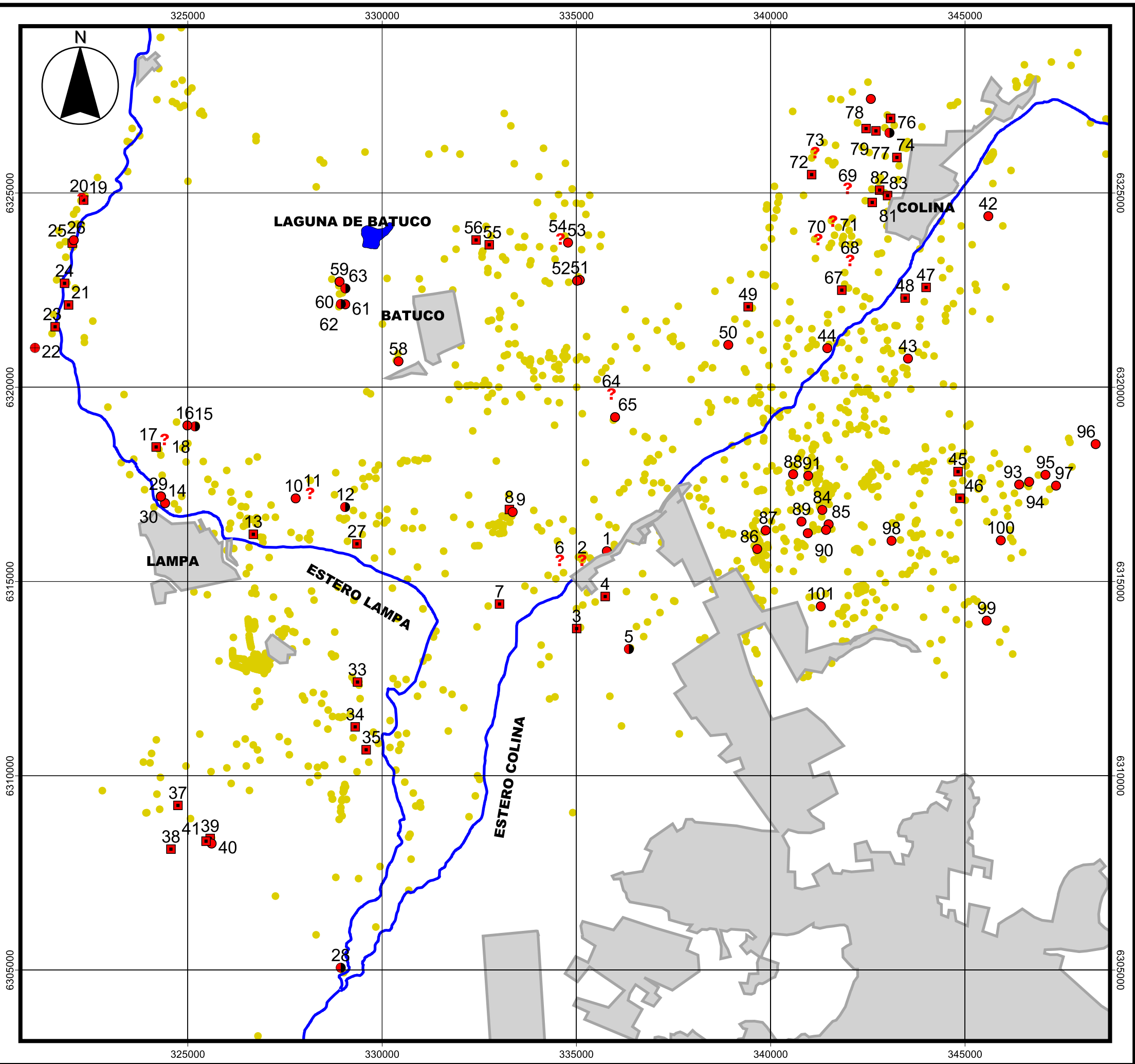
4.6.1 MUESTREO

Durante el trabajo de calibración del modelo de aguas subterráneas desarrollado en el marco del estudio de la Ref. 1, se concluyó que los bombeos en la zona de Colina, Batuco y Lampa están sobreestimados por que los niveles descienden rápida y sostenidamente mostrando una tendencia que es incompatible con lo observado en piezómetros existentes en la zona. Por esta razón, y con el fin de evaluar en forma más realista los bombeos se realizó un muestreo de las captaciones subterráneas destinado a evaluar en forma más realista el nivel de explotación del acuífero. Esto se logra con un adecuado cálculo del factor de uso del agua subterránea. Este coeficiente liga la explotación real del acuífero con la explotación autorizada según los derechos concedidos por la DGA, y viene dado por la expresión:

$$\text{Factor de Uso} = \frac{\text{Volumen Real Bombeado Anual}}{\text{Volumen Máximo de Derechos Anual}}$$

La encuesta consideró preguntas acerca de los derechos otorgados, tipo de captación, y explotación actual de la captación. Este último parámetro se caracterizó con la duración del bombeo en término de meses por año y horas por día (en promedio). En el Anexo 4-4 se muestra el formulario usado para realizar la encuesta.

En el marco de estos trabajos, se encuestaron 102 pozos (75 con catastro de terreno, y 27 pozos con información facilitada por las empresas sanitarias que abastecen la zona, y que en su momento fueron encuestados sin obtener esta información en terreno). Para definir los puntos de muestreo, se consideró encuestar pozos que abarcasen la mayor extensión posible de terreno, sin concentrarse en un sector específico de la cuenca. La ubicación de estos sondeos se presenta en la Figura 4.6.1-1. Es importante notar que en esta figura se presentan todos los pozos catastrados que se han identificado en el área de estudio como una forma de mostrar el universo de pozos considerados para el análisis. Los pozos encuestados se presentan referenciados con el número de orden presentado en el catastro que se incluye en el Anexo 4-5.



UBICACIÓN GENERAL

SIMBOLOGÍA

Hidrografía Principal
 Lagunas
 Zonas Urbanas

Pozos Totales
Pozos Encuestados
 INDUSTRIAL
 POTABLE
 RIEGO Y DOMESTI
 SIN INFORMACIÓN
 SIN USO

Datos Cartográficos
Proyección Universal Transversal Mercator
Huso 19
zona Sur

Datos Geodésicos
Elipsoide World Geodetic System 1984
Datum World Geodetic System 1984

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 MAIPO

PLANO:
UBICACIÓN POZOS
ENCUESTADOS SECTOR
COLINA-BATUCO-LAMPÁ

DIRECTOR GENERAL DE AGUAS
SR. RODRIGO WEISNER

JEFE DE DEPARTAMENTO
SR. PEDRO RIVERA

INSPECTOR FISCAL:
SR. ANDRÉS ARRIAGADA

ESCALA:
1:100000

FIGURA:
4.6.1-1

FECHA
MAYO DE 2008

4.6.2 CÁLCULO FACTOR DE USO

Para el cálculo del factor de uso se agruparon los usos del agua en 2 grandes categorías: potable y riego. En el caso potable, se asimilaron a este uso los usos identificados en el catastro como potable, doméstico, y A.P.R.

Para el caso industrial no se incluye cálculo del factor de uso ya que las industrias que se contactó para conseguir información detallada de los bombeos, no facilitaron esta información. Por otra parte, el factor de uso considerado, y que es igual a 0,3, se considera adecuado para representar al sector, ya que representa una industria que trabaja aproximadamente 8 horas al día, lo que en general es el tiempo usual de funcionamiento del tipo de industrias existentes en la zona.

Los resultados se presentan en el Cuadro 4.6.2-1 para el caso potable y Cuadro 4.6.2-2 para el caso riego.

El cálculo del factor de uso se presenta en el Cuadro 4.3.2-3.

El cálculo de los volúmenes se realizó con las siguientes relaciones:

$$\text{Volumen Derechos Anual} = 31.536 \cdot Q_{\text{Derechos}}$$

$$\text{Volumen Real Anual} = 31.536 \cdot \frac{\text{Horas}}{24} \cdot \frac{\text{Meses}}{12} \cdot Q_{\text{Real}}$$

En estas ecuaciones el caudal se mide en L/s y el volumen resulta en m³.

CUADRO 4.6.2-1
CÁLCULO VOLÚMENES POZOS AGUA POTABLE

#	Caudal (L/s)		Explotación		Volumen Derechos (m ³)	Volumen Real (m ³)
	Derechos	Real	Meses	Horas		
1	13	13	12	24	409.968	409.968
14	70	70	12	24	2.207.520	2.207.520
16	3,5	3,5	12	24	110.376	110.376
26	2	2	12	12	63.072	31.536
29	22	22	12	18	693.792	520.344
30	70	70	12	18	2.207.520	1.655.640
31	27,5	27,5	12	18	867.240	650.430
32	39,3	39,3	12	18	1.239.365	929.524
40	5	5	12	12	157.680	78.840
42	15	15	12	12	473.040	236.520
43	15	15	12	12	473.040	236.520
44	35	35	12	24	1.103.760	1.103.760
50	2	2	12	12	63.072	31.536
53	7	7	12	24	220.752	220.752
58	90	90	12	18	2.838.240	2.128.680
78	9	9	12	12	283.824	141.912
84	22	13,8	12	18	693.792	326.398
85	18,5	19,6	12	18	583.416	463.579
86	40	15,7	12	18	1.261.440	371.336
87	20	17,6	12	18	630.720	416.275
88	54	37,1	12	18	1.702.944	877.489
89	30	30	12	18	946.080	709.560
90	80	50	12	18	2.522.880	1.182.600
91	8	0	12	0	252.288	0
92	40	2,51	12	18	1.261.440	59.367
93	25	12,9	12	18	788.400	305.111
94	32,5	13,1	12	18	1.024.920	309.841
95	30	10,5	12	18	946.080	248.346
96	40	9,5	12	18	1.261.440	224.694
97	28	17,24	12	18	883.008	407.760
98	15	15,7	12	18	473.040	371.336
99	18	16,1	12	18	567.648	380.797
100	11	24,2	12	18	346.896	572.378
101	18,5	7,3	12	18	583.416	172.660
102	50	50	12	24	1.576.800	1.576.800

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 4.6.2-2
CÁLCULO VOLÚMENES POZOS RIEGO

#	Caudal (L/s)		Explotación		Volumen Derechos (m ³)	Volumen Real (m ³)
	Derechos	Real	Meses	Horas		
7	16,6	16,6	9	8	523.498	130.874
13	19	19	12	2	599.184	49.932
17	30	30	4	6	946.080	78.840
19	50	50	4	6	1.576.800	131.400
22	30	30	6	12	946.080	236.520
23	50	50	4	15	1.576.800	328.500
24	50	50	4	15	1.576.800	328.500
25	12	12	4	10	378.432	52.560
27	60	60	4	3	1.892.160	78.840
33	65	65	4	12	2.049.840	341.640
34	10	10	4	8	315.360	35.040
35	10	10	4	8	315.360	35.040
37	35	35	4	0	1.103.760	0
38	35	35	4	10	1.103.760	153.300
39	30	30	4	18	946.080	236.520
41	43	43	4	18	1.356.048	339.012
45	30	30	6	12	946.080	236.520
46	30	30	6	12	946.080	236.520
47	70	70	6	8	2.207.520	367.920
48	60	60	6	12	1.892.160	473.040
49	60	60	6	4	1.892.160	157.680
56	30	30	6	12	946.080	236.520
67	85	85	4	3	2.680.560	111.690
72	15	15	6	12	473.040	118.260
74	38	38	6	12	1.198.368	299.592
75	50	50	6	12	1.576.800	394.200
79	30	30	6	12	946.080	236.520
80	40	40	6	12	1.261.440	315.360
81	40,5	40,5	6	12	1.277.208	319.302
82	14	14	6	12	441.504	110.376
83	100	100	6	12	3.153.600	788.400

Fuente: Elaboración Propia

Con los resultados del análisis de los volúmenes de explotación presentados en los Cuadros 4.6.2-1 y 4.6.2-2 para los sondeos en forma individual, se preparó el Cuadro 4.6.2-3, en el que se resumen los volúmenes asociados a derecho, real explotado, y el factor de uso definido como valor base. Al analizar los valores presentados, se concluye que efectivamente, el factor de uso considerado tiende a sobreexplotar el bombeo desde el acuífero para ambos usos. En el caso potable, el factor se reduce en un 17,3% y en el caso riego en un 28%.

**CUADRO 4.6.2-3
FACTOR DE USO**

USO	Volumen Derechos (m ³)	Volumen Real (m ³)	Factor de Uso	
			Calculado	Valor Base
Potable	31.718.909	19.670.186	0,62	0,75
Riego	39.044.722	6.958.418	0,18	0,25

Fuente: Elaboración Propia

4.7 MUESTREO AGROLÓGICO Y PRUEBAS DE INFILTRACIÓN

4.7.1 GENERALIDADES

Uno de los elementos importantes para la modelación matemática de la cuenca es la generación sintética de caudales en cuencas pluviales. Tal como se plantea en el Acápite 5.1.1.5, este análisis se realiza con la ayuda del modelo matemático MPL. Este modelo requiere diferentes tipos de información. Entre otras se requieren parámetros que caracterizan el suelo de la cuenca analizada. Tradicionalmente, ese tipo de parámetros ha sido considerado constante para todas las cuencas en las que ese modelo ha sido aplicado, usándose los valores generados para la cuenca Lliu Lliu ubicada en la Región de Valparaíso. Lo anterior, hace que las generaciones sintéticas no tomen en cuenta las características propias y disímiles de las diferentes cuencas.

Con este fin, se planteó la necesidad de realizar un muestreo en terreno para evaluar los parámetros de suelo de una cuenca representativa. Para esto, la Inspección Fiscal, seleccionó la cuenca de la localidad de El Monte como representativa. Dentro de la cuenca del río Maipo, la cuenca de El Monte se encuentra al sur poniente, exactamente en la parte superior de la confluencia del río Maipo con el río Mapocho. Administrativamente pertenece principalmente a las comunas de El Monte y una parte de la comuna de Melipilla. La cuenca del Monte presenta una precipitación media anual de 412 mm, superior al promedio anual de la Región Metropolitana. Además, presenta una evapotranspiración de 1.231,4 mm de promedio anual. Según el estudio agroclimático del proyecto Maipo², la cuenca del Monte se encuentra en el distrito III-6. En este distrito la temperatura máxima de enero y mínima de julio son 29.3 y 3.1 ° C respectivamente, el periodo libre de heladas corresponde a 236 días, lo que equivale al 66% del año, al mismo tiempo el número de días cálidos es de 120, lo que corresponde a un tercio del año con temperaturas sobre los 25° C.

² Proyecto Maipo. IPLA Ingenieros Consultores-CNR, 1987

4.7.2 SELECCIÓN DE PUNTOS MUESTREO

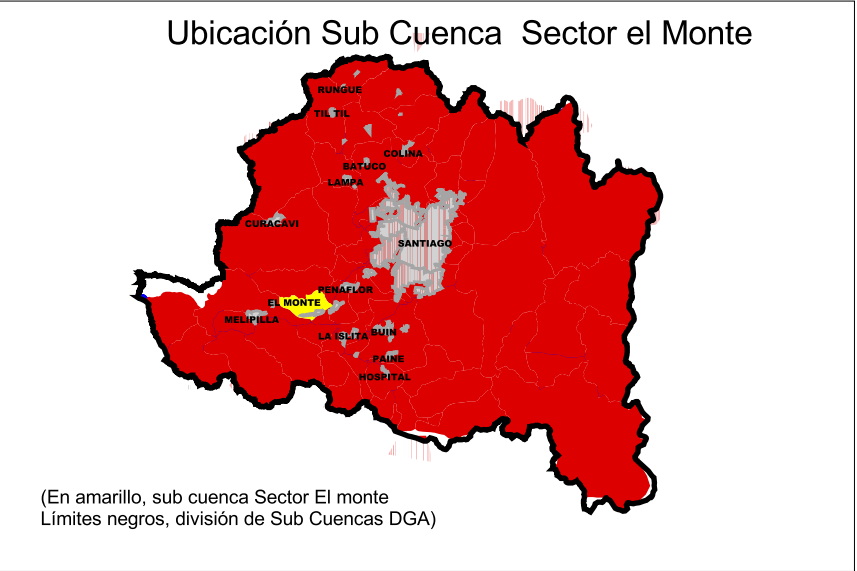
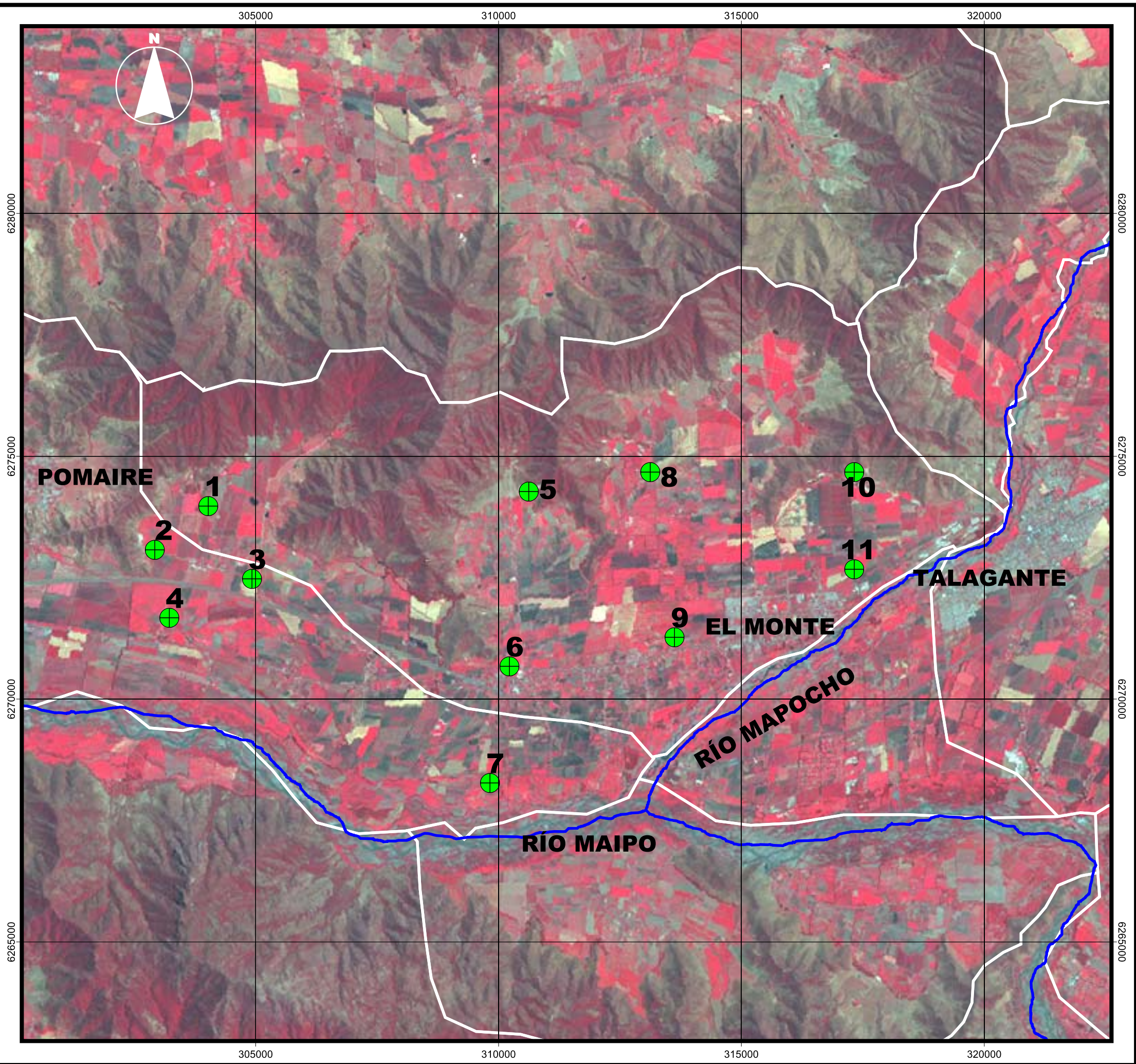
El día 29 de mayo de 2007 se realizó una visita al sector con el fin de definir los sectores a muestrear para generar la información necesaria para el análisis descrito en la sección anterior. Con el fin de tener información de calidad y adecuada distribución espacial, se seleccionaron 11 sectores en la cuenca los que se muestran en la Figura 4.7.2-1. Las coordenadas UTM obtenidas con GPS y apoyo de las planchetas IGM escala 1:50.000 Datum 56, se presentan en el Cuadro 4.7.2-1.

**CUADRO 4.7.2-1
UBICACIÓN PUNTOS DE MUESTREO SELECCIONADOS
MUESTREO AGROLÓGICO Y PRUEBAS DE INFILTRACIÓN**

Punto	Sector	Coordenada UTM		Carta IGM
		Este	Norte	
1	Santillana	304.200	6.274.300	E-64 Melipilla
2	Las Rosas de Chiñihue	303.100	6.273.400	E-64 Melipilla
3	Las Rosas de Chiñihue	305.100	6.272.800	E-64 Melipilla
4	Arboleda de Chiñihue	303.400	6.272.000	E-64 Melipilla
5	Paico Arriba	310.800	6.274.600	E-64 Melipilla
6	Señal El Paico	310.400	6.271.000	E-64 Melipilla
7	San Bernardo	310.000	6.268.600	E-64 Melipilla
8	Huingán	313.300	6.275.000	E-64 Melipilla
9	Santa Juana	313.800	6.271.600	E-64 Melipilla
10	Canal El Paico	317.500	6.275.000	E-65 Talagante
11	Santa Cecilia	317.500	6.273.000	E-65 Talagante

Referencia Cartográfica: Datum Sud Americano 56, Uso 19

Estos 11 puntos se seleccionaron de manera que representen adecuadamente la cuenca (en forma espacial) y las distintas realidades presentes. De esta manera se describen los sectores cercanos a los cerros, áreas cultivadas, y sectores cercanos al río Maipo.



Punto	Sector
1	Santillana
2	Las Rosas de Chiñihue
3	Las Rosas de Chiñihue
4	Arboleda de Chiñihue
5	Paico Arriba
6	Sesal El Paico
7	San Bernardo
8	Huingán
9	Santa Juana
10	Canal El Paico
11	Santa Cecilia

SIMBOLOGÍA

- Limites Subcuencas
- Ríos
- Puntos muestreados

Datos Cartográficos
Proyección Universal Transversal Mercator
Huso 19
zona Sur

Datos Geodésicos
Elipsoide World Geodetic System 1984
Datum World Geodetic System 1984

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 MAIPO

PLANO:
UBICACIÓN SECTORES
PRUEBAS DE INFILTRACIÓN
SECTOR EL MONTE

DIRECTOR GENERAL DE AGUAS
SR. RODRIGO WEISNER

JEFE DE DEPARTAMENTO
SR. PEDRO RIVERA

INSPECTOR FISCAL:
SR. ANDRÉS ARRIAGADA

ESCALA:
1:80000
500 0 500 1000 1500 Meters

FIGURA:
4.7.2-1

FECHA
MAYO DE 2008

4.7.3 DESARROLLO Y RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN

Las pruebas de infiltración se realizaron con un cilindro infiltrómetro repleto de agua, rodeado por un surco al que se le agrega agua en forma constante, tal como se muestra en la fotografía de la Figura 4.7.3-1. De esta forma se obtiene el efecto de un doble infiltrómetro, en el que el cilindro exterior previene que las líneas de flujo del escurrimiento dejen de ser verticales. Por esta razón, el volumen de agua que se agrega al surco exterior no es relevante, sino que lo que es relevante es mantener agua presente en él.

Por otra parte, y desde el punto de vista de la medición propiamente tal, para estas pruebas se registró el nivel de agua que desciende del cilindro, medido desde el borde del cilindro hacia abajo. La medición se llevó a cabo cada cinco minutos los primeros treinta minutos y luego cada diez minutos hasta completar dos horas. Es importante indicar que en aquellos casos en los que se observa que el descenso se estabiliza, el tiempo de medición puede acortarse.

**FIGURA 4.7.3-1
CILINDRO INFILTRÓMETRO**



Los resultados de las pruebas se presentan en el Anexo 4-6, y en el Cuadro 4.7.3-1 se presenta un resumen con las infiltraciones calculadas, incluyendo el valor promedio. Es interesante observar que existe una gran dispersión en los valores, esto es dado por las condiciones locales existentes en la cuenca.

CUADRO 4.7.3-1 RESULTADOS PRUEBAS DE INFILTRACIÓN

Punto	Infiltración (mm/h)
1	108
2	48
3	36
4	240
5	240
6	12
7	24
8	36
9	48
10	12
11	42
Promedio	77
Mínimo	12
Máximo	240

Fuente: Elaboración Propia

4.7.4 MUESTREO AGROLÓGICO

Posteriormente, personal del Departamento de Ingeniería y Suelos de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile realizó el muestreo agrológico para los sectores definidos en el Cuadro 4.7.2-1. Este muestreo considera la evaluación de los siguientes parámetros:

- Textura: Distribución de arena, limo, y arcilla en la fracción fina del suelo (en %)
- Materia orgánica: Representa la cantidad de materia orgánica en el suelo (en %)
- Densidad aparente
- Humedad

Los resultados del muestreo agrológico se muestran en el Cuadro 4.7.4-1. Los resultados de laboratorio asociados, se encuentran en Anexo 4-7.

De acuerdo a este cuadro, se puede señalar que la presencia de texturas Franco arenosas a Franco arcillosas, no representa una limitación a los procesos de infiltración y drenaje interno del agua al suelo, más bien los favorece. En cuanto al drenaje externo (percolación profunda), se verá favorecido en aquellos puntos de textura Franca a Franco-arenosa. Es importante tener en cuenta que existen altos contenidos de materia orgánica, salvo puntos 2, 5, 9, 10, lo que favorece la formación

de estructura en el suelo adecuada para mantener las propiedades físico-hídricas del suelo que permiten privilegiar los procesos de ingreso y movimiento de agua en el suelo. No obstante, se encuentra un sitio de muestreo con textura fina que limita tanto la infiltración como el drenaje interno y externo del agua en el suelo. Además, posee un bajo contenido de materia orgánica que no favorece la formación de estructura.

**CUADRO 4.7.4-1
RESULTADOS MUESTREO AGROLÓGICO**

N°	Granulometría (%)			Textura (USDA)	Densidad Aparente (g/cm ³)	Materia Orgánica (%)
	A	L	a			
1	12,9	39,4	47,7	F-Fa	1,03	5,0
2	36,2	19,0	44,8	Aa	1,75	0,4
3	19,3	49,0	30,8	F	0,94	3,8
4	24,4	50,5	25,1	F	1,16	4,3
5	21,4	21,4	57,2	FAa	1,74	0,8
6	38,9	34,6	26,5	FA	1,33	6,3
7	28,4	34,8	36,8	FA	1,75	5,3
8	24,0	39,1	36,9	F	1,01	5,0
9	17,2	23,5	59,3	Fa	1,85	1,1
10	41,8	20,1	38,1	A	1,68	0,8
11	34,8	39,6	25,6	FA	1,47	7,4

A: Arena

L: Limo

a: Arcilla

F: Terreno Franco

Fa: Terreno Franco Arcilloso

FA: Terreno Franco Arenoso

FA: Terreno Franco Arenoso-Arcilloso

Aa: Terreno Arenoso-Arcilloso

Fuente: Universidad de Chile

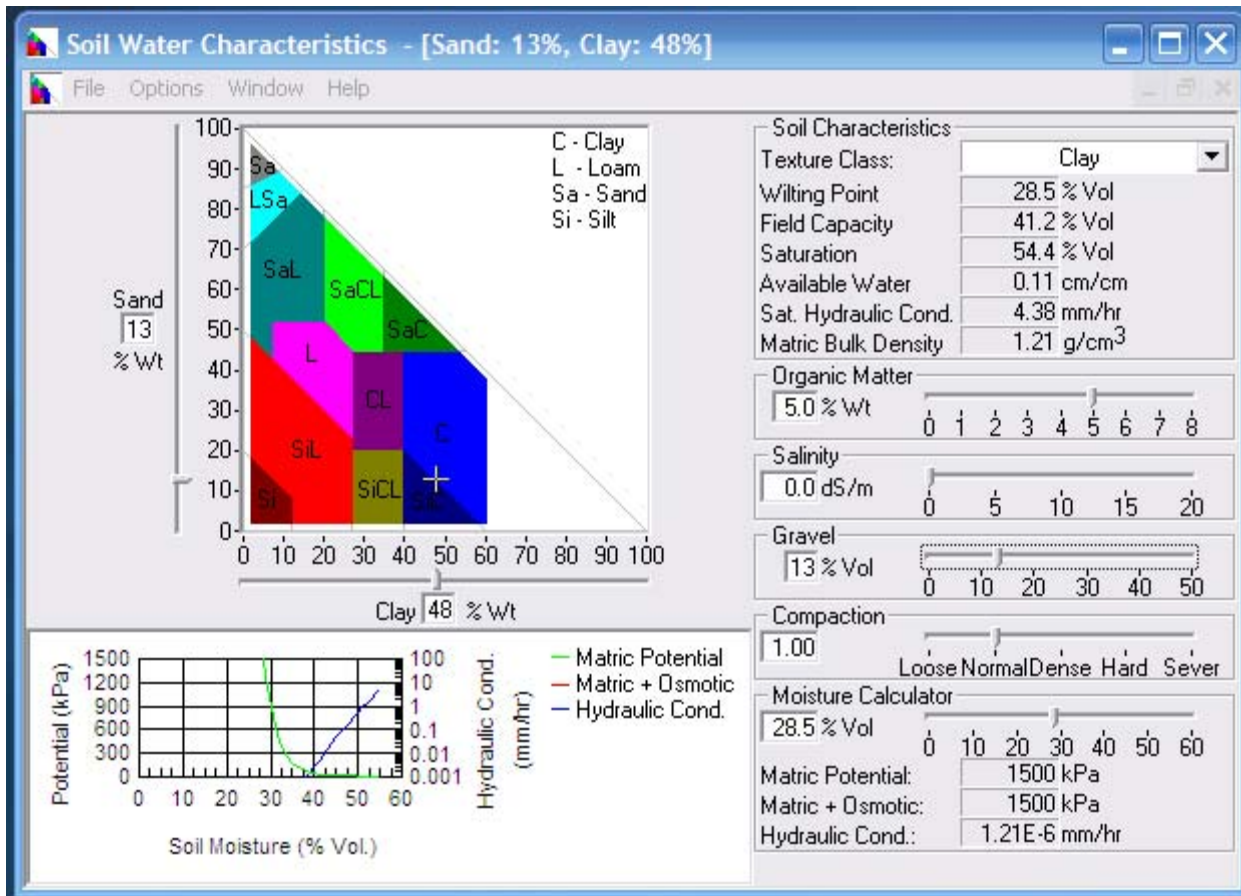
4.7.5 ANÁLISIS INFORMACIÓN AGROLÓGICA

Posteriormente se aplicó el modelo Soil Water Characteristics³ (SWC) del USDA (United States Department of Agriculture) para calcular los parámetros hidráulicos de

³ Saxton, K. E., y Rawls, W. J. .“Soil Water Characteristic Estimates by Texture and Organic Matter for Hydrologic Solutions”, Journal of the Soil Science Society of America, 2006 (70)

interés para el modelo MAGIC-Maipo. Estos parámetros son: Capacidad de Campo (CC), Punto de Marchitez Permanente (PMP), Permeabilidad (K), y Densidad (ρ). Este modelo es la representación computacional de un método de correlaciones que liga las variables medidas con las deseadas, por ejemplo, la capacidad de campo se representa como una función no-lineal del porcentaje de arena, arcilla, materia orgánica, y grava.. En este modelo La interfaz gráfica que define este modelo se presenta en la Figura 4.7.5-1.

FIGURA 4.7.5-1
INTERFAZ MODELO SOIL WATER CHARACTERISTICS (SWC)



Fuente: Saxton et. Al., USDA

El Cuadro 4.7.5-1 muestra los resultados de la aplicación del modelo SWC a los puntos muestrales, junto con los parámetros calculados usando la información contenida en el estudio agrológico Maipo para la cuenca El Monte. Si se observa la figura en forma detenida, se visualiza que esta figura representa al punto de

muestreo #1, en el que la arena tiene un 12,9% de arena, 47,7% de arcilla, 5% de materia orgánica. Para la grava se asumió un porcentaje igual a la arena ya que esta variable no fue medida. Con estos valores se obtuvo una capacidad de campo del 41,2% y un punto de marchitez permanente de 28,5%.

CUADRO 4.7.5-1
RESULTADOS PROCESADOS MUESTREO AGROLÓGICO

Nº Muestra	CC (%Vol)	PMP (%Vol)	K (mm/h)	ρ (g/cm³)
1	41,2	28,5	4,4	1,2
2	39,2	26,9	0,5	1,4
3	36,5	19,9	8,3	1,3
4	34,5	17,2	13,2	1,3
5	45,6	33,5	0,4	1,3
6	34,5	19,5	13,1	1,2
7	38,0	23,7	6,0	1,3
8	38,2	23,5	6,6	1,2
9	46,1	34,5	0,6	1,3
10	35,0	23,0	1,1	1,5
11	35,8	19,4	19,9	1,1
PROMEDIO	38,6	24,5	6,8	1,3
MINIMO	34,5	17,2	0,4	1,1
MÁXIMO	46,1	34,5	19,9	1,5
Estudio Agrológico Maipo	28,1	14,2	6,8	1,5

Fuente: Elaboración Propia

En primer lugar se observa que la permeabilidad predicha por el modelo es en promedio igual a la permeabilidad medida en el Proyecto Maipo. En segundo lugar, se tiene que la densidad modelada es similar a la densidad medida. Por otra parte se tiene que la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente evaluados con el estudio agrológico del Maipo son menores a los observados en terreno. No obstante lo anterior, usar valores menores para estos parámetros permite trabajar en forma más conservadora. Por esta razón, es posible usar los resultados contenidos en el estudio Agrológico Maipo como representativos (aunque conservadores) de la cuenca de El Monte en primer lugar.

Es importante clarificar que sin el muestreo en terreno no sería posible considerar el estudio Agrológico del maipo como una fuente de información válida ya que se ejecutó hace unos 20 años. Adicionalmente, el hecho de verificar la validez del estudio

agrológico permite caracterizar la cuenca en su totalidad sin el altísimo costo de una campaña de terreno por cada una de las cuencas en estudio. En nuestro caso, sobre 50 cuencas de tipo pluvial.

Otro punto que debe considerarse es que posteriormente, cuando se calibre el modelo MPL para evaluar la escorrentía en cuencas pluviales, sólo se dispone de la información contenida en el estudio de la Ref. 20, ya que no se dispone de análisis de terreno realizados en la cuenca del estero Lliu-Lliu de la Región de Valparaíso. Por lo tanto, la única manera de validar la información contenida en el estudio citado anteriormente es de tipo metodológico. Esto es, porque los estudios de la Ref. 19, 20 y 21 fueron desarrollados usando la misma metodología de trabajo. Por lo tanto, si es posible validar un estudio, es posible aceptar que los datos contenidos en el otro estudio son igual de válidos.

Un último punto se refiere a los resultados de las pruebas de infiltración que se presentaron anteriormente en el Acápite 4.7.3. Al comparar los resultados incluidos en el Cuadro 4.7.3-1 con los del Cuadro 4.7.5-1, se observan grandes discrepancias en al menos 3 de los puntos. Esto se debe fundamentalmente a que las pruebas de infiltración se realizan en terreno, con las condiciones imperantes, pero el análisis de laboratorio se realiza con la muestra de terreno en condiciones de laboratorio, sin considerar las condiciones de drenaje del sector que permitan un tránsito más rápido del agua, lo que explica las diferencias. No obstante lo anterior, en general los valores son bastante concordantes y más conservadores que los medidos en terreno, por lo que se aceptan como válidos para su aplicación posterior.

Siguiendo el razonamiento anterior, el análisis desarrollado en este Capítulo permite concluir que el análisis realizado en terreno es concordante con la información reportada en los estudios de la Ref. 19 y 20. Por lo tanto, si la metodología de trabajo usada en estos estudios es válida, entonces, se espera que lo reportado en el estudio de la Ref. 21 también lo sea. De esta manera, la calibración del modelo MPL puede llevarse a cabo, ya que la información utilizada como inicial es de buena calidad. El detalle de la calibración del modelo MPL se presenta en el Addendum MAGIC-Maipo.

5. ACTUALIZACIÓN DEL DIAGNÓSTICO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

En esta sección se presenta una actualización del diagnóstico presentado en la Ref. 1, incluyendo tanto la situación actual como la situación futura. Este capítulo se divide en 5 secciones:

- Oferta de Recursos Hídricos
- Aspectos Ambientales
- Calidad del Agua
- Demandas de Agua
- Infraestructura de Aprovechamiento y Monitoreo

5.1 OFERTA DE RECURSOS HÍDRICOS

La oferta de recursos hídricos se divide en recursos superficiales y subterráneos, los que son evaluados usando como base la información contenida en el estudio de la Ref. 1.

5.1.1 RECURSOS SUPERFICIALES

5.1.1.1 Generalidades

En Marzo de 2007, 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 Maipo” a través de la empresa consultora Conic-Bf (Ref. 1). En dicho estudio, se analizó y completó la estadística necesaria para la operación del modelo MAGIC-Maipo, de forma de extender el período de calibración y validación hasta el año 2004/05, extendiendo las estadísticas presentadas en el estudio de la Ref. 10.

En el presente capítulo, se verificó y actualizó dicha información, con el fin de ser incorporada al modelo MAGIC-Maipo, considerando el período de calibración extendido hasta la temporada 2005/06. La información actualizada se refiere a:

- Precipitaciones
- Fluviometría

5.1.1.2 Pluviometría

En el estudio de la Ref. 1 se generaron series pluviométricas completas (corregidas, rellenadas, extendidas y homogenizadas) durante el período Abril de 1950 a Marzo de 2004 para las 17 estaciones requeridas para el modelo MAGIC-Maipo, el modelo

pluvial para generar los caudales de las cuencas pluviales no controladas y para generar los caudales de las nivo-pluviales no controladas. El proceso de análisis se comenzó con la selección de 36 estaciones controladas por la DGA y la DMC. Este conjunto de estaciones incluía algunas estaciones ubicadas fuera de la cuenca para ayudar al relleno de las estadísticas. Posteriormente se seleccionó un sub-conjunto de 22 estaciones usadas para definir un patrón de precipitaciones a usarse para el relleno y corrección de las restantes estadísticas.

El análisis continuó dividiendo el área de estudio en las mismas dos zonas consideradas en el Proyecto Maipo¹ y posteriormente en el estudio de la Ref. 10 y que corresponden a la Zona Cordillera y a la Zona Media Baja. Estas zonas quedaron representadas por las siguientes estaciones:

- **Zona Cordillera:** Estaciones Maitenes, La Florida, La Obra, San José Retén, San José de Maipo, El Yeso, San Alfonso, Queltehues, Las Melosas, y Santiago en Quinta Normal.
- **Zona Media Baja:** Estaciones Casablanca, Punta Panul, Caleu, Rungue, Polpaico, Colliguay, Esmeralda de Colina, Batuco Retén, Valle Hermoso, Huinganal, Cerro Calán, Curacaví, Santiago (M.O.P.), Tobalaba, Los Cerrillos, El Bosque, San Bernardo, Peñaflor, Cerrillos de Leyda, Melipilla, Carmen de Las Rosas, El Tránsito, Aculeo, Hacienda Chada, Santo Domingo, San Enrique, y Santiago en Quinta Normal.

Posteriormente, fueron escogidas 4 estaciones de cada una de las zonas para obtener los patrones pluviométricos respectivos. Para la zona Cordillera, las estaciones seleccionadas fueron: Santiago Quinta Normal, La Florida, La Obra y Queltehues; así con las estadísticas de precipitaciones anuales de estas cuatro estaciones se generó el Patrón Cordillera (PPC); mientras que, para la zona Media-Baja, las estaciones fueron: Santiago Quinta Normal, Cerrillos de Leyda, San Bernardo y Hacienda Chada, con lo que también se generó, mediante las estadísticas de precipitaciones anuales, el Patrón Media-Baja (PPMB). Estos patrones se utilizaron para generar las curvas doble acumuladas de las estadísticas anuales de cada una de las 22 estaciones pluviométricas seleccionadas para los cálculos. Estas curvas permiten conocer la consistencia de las estadísticas generadas y, si así se requiere, permiten corregir valores que puedan estar fuera de los rangos adecuados al momento de realizar el relleno por medio de correlaciones y/o algún otro método estadístico. Los Cuadros 5.1.1.2-1 y 5.1.1.2-2 muestran las correlaciones finales obtenidas comparando los resultados generados en los estudios del año 2000 y 2007 junto con lo generado en este estudio.

Tal Como se observa en los Cuadros 5.1.1.2-1 y 5.1.1.2-2, las correlaciones entre las estadísticas de cada estación con su respectivo patrón no variaron en forma

¹Proyecto Maipo. IPLA Ingenieros Consultores-CNR, 1979

significativa. Al mismo tiempo tampoco se produjeron grandes cambios en los coeficientes R^2 , los cuales se mantuvieron en valores muy cercanos a 1. Con esto se comprobó que los valores resultantes del estudio de la Ref. 1 presentan una correcta consistencia, por lo que es posible mantener estas estadísticas que corresponden al período entre los años 1950/51 hasta 2004/05, sin modificaciones.

**CUADRO 5.1.1.2-1
RESULTADOS CURVAS DOBLE ACUMULADAS ANUALES
ZONA CORDILLERA**

Estación	Relación al período 1997/98		Relación al período 2004/05		Relación al período 2005/06	
	Recta de Regresión	R^2	Recta de Regresión	R^2	Recta de Regresión	R^2
Santiago – Quinta Normal	$y = 0,6137x$	0,9997	$y = 0,6138x$	0,9998	$y = 0,6137x$	0,9998
La Florida	$y = 0,8264x$	0,9999	$y = 0,8234x$	0,9998	$y = 0,823x$	0,9998
La Obra	$y = 1,2171x$	0,9998	$y = 1,2115x$	0,9997	$y = 1,2112x$	0,9997
Queltehues	$y = 1,3428x$	0,9995	$y = 1,3513x$	0,9994	$y = 1,351x$	0,9994
Maitenes Planta	$y = 0,8684x$	0,9998	$y = 0,8595x$	0,9992	$y = 0,8586x$	0,9991
El Yeso	$y = 1,0387x$	0,9992	$y = 1,0463x$	0,9990	$y = 1,048x$	0,9988
Las Melosas	$y = 1,4533x$	0,9998	$y = 1,447x$	0,9994	$y = 1,4448x$	0,9992

Fuente: Modificado de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

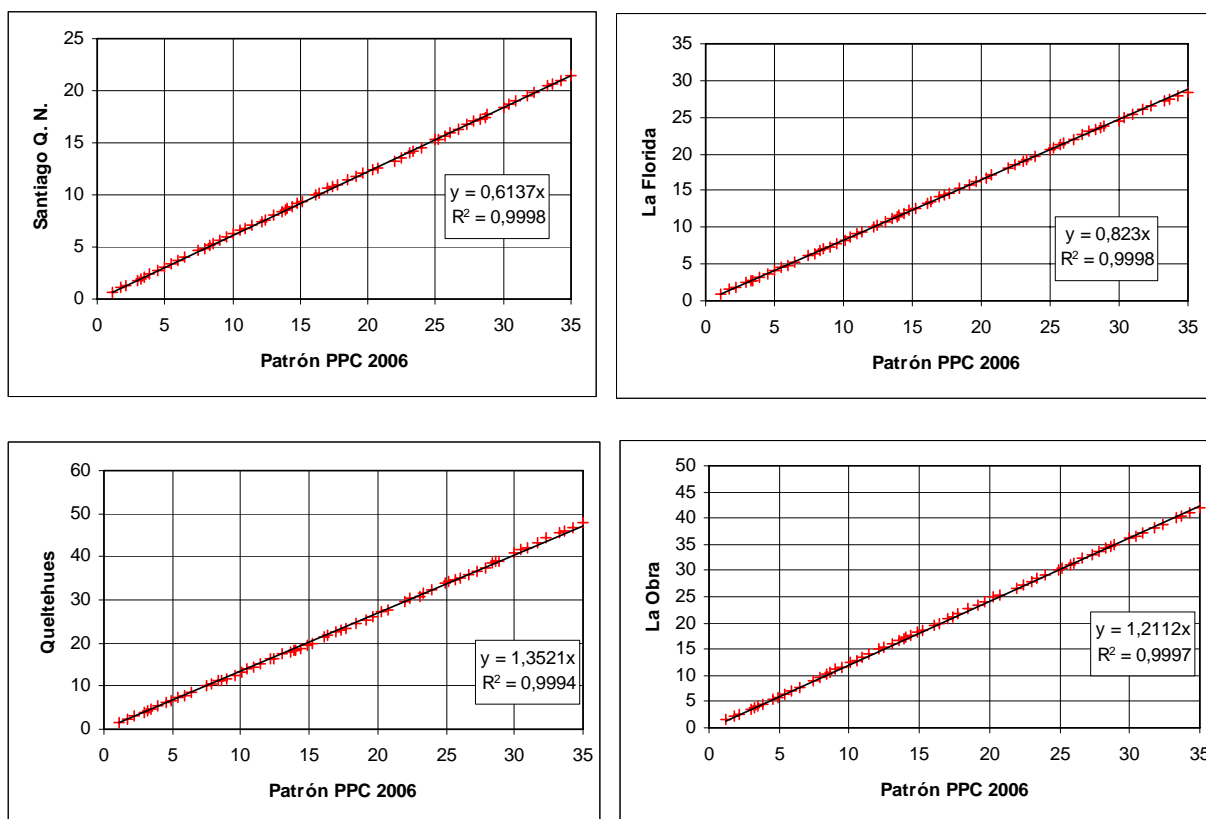
CUADRO 5.1.1.2-2
RESULTADOS CURVAS DOBLE ACUMULADAS ANUALES
ZONA MEDIA-BAJA

Estación	Relación al período 1997/98		Relación al período 2004/05		Relación al período 2005/06	
	Recta de Regresión	R ²	Recta de Regresión	R ²	Recta de Regresión	R ²
Santiago – Quinta Normal	$y = 0,79x$	0,9993	$y = 0,7892x$	0,9995	$y = 0,7892x$	0,9996
San Bernardo	$y = 0,8751x$	0,9999	$y = 0,8765x$	0,9999	$y = 0,8766x$	0,9999
Cerrillos de Leyda	$y = 1,0393x$	0,9991	$y = 1,0388x$	0,9994	$y = 1,0388x$	0,9994
Hacienda Chada	$y = 1,2959x$	0,9999	$y = 1,2956x$	0,9999	$y = 1,2954x$	0,9999
Casablanca	$y = 0,8908x$	0,9994	$y = 0,8949x$	0,9994	$y = 0,8956x$	0,9993
Punta Panul	$y = 0,9369x$	0,9991	$y = 0,9292x$	0,9987	$y = 0,9282x$	0,9987
Caleu	$y = 1,4968x$	0,9999	$y = 1,4833x$	0,9989	$y = 1,4833x$	0,9989
Rungue	$y = 0,8668x$	0,9991	$y = 0,8698x$	0,9993	$y = 0,8702x$	0,9993
Polpaico	$y = 0,7822x$	0,9998	$y = 0,7812x$	0,9999	$y = 0,7812x$	0,9999
Colliguay	$y = 1,5124x$	0,9998	$y = 1,5093x$	0,9998	$y = 1,509x$	0,9998
Esmeralda de Colina	$y = 0,7104x$	0,9994	$y = 0,7089x$	0,9995	$y = 0,7089x$	0,9996
Valle Hermoso	$y = 0,6674x$	0,9997	$y = 0,6683x$	0,9998	$y = 0,6683x$	0,9998
Fundo Huinganal	$y = 1,0394x$	0,9984	$y = 1,0394x$	0,9989	$y = 1,0394x$	0,999
Curacavi	$y = 0,8568x$	0,9996	$y = 0,8563x$	0,9998	$y = 0,8563x$	0,9998
Terraza DGA	$y = 0,7659x$	0,9999	$y = 0,7659x$	0,9999	$y = 0,7659x$	0,9999
Tobalaba	$y = 0,7852x$	0,9995	$y = 0,7875x$	0,9995	$y = 0,7875x$	0,9996
Los Cerrillos	$y = 0,7551x$	0,9998	$y = 0,7536x$	0,9998	$y = 0,7536x$	0,9998
El Bosque	$y = 0,8303x$	0,9998	$y = 0,8301x$	0,9999	$y = 0,8301x$	0,9999
Melipilla	$y = 0,8057x$	0,9992	$y = 0,8101x$	0,9992	$y = 0,8101x$	0,9992
Carmen de las Rosas	$y = 1,0789x$	0,9997	$y = 1,0686x$	0,9989	$y = 1,0674x$	0,9988
El Tránsito	$y = 1,1288x$	0,9999	$y = 1,1294x$	0,9999	$y = 1,1294x$	0,9999
Aculeo	$y = 1,4968x$	0,9999	$y = 1,4897x$	0,9997	$y = 1,4885x$	0,9997
Santo Domingo	$y = 1,305x$	0,9970	$y = 1,2857x$	0,9956	$y = 1,2834x$	0,9955
San Enrique	$y = 1,4615x$	0,9984	$y = 1,4471x$	0,9980	$y = 1,4454x$	0,9979

Fuente: Modificado de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

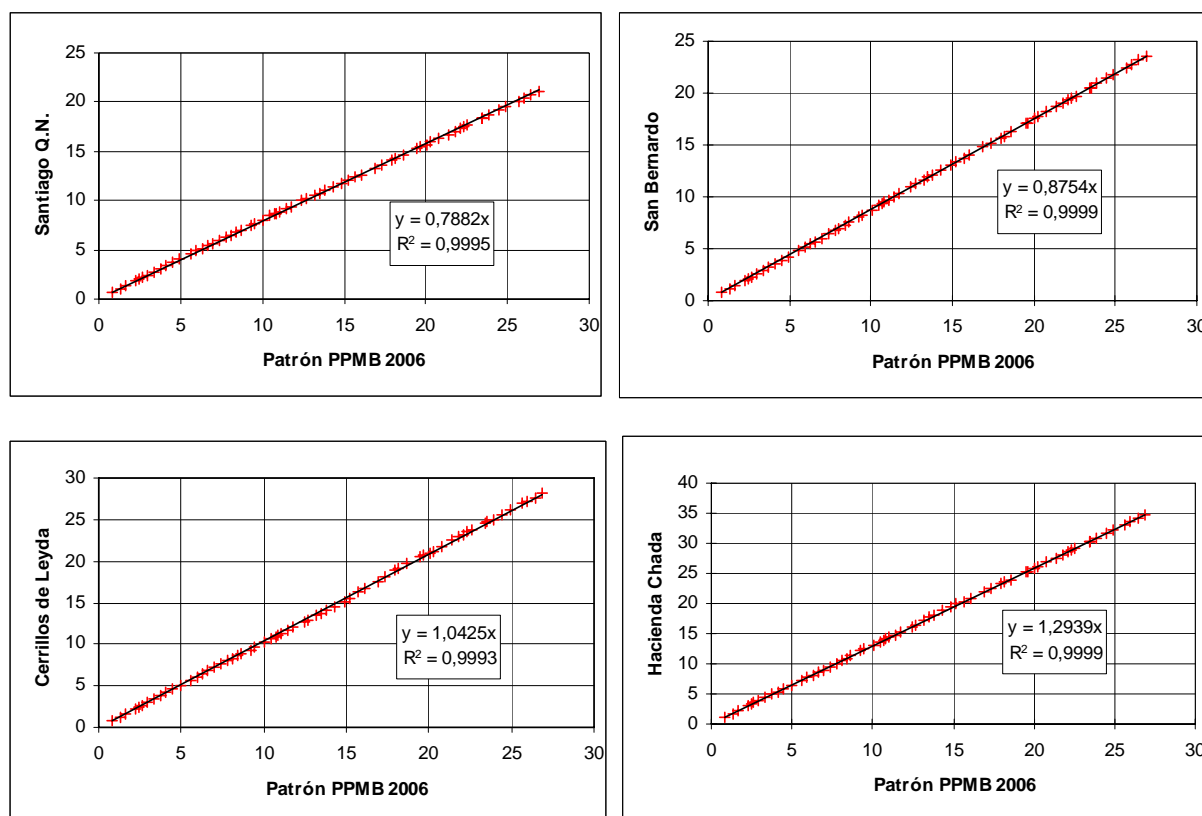
En las Figuras 5.1.1.2-1 y 5.1.1.2-2 se presentan las curvas doble acumuladas para las estaciones que conforman los patrones pluviométricos PPC y PPMB. El resto de las curvas se presentan en el Anexo 5-1.

FIGURA 5.1.1.2-1
CURVAS DOBLE ACUMULADAS ANUALES
PRECIPITACIONES ANUALES AL 2006 (miles mm)
PATRÓN ZONA CORDILLERA (PPC)



Fuente: Modificado de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

FIGURA 5.1.1.2-2
CURVAS DOBLE ACUMULADAS ANUALES
PRECIPITACIONES ANUALES AL 2006 (miles mm)
PATRÓN ZONA MEDIA BAJA (PPMB)



Fuente: Modificado de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

Una vez realizado el relleno y las eventuales correcciones de los valores anuales de precipitación se procedió a realizar la revisión de los valores mensuales de precipitación de las distintas estaciones y en el caso de encontrar valores faltantes se realizó el relleno de éstos siguiendo el siguiente proceso:

- En el caso en que faltaran algunos meses dentro del año se realizaron regresiones entre los valores de cada mes con distintas estaciones, así al obtener los nuevos valores rellenos se procedía a corregir el valor anual.
- En el caso de que faltara el año completo se utilizaron los valores de precipitación mensual de la estación que presentaba la mejor correlación anual con la estación a rellenar (según se observa en los Cuadros 5.1.1.2-3 y 5.1.1.2-4 en el que se comparan las correlaciones obtenidas en el estudio del

año 2000 y las generadas previa actualización en este estudio). Así se generaron los valores a rellenar tomando el valor anual obtenido anteriormente y distribuyéndolo de manera mensual de la misma forma como se distribuyen en la estación de mejor correlación anual.

CUADROS 5.1.1.2-3
RESUMEN DE CORRELACIONES Y REGRESIONES ANUALES
ESTACIONES ZONA CORDILLERA

Estación	Relación al período 1997/98			Relación al período 2005/06		
	Recta de Regresión		R ²	Recta de Regresión		R ²
Maitenes	1,398	SQN	0,843	1,396	SQN	0,845
La Florida	1,330	SQN	0,924	1,334	SQN	0,923
La Obra	1,952	SQN	0,847	1,954	SQN	0,846
San José Retén	1,120	PPC	0,827	1,123	PPC	0,826
San José de Maipo	1,080	PPC	0,929	1,075	PPC	0,928
El Yeso	1,677	SQN	0,777	1,674	SQN	0,779
San Alfonso	1,090	PPC	0,987	1,093	PPC	0,989
Queltehues	2,200	SQN	0,734	2,202	SQN	0,736
Las Melosas	2,392	SQN	0,736	2,394	SQN	0,737

Nota:

SQN = Santiago en Quinta Norma
PPC = Patrón Cordillera

Fuente: Modificado de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

CUADROS 5.1.1.2-4
RESUMEN DE CORRELACIONES Y REGRESIONES ANUALES
ESTACIONES ZONA MEDIA BAJA

Estación	Relación al período 1997/98		Relación al período 2005/06	
	Recta de Regresión	R ²	Recta de Regresión	R ²
Casablanca	1,090 SQN	0,811	1,092 SQN	0,813
Punta Panul	0,876 CDR	0,783	0,874 CDR	0,783
Caleu	1,895 SQN	0,888	1,897 SQN	0,889
Runque	1,051 SQN	0,825	1,052 SQN	0,825
Polpaico	0,993 SQN	0,933	0,993 SQN	0,935
Colliguay	1,912 SQN	0,837	1,912 SQN	0,837
Esmeralda de Colina	0,910 SQN	0,973	0,911 SQN	0,975
Batuco Retén	0,680 PPMB	0,932	0,681 PPMB	0,932
Valle Hermoso	0,834 SQN	0,947	0,834 SQN	0,947
Huinganal	1,350 SQN	0,938	1,350 SQN	0,938
Cerro Calán	0,930 PPMB	0,736	0,930 PPMB	0,736
Curacaví	1,081 SQN	0,907	1,080 SQN	0,907
Santiago (M.O.P.)	0,971 SQN	0,971	0,970 SQN	0,973
Tobalaba	1,017 SQN	0,935	1,017 SQN	0,934
Los Cerrillos	0,764 PPMB	0,956	0,764 PPMB	0,956
El Bosque	1,053 SQN	0,962	1,053 SQN	0,962
San Bernardo	1,105 SQN	0,946	1,105 SQN	0,947
Peñaflor	0,830 PPMB	0,892	0,830 PPMB	0,892
Cerrillos de Leyda	1,274 SQN	0,683	1,273 SQN	0,683
Melipilla	0,792 PPMB	0,916	0,793 PPMB	0,915
Carmen de Las Rosas	1,360 SQN	0,848	1,360 SQN	0,848
El Tránsito	1,436 SQN	0,933	1,436 SQN	0,933
Aculeo	1,911 SQN	0,863	1,910 SQN	0,863
Hacienda Chada	1,635 SQN	0,906	1,635 SQN	0,907
Santo Domingo	1,440 PTP	0,922	1,440 PTP	0,923
San Enrique de Bucalemu	1,540 PTP	0,759	1,541 PTP	0,757

Nota:

SQN = Santiago en Quinta Norma
 PPMB = Patrón Zona Media - Baja
 PPT = Pta. Panul
 CDR = Carmen de Las Rosas

Fuente: Modificado de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

Finalmente, y luego del relleno y la corrección de las estadísticas anuales y mensuales, se obtuvo un conjunto de 15 estaciones que serán utilizadas por el modelo MAGIC-Maipo. Estas estaciones se indican en el Cuadro 5.1.1.2-5. En este cuadro se presentan su ubicación y la precipitación 50% probable. Usando esta información se generaron las isoyetas de precipitación 50% probable (hasta la curva 500 mm) que se presentan junto a las estaciones en la Figura 5.1.1.2-3. Es importante indicar que estas isoyetas se generaron actualizando las curvas generadas en el estudio de la Ref. 1, recalculando las precipitaciones 50% probable para cada una de las estaciones consideradas, recalculando los parámetros de la distribución log-normal asociada a cada serie estadística, de acuerdo al análisis presentado en el estudio de la Ref. 1. Se hace notar que las isoyetas dibujadas sólo cubren la zona pluvial, esto es hasta la curva 500 mm. En la zona alta de la cuenca no es posible trazar isoyetas ya que la cobertura de estaciones es mínima y no permite trazar las curvas en forma adecuada. Adicionalmente, en el Cuadro 5.1.1.2-6 se presentan las estadísticas promedio mensual para las 15 estaciones. Finalmente, las estadísticas finales completas y rellenas hasta el año 2005/06, que serán utilizadas para el procesamiento del modelo MAGIC-Maipo se adjuntan en el Anexo 5-2.

CUADRO 5.1.1.2-5
ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS FINALES EN LA CUENCA DEL MAIPO

Nombre Estación	Ubicación	Altura (m.s.n.m.)	Precipitación 50% Probable (mm)
Aculeo	33° 53' 70° 53'	370	542,2
Carmen de Las Rosas	33° 45' 71° 09'	165	391,0
Casablanca (*)	33° 19' 71° 25'	230	343,9
Cerrillos de Leyda	33° 38' 71° 30'	150	398,4
Colliguay	33° 10' 71° 08'	488	555,9
El Yeso Embalse	33° 41' 70° 07'	2.475	505,0
La Florida	33° 33' 70° 33'	665	415,2
La Obra de Maipo	33° 35' 70° 30'	799	586,4
Maitenes Planta	33° 33' 70° 16'	1.140	395,4
Queltehues Chilectra	33° 49' 70° 12'	1.365	342,3
Rungue	33° 02' 70° 54'	710	649,1
Punta Panul San Antonio (*)	33° 34' 71° 38'	63	316,0
Santiago Quinta Normal	33° 27' 70° 42'	530	299,7
Santo Domingo	33° 37' 71° 38'	66	464,2
Tobalaba	33° 27' 70° 34'	640	299,7

Nota: (*) Estaciones de utilidad al estudio ubicadas fuera de los límites de la cuenca del río Maipo.

Fuente: Modificado de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

Figura 5.1.1.2-3

CUADRO 5.1.1.2-6
ESTADÍSTICA PROMEDIO ANUAL ESTACIONES FINALES (mm)

Estación	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Anual
Aculeo	27	107	160	151	94	41	12	9	4	0	1	5	611
Carmen de Las Rosas	20	75	113	103	65	30	11	8	3	1	1	5	433
Casablanca	18	66	94	88	66	27	14	5	2	1	0	6	385
Cerrillos de Leyda	23	80	103	103	68	33	12	8	3	1	0	6	439
Colliguay	21	98	150	167	104	53	15	9	3	1	1	5	625
El Yeso Embalse	39	90	136	115	90	47	20	18	7	5	6	9	583
La Florida	26	65	102	91	71	40	19	11	3	2	1	6	436
La Obra de Maipo	34	94	153	135	105	59	32	17	6	2	2	9	646
Maitenes Planta	24	66	107	87	68	38	22	15	6	2	3	8	446
Queltehues Chilectra	39	121	177	145	109	59	34	22	9	4	5	10	733
Rungue	15	63	92	94	56	26	8	7	1	1	1	3	365
Punta Panul San Antonio	21	68	88	90	56	30	10	9	2	1	1	5	380
Santiago Quinta Normal	18	52	76	73	54	27	12	7	3	1	1	5	328
Santo Domingo	26	89	121	121	74	44	15	8	3	1	1	9	512
Tobalaba	17	49	75	68	55	31	16	8	3	1	1	6	329

Fuente: Modificado de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

5.1.1.3 Fluviometría: Cuencas Controladas

La caracterización de las aguas superficiales se realiza usando las estaciones fluviométricas existentes en la cuenca. Con este fin, en el estudio de la Ref. 1 se analizaron las estaciones fluviométricas controladas por la DGA, y al final del análisis se eligieron 19 estaciones. El listado de estas estaciones se presenta en el Cuadro 5.1.1.3-1 y su ubicación se presenta en la Figura 5.1.1.3-1.

**CUADRO 5.1.1.3-1
ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS REQUERIDAS**

Número	Nombre de la Estación	Ubicación	Altura (m.s.n.m.)	Superficie Cuenca (km ²)
1	Río Maipo en Las Hualtatas	33° 59' 70° 10'	1.820	843
2	Río Maipo en Las Melosas	33° 50' 70° 12'	1.527	1.488
3	Río Volcán en Queltehués	33° 48' 70° 12'	1.365	523
4	Afluentes al embalse El Yeso	33° 40' 70° 05'	2.475	353
5	Río Maipo en San Alfonso	33° 44' 70° 18'	1.108	2.850
6	Río Colorado antes Junta Río Olivares	33° 30' 70° 08'	1.500	834
7	Río Olivares antes Junta Río Colorado	33° 29' 70° 08'	1.500	531
8	Río Colorado Antes junta Río Maipo	33° 35' 70° 22'	890	1713
9	Río Maipo en el Manzano	33° 35' 70° 24'	850	4.968
10	Río Mapocho en los Almendros	33° 22' 70° 28'	1.024	620
11	Estero Arrayán en La Montosa	33° 21' 70° 29'	880	219
12	Canal Colina en Compuerta Vargas	33° 10' 70° 40'	500	248
13	Río Mapocho Rinconada de Maipú	33° 30' 70° 49'	420	4.068
14	Estero Puangue en Boquerón	33° 17' 71° 08'	488	137
15	Estero Puangue en Ruta 78	33° 39' 71° 21'	100	1.670
16	Río Maipo en Cabimbao	33° 47' 71° 32'	35	15.040
17	Río Aconcagua en Chacabuquito	32° 50' 70° 30'	1.030	2.400
18	Río Cachapoal en Puente Termas de Cauquenes	34° 15' 70° 34'	700	2.387
19	Río Claro en Campamento	34° 17' 70° 36'	774	210

Fuente: Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

Con el objeto de generar las estadísticas necesarias para caracterizar el recurso hídrico superficial, se completó la información de caudales medios mensuales hasta Marzo de 2006, para todas las estaciones presentadas en el cuadro anterior. Para rellenar los valores faltantes, se utilizaron las curvas doble acumuladas de caudales que se presentan en el Cuadro 5.1.1.3-2, en las que se consideró la Estación Maipo en San Alfonso como el patrón. El Anexo 5-3 muestra las curvas doble acumuladas generadas para este análisis.

Figura 5.1.1.3-1

CUADRO 5.1.1.3-2
RESULTADOS CURVAS DOBLE ACUMULADAS ANUALES

Estación	Relación al período 1997/98		Relación al período 2004/05		Relación al período 2005/06	
	Recta de regresión	R ²	Recta de regresión	R ²	Recta de regresión	R ²
Maipo en Las Hualtatas	$y = 1,448x$	0,9993	$y = 1,4378x$	0,9992	$y = 1,4359x$	0,9991
Maipo en Las Melosas	$y = 1,1196x$	1,0000	$y = 1,1194x$	1,0000	$y = 1,1194x$	1,0000
Volcán en Queltehués	$y = 1,2103x$	0,9989	$y = 1,2012x$	0,9988	$y = 1,1984x$	0,9985
Afluentes al Yeso	$y = 0,9419x$	0,9995	$y = 0,9262x$	0,9975	$y = 0,9262x$	0,9975
Colorado antes Olivares	$y = 0,7761x$	0,9995	$y = 0,7735x$	0,9996	$y = 0,7718x$	0,9993
Olivares antes Colorado	$y = 0,6783x$	0,9992	$y = 0,6809x$	0,9993	$y = 0,6802x$	0,9993
Colorado en Desembocadura	$y = 0,7153x$	0,9992	$y = 0,7119x$	0,9993	$y = 0,7109x$	0,9992
Maipo en El Manzano	$y = 0,8654x$	1,0000	$y = 0,863x$	0,9999	$y = 0,8622x$	0,9998
Mapocho en Rinconada	$y = 0,2194x$	0,9933	$y = 0,2279x$	0,9876	$y = 0,2293x$	0,9867
Aconcagua en Chacabuquito	$y = 0,5341x$	0,9992	$y = 0,5294x$	0,9989	$y = 0,5286x$	0,9989
Cachapoal en Puente Termas	$y = 1,4403x$	0,9983	$y = 1,4326x$	0,9987	$y = 1,4326x$	0,9987
Claro en Campamento	$y = 0,8297x$	0,9994	$y = 0,8352x$	0,9993	$y = 0,8352x$	0,9993
Mapocho en Los Almendros	$y = 0,3942x$	0,9956	$y = 0,3894x$	0,9960	$y = 0,3887x$	0,9960
Arrayán en La Montosa	$y = 0,2672x$	0,998	$y = 0,2663x$	0,9986	$y = 0,266x$	0,9985
Puangué en Boquerón	$y = 0,1373x$	0,9957	$y = 0,1455x$	0,9704	$y = 0,1471x$	0,9671
Colina en Compuerta Vargas	$y = 0,2092x$	0,9952	$y = 0,2103x$	0,9967	$y = 0,2103x$	0,9967
Puangué en Ruta 78	$y = 0,3085x$	0,9965	$y = 0,3109x$	0,9976	$y = 0,311x$	0,9977
Maipo en Cabimbao	$y = 0,2829x$	0,9937	$y = 0,2885x$	0,9938	$y = 0,2892x$	0,9939

Fuente: Modificado de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

Posterior al relleno, se tienen las estadísticas finales que caracterizan las cuencas controladas. El resumen de este trabajo se presenta en el Cuadro 5.1.1.3-3, y las estadísticas completas en el Anexo 5-4.

CUADRO 5.1.1.3-3
CAUDALES PROMEDIO ESTACIONES SELECCIONADAS (m³/s)

Nº	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Anual
1	20,5	16,6	14,5	13,5	12,7	14,1	21,1	43,8	69,9	67,6	46,8	31,5	31,1
2	26,9	19,7	20,4	18,7	17,6	20,7	34,4	69,1	101,4	94,9	58,9	41,1	43,7
3	11,0	9,1	8,6	8,4	8,0	8,6	11,9	20,8	32,0	32,6	23,9	16,6	16,0
4	6,0	4,6	4,0	3,5	3,3	3,7	5,2	9,6	16,1	18,1	13,7	9,2	8,1
5	13,0	10,2	9,2	8,4	8,1	8,8	11,7	19,8	31,6	33,0	24,7	18,7	16,4
6	5,9	4,2	3,6	3,5	3,5	4,3	6,5	10,6	17,3	22,3	19,4	12,2	9,4
7	20,0	16,1	16,0	15,8	15,8	18,4	24,8	40,3	59,2	63,5	50,8	34,1	31,2
8	68,1	56,2	59,4	58,4	60,7	68,1	96,5	158,1	226,0	218,0	154,1	102,8	110,5
9	18,2	21,8	32,2	34,5	34,5	29,3	27,0	30,3	29,7	23,4	20,3	20,2	26,8
10	15,4	12,9	14,6	14,7	15,7	19,8	32,1	59,6	76,7	63,4	39,8	24,9	32,5
11	46,4	40,1	47,5	48,7	48,9	57,2	81,0	132,5	185,3	167,0	125,0	80,6	88,4
12	0,8	2,5	6,9	9,6	8,3	8,5	6,7	5,5	3,7	2,2	1,0	0,2	4,7
13	2,1	2,3	3,5	3,7	5,3	7,4	10,9	12,2	11,0	7,6	4,5	2,9	6,1
14	0,7	0,8	1,1	1,1	1,3	1,5	2,2	3,0	2,8	1,6	1,0	0,8	1,5
15	0,0	0,1	2,1	1,7	1,6	1,0	0,5	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,6
16	0,6	0,7	0,7	0,8	1,1	1,6	2,7	3,1	2,2	1,4	0,8	0,6	1,4
17	15,3	18,4	24,1	21,3	18,1	15,0	11,2	9,6	7,3	5,5	7,4	11,1	13,7
18	73,0	106,5	160,7	176,6	177,0	120,2	85,5	110,9	139,8	121,2	79,3	67,1	118,2
19	45,8	38,3	38,1	36,5	36,0	41,0	61,1	114,0	166,7	150,1	102,1	66,3	74,7

Fuente: Modificado de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

5.1.1.4 Fluviometría: Calibración Modelo MAGIC-Maipo

Adicionalmente, se seleccionó un grupo de 9 estaciones para la adecuada calibración del modelo MAGIC-Maipo, modelo que se describe en el Capítulo 8 de este informe. Es importante indicar que estas estaciones se seleccionaron luego de una visita conjunta entre la Inspección Fiscal y este Consultor a las estaciones fluviométricas existentes en la zona de estudio, con el fin de evaluar la pertinencia de las estaciones para el proceso de calibración. El resultado de este trabajo se presenta en el Anexo 5-5. Es importante indicar que de estas 9 estaciones, 2 están suspendidas, por lo que no presentan registros actualizados, y 2 estaciones se usan sólo con fines referenciales. Las series observadas son utilizadas para contrastar los caudales generados por el modelo de simulación, en los nodos correspondientes. En caso de discrepancias, se realiza un proceso de calibración, ajustando por sucesivas iteraciones y a través del método de prueba y error, los parámetros que se designen como valores de ajuste, tal como se presenta en el Capítulo 8. La ubicación de estas estaciones se muestra en la Figura 5.1.1.4-1, y el listado de éstas se presenta en el Cuadro 5.1.1.4-1.

Figura 5.1.1.4-1

**CUADRO 5.1.1.4-1
ESTACIONES PARA CALIBRACIÓN
MODELO MAGIC-MAIPO**

Nombre	Código BNA	Vigencia	Tipo
Río Maipo en San Alfonso	05704002-5	Vigente	Calibración
Río Maipo en el Manzano	05710001-K	Vigente	Calibración
Río Angostura en Angostura	05713001-6	Suspendida	Calibración
Río Angostura en Valdivia de Paine	05716001-2	Vigente	Calibración
Río Maipo en Naltahua	05717005-0	Suspendida	Referencia
Estero Polpaico en Chicauma	05734001-0	Vigente	Referencia
Río Mapocho en Rinconada	05737002-5	Vigente	Calibración
Estero Puengue en Ruta 78	05746001-6	Vigente	Calibración
Río Maipo en Cabimbao	05748001-7	Vigente	Calibración

Fuente: Elaboración Propia

5.1.1.5 Fluviometría: Síntesis de Caudales en Sub-Cuencas

En la cuenca del río Maipo existe una cantidad importante de sub-cuencas, algunas de ellas con control fluviométrico, y otras sin control fluviométrico que se han considerado en la modelación superficial MAGIC-Maipo en el estudio de la Ref. 1. Por esta razón, el presente acápite tiene por finalidad actualizar las estadísticas existentes hasta el año hidrológico 2006. Es importante indicar que para las cuencas sin control fluviométrico, es necesario emplear métodos sintéticos de generación de caudales, tales como la aplicación de modelos matemáticos para cuencas pluviales o nivo-pluviales.

El sistema queda representado por 20 aportes naturales, y 45 cuencas laterales. 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. La ubicación de las cuencas laterales y aportes naturales se presenta en la Figura 5.1.1.5-1, y el régimen asociado en la Figura 5.1.1.5-2. Adicionalmente, el régimen de escurrimiento en cada cuenca se presenta en los Cuadros 5.1.1.5-1 y 5.1.1.5-2, en el que se indica el tipo de método usado para generar las estadísticas. Estos métodos son:

- Control Fluviométrico Directo
- Control Fluviométrico Indirecto
- Modelo Pluvial
- Modelo Nivo-Pluvial

Figura 5.1.1.5-1
Tipo cuenca

Figura 5.1.1.5-2
régimen

**CUADRO 5.1.1.5-1
CARACTERIZACIÓN APORTES NATURALES**

Cuenca	Origen Datos	Estación que Controla
AN-01	Modelo Pluvio - Nival	Maipo en San Alfonso
AN-02	Modelo Pluvio - Nival	Maipo en San Alfonso Maipo en Las Melosas
AN-03	Modelo Pluvio - Nival	Maipo en El Manzano Maipo en San Alfonso
AN-04	Con Control Fluviométrico Directo	Mapocho en Los Almendros
AN-05	Con Control Fluviométrico Directo	Arrayán en La Montosa
AN-06	Con Control Fluviométrico Directo	Canal Colina en Compuerta Vargas
AN-07	Modelo Pluvial	-
AN-08	Modelo Pluvial	-
AN-09	Modelo Pluvial	-
AN-10	Con Control Fluviométrico Indirecto	Cachapoal en Puente Termas Claro en Campamento
AN-11	Con Control Fluviométrico Indirecto	Aconcagua en Chacabucito
AN-12	Modelo Pluvio - Nival	Arrayán en La Montosa
AN-13	Modelo Pluvio - Nival	Arrayán en La Montosa
AN-14	Modelo Pluvio - Nival	Maipo en San Alfonso
AN-15	Modelo Pluvio - Nival	Maipo en San Alfonso Maipo en Las Melosas
AN-16	Modelo Pluvio - Nival	Maipo en San Alfonso
AN-17	Modelo Pluvio - Nival	Maipo en San Alfonso Maipo en Las Melosas
AN-18	Modelo Pluvio - Nival	Maipo en San Alfonso
AN-19	Modelo Pluvial	-
AN-20	Modelo Pluvial	-

Fuente: Modificado de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

**CUADRO 5.1.1.5-2
CARACTERIZACIÓN CUENCAS LATERALES**

Sub-Cuenca	Origen Datos	Estación que Controla
CL-01	Modelo Pluvial	-
CL-02	Modelo Pluvial	-
CL-03	Modelo Pluvial	-
CL-04	Modelo Pluvio - Nival	Arrayán en La Montosa
CL-05	Modelo Pluvial	-
CL-06	Modelo Pluvial	-
CL-07	Modelo Pluvial	-
CL-08	Modelo Pluvial	-
CL-09	Modelo Pluvial	-
CL-10	Modelo Pluvial	-
CL-11	Modelo Pluvio - Nival	Arrayán en La Montosa
CL-12	Modelo Pluvio - Nival	Arrayán en La Montosa
CL-13	Modelo Pluvio - Nival	Arrayán en La Montosa
CL-14	Modelo Pluvial	-
CL-15	Modelo Pluvial	-
CL-16	Modelo Pluvial	-
CL-17	Modelo Pluvial	-
CL-18	Modelo Pluvial	-
CL-19	Modelo Pluvial	-
CL-20	Modelo Pluvial	-
CL-21	Modelo Pluvial	-
CL-22	Modelo Pluvial	-
CL-23	Modelo Pluvial	-
CL-24	Modelo Pluvial	-
CL-25	Modelo Pluvial	-
CL-26	Modelo Pluvial	-
CL-27	Modelo Pluvial	-
CL-28	Modelo Pluvial	-
CL-29	Modelo Pluvial	-
CL-30	Modelo Pluvial	-
CL-31	Modelo Pluvial	-
CL-32	Modelo Pluvial	-
CL-33	Modelo Pluvial	-
CL-34	Modelo Pluvial	-
CL-35	Modelo Pluvial	-
CL-36	Modelo Pluvial	-
CL-37	Modelo Pluvial	-
CL-38	Modelo Pluvial	-
CL-39	Modelo Pluvial	-
CL-40	Modelo Pluvial	-
CL-41	Modelo Pluvial	-
CL-42	Modelo Pluvial	-
CL-43	Modelo Pluvial	-
CL-44	Modelo Pluvial	-
CL-45	Modelo Pluvial	-

Fuente: Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

a) Control Fluviométrico

La caracterización de las aguas superficiales se realiza usando las estaciones fluviométricas existentes en la cuenca. Con este fin, en el estudio de la Ref. 1 se analizaron las estaciones fluviométricas controladas por la DGA, y al final del análisis se eligieron 19 estaciones. De estas 19 estaciones, 3 se utilizan para el control fluviométrico directo de 3 aportes naturales, 3 para el control fluviométrico indirecto de 2 aportes naturales, y 4 se usan para la generación de 16 cuencas nivo-pluviales (aportes naturales y cuencas laterales). El listado de estas estaciones se presenta en el Cuadro 5.1.1.5-3 y su ubicación se presenta en la Figura 5.1.1.5-3. La información de estas estaciones se presentó anteriormente en el Acápite 5.1.1.3.

CUADRO 5.1.1.5-3
ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS REQUERIDAS
CONTROL FLUVIOMÉTRICO
DIRECTO-INDIRECTO-PLUVIO-NIVAL

Nº	Tipo Control	Nombre de la Estación	Ubicación	Altura (m.s.n.m.)	Superficie Cuenca (km ²)
1	D	Río Mapocho en los Almendros	33° 22' 70° 28'	1.024	620
2	D / P-N	Estero Arrayán en La Montosa	33° 21' 70° 29'	880	219
3	D	Canal Colina en Compuerta Vargas	33° 10' 70° 40'	500	248
4	I	Río Aconcagua en Chacabuquito	32° 50' 70° 30'	1.030	2.400
5	I	Río Cachapoal en Puente Termas de Cauquenes	34° 15' 70° 34'	700	2.387
6	I	Río Claro en Campamento	34° 17' 70° 36'	774	210
7	P-N	Río Maipo en Las Melozas	33° 50' 70° 12'	1.527	1.488
8	P-N	Río Maipo en San Alfonso	33° 44' 70° 18'	1.108	2.850
9	P-N	Río Maipo en El Manzano	33° 35' 70° 24'	850	4.968

D: Control Fluviométrico Directo

I: Control Fluviométrico Indirecto

P-N: Control Fluviométrico Para el Modelo Nivo-Pluvial

Fuente: Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

a.1) Control Fluviométrico Directo

Para las estaciones con control fluviométrico directo se consideran las estadísticas obtenidas en el estudio hidrológico presentado anteriormente en el Acápite 5.1.1.3.

Figura 5.1.1.5-3
Control

a.2) Control Fluviométrico Indirecto

En el caso de los aportes naturales definidos con un control fluviométrico indirecto se procede de la siguiente manera:

- **AN-10:** Para obtener el aporte del canal Chacabuco Polpaico se usó la estadística de Aconcagua en Chacabucuito. El canal Chacabuco – Polpaico tiene derechos eventuales de $3 \text{ m}^3/\text{s}$ en el río Aconcagua, los cuales se ejercen cuando el río se declara libre, lo que ocurre para un caudal entre $27 \text{ m}^3/\text{s}$ y $30 \text{ m}^3/\text{s}$. Para los meses del período abril a septiembre se consideró que el canal puede captar el exceso sobre $27 \text{ m}^3/\text{s}$ y limitado a $3 \text{ m}^3/\text{s}$, en los meses de octubre a abril se definió el caudal captado en la misma forma sólo que considerando el excedente sobre $30 \text{ m}^3/\text{s}$.
- **AN-11:** Para obtener los caudales de los canales del río Cachapoal (canal Lucano y Rafaelino), que riegan en la parte sur de la cuenca, se usaron las estadísticas de Cachapoal en Puente Termas y Claro en Campamento. Sus caudales se estimaron en la misma forma aplicada en el estudio “Proyecto Maipo” IPLA CNR 1984. Este criterio consistió en lo siguiente: El río Cachapoal se divide en 1000 acciones de las cuales 66,07 acciones les corresponden a las áreas regadas en el río Maipo con un máximo estimado en $8 \text{ m}^3/\text{s}$, así, el caudal se calculó como 6,607% de la suma de los caudales Cachapoal en Puente Termas más Claro en Campamento limitado a $8 \text{ m}^3/\text{s}$.

a.3) Control Fluviométrico Modelo Nivo-Pluvial

La metodología de aplicación para estas cuencas se presenta posteriormente.

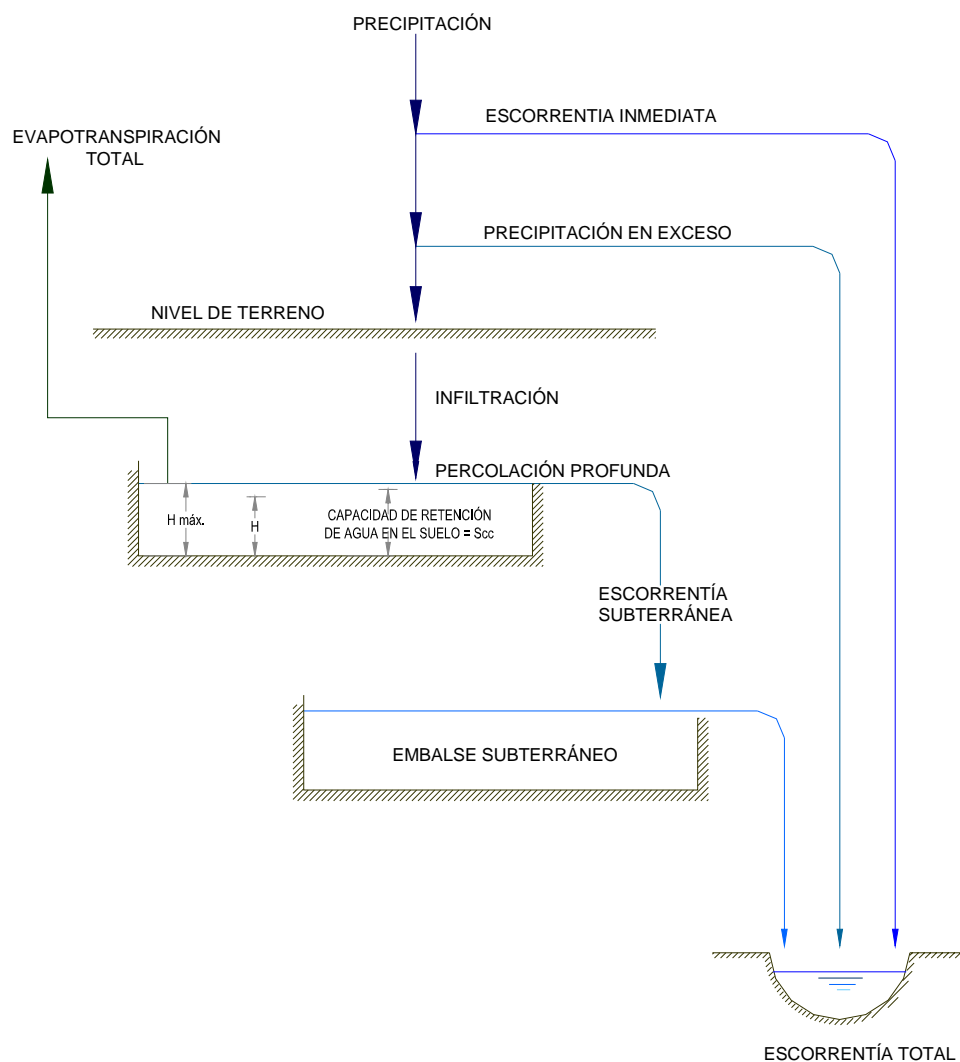
b) Modelo Pluvial

Para generar la escorrentía asociada a las cuencas no controladas con régimen pluvial, se utilizará el modelo de generación de sintética de caudales medios mensuales denominado MPL, el cual ha sido aplicado 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. Es importante indicar que en este último caso, el modelo se validó con los afluentes al embalse Culimó.

En el estudio de la Ref. 1, el modelo se calibró con la cuenca pluvial de Lliu Lliu, y se verificó con la cuenca Chacabuco Polpaico.

b.1) Descripción Modelo MPL: El modelo MPL se describe en el diagrama de la Figura 5.1.1.5-4. El modelo 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.

**FIGURA 5.1.1.5-4
DIAGRAMA CONCEPTUAL MODELO PLUVIAL (MPL)**



Fuente: Elaboración Propia

Tal como se indicó anteriormente, el modelo se calibra considerando los caudales medios mensuales, precipitaciones mensuales y evaporaciones de bandeja mensuales promedio de la cuenca del embalse Lliu Lliu, obtenidos de la memoria de título del Ingeniero Ernesto Brown F. "Simulación Matemática del Régimen de Escorrentía en una Cuenca Pluvial". Universidad de Chile, diciembre de 1968.

El modelo MPL está dado por 10 parámetros los que se describen a continuación:

- Parámetro A: Coeficiente de transposición con respecto a la estación base elegida para obtener la precipitación media sobre la cuenca (°/1)
- Parámetro B: Coeficiente que multiplica el dato de evaporación de bandeja con el fin de obtener la evapotranspiración potencial media sobre la cuenca (°/1)
- FC: Representa la tasa de infiltración del suelo saturado (mm/día)
- ALFA: Representa la tasa de variación de la infiltración por unidad de variación del grado de humedad (°/1)
- S_{CC}: Grado de humedad correspondiente a la capacidad de campo (°/1)
- S_{MÍN}: Grado de humedad correspondiente a el punto de marchitez permanente (°/1)
- S_{CRIT}: Grado de humedad crítico por sobre la cual la tasa de evapotranspiración corresponde a la potencial (°/1)
- K: Constante de tiempo del embalse subterráneo (días)
- P_{MÍN}: Parámetro que representa el porcentaje de la precipitación que se manifiesta como escorrentía superficial inmediata en la cuenca (°/1)

Conceptualmente, el modelo pluvial o MPL divide el sistema superficial y subterráneo en 2 embalses. Se asume que parte del agua se transforma directamente en escorrentía, lo que se conoce como escorrentía inmediata. Posteriormente, parte de la precipitación restante entra al suelo y se almacena hasta la capacidad de campo del terreno. La otra parte, llamada precipitación en exceso, también escurre superficialmente. En el embalse superficial, parte del agua evapotranspira para satisfacer las necesidades de la vegetación. Por otra parte, el agua que se acumula en exceso de la capacidad de campo percola hacia el acuífero subterráneo. Finalmente, cuando el acuífero subterráneo se llena, el agua en exceso se transforma en escorrentía.

Es importante indicar que en la calibración presentada en el estudio de la Ref. 1, la capacidad de campo finalmente evaluada está fuera del rango esperado, dado que no sobrepasa un valor de 55%². Es necesario indicar que el parámetro anterior fue obtenido después de una extensiva experimentación para diferentes tipos de suelos

² Saxton, K. E., y Rawls, W. J. "Soil Water Characteristic Estimates by Texture and Organic Matter for Hydrologic Solutions", Journal of the Soil Science Society of America, 2006 (70)

y condiciones de humedad presente en el terreno. En todo caso, dado que se acepta que la capacidad de campo modelada tome en cuenta otros efectos de humedad libre por sobre el suelo, se espera que este valor no supere en un 40% el valor máximo anteriormente presentado, lo que equivale a una humedad máxima de 75%. Adicionalmente, Saxton et Al. proponen evaluar la humedad crítica como una función de las otras humedades, y viene dada en forma aproximada por la Ecuación:

$$S_{CRIT} = 0,6 S_{CC} + 0,4 S_{MIN}$$

Por la razón expuesta anteriormente, se requiere una nueva calibración del modelo MPL que tome en cuenta rangos de variación más realistas, dado que en la modelación actual, se acepta que la capacidad de campo es superior al 90%. Esta nueva calibración estará basada en trabajos de terreno específicos para la cuenca, los que fueron expuestos anteriormente en el Capítulo 4 de este informe.

c) Modelo Pluvio-Nival

Se trata de 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 caudales de la estadística base por un factor de invierno y, análogamente, los de verano usando un factor de verano.

Puede establecerse entonces, que el caudal medio de invierno, Q_i , es el producto de un factor, K_i , que depende de la altura media de la cuenca, por el caudal medio anual, Q_a , o sea:

$$Q_i = K_i Q_a$$

En las cuencas nivales ocurre que el caudal medio de invierno, relativo al anual, decrece con la altura media de la cuenca, lo que se explica por las menores temperaturas a mayores alturas. Esto quiere decir que, si simplemente se aplica una transposición por unidad de área, desde una estación a otra de mayor altura media, se sobre estima el caudal. Por lo anterior es que se debe conocer la relación que existe entre el factor K_i y la altura media de la cuenca. El caudal medio de verano, Q_v , el de invierno y el anual deben satisfacer la relación:

$$Q_v = 2 Q_a - Q_i$$

Relación que al introducir Q_i queda,

$$Q_v = (2 - K_i) Q_a$$

Aplicando estas relaciones a la cuenca de interés y a la de la estación base se obtienen los factores de invierno y de verano que se necesitan para la transposición.

De acuerdo con lo anterior, en la cuenca X y en la cuenca base B se cumple:

$$Q_{ix} = K_{ix} Q_{ax}$$

$$Q_{ib} = K_{ib} Q_{ab}$$

expresiones que combinadas conducen a

$$Q_{ix} = \frac{K_{ix}}{K_{ib}} \frac{Q_{ax}}{Q_{ab}} Q_{ib}$$

relación de la cual se obtiene el factor de transposición de invierno buscado

$$FT_{ix} = \frac{K_{ix}}{K_{ib}} \frac{Q_{ax}}{Q_{ab}}$$

Análogamente, para los caudales de verano

$$Q_{vx} = (2 - K_{ix}) Q_{ax}$$

$$Q_{vb} = (2 - K_{ib}) Q_{ab}$$

de las cuales se deduce el factor de transposición de verano

$$FT_{vx} = \frac{2 - K_{ix}}{2 - K_{ib}} \frac{Q_{ax}}{Q_{ab}}$$

Los factores definidos requieren los caudales medios anuales de la cuenca X y de la cuenca base. El caudal medio anual de la cuenca X es desconocido pero se estima con la relación de Turc que se aplicó en el Balance Hídrico de Chile en varias cuencas del país. Esta relación depende de la lluvia anual, P_a (mm), y de la temperatura media anual, T_a (°C).

Según Turc, el déficit de escorrentía medio, De (mm), en una cuenca, es

$$De = \frac{P_a}{\sqrt{0.9 + (P_a/L)^2}}$$

donde **L** es el factor térmico dado por $L = 300 + 25 T_a + 0,05 T_a^3$

Como en un período largo de varios años la variación de almacenamiento tiende a cero, el déficit de escorrentía, **De**, tiende a la evapotranspiración real de la cuenca, **Et**.

La escorrentía, **R_a**, se obtiene entonces como la diferencia entre la lluvia **P_a** y la evapotranspiración **Et**. El caudal medio anual se calcula convirtiendo la escorrentía **R_a** a caudal con el área **A** (km²) de la cuenca y los segundos del año, así,

$$R_a = P_a - De = P_a - Et \text{ (mm)}$$

$$Q_a = R_a \frac{A}{31,536} \text{ (m}^3\text{/s)}$$

d) Estadísticas Generadas Sub-Cuencas: El detalle completo de la generación de caudales para las distintas sub-cuencas se presenta en el Addendum MAGIC-Maipo. En todo caso, se presentan los resultados como promedio mensual del proceso de generación en el Cuadro 5.1.1.5-4 para los aportes naturales, y en el Cuadro 5.1.1.5-5 para las cuencas laterales.

CUADRO 5.1.1.5-4
CAUDALES PROMEDIO APORTES NATURALES (m³/s)

Nº	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Anual
AN01	4,488	3,752	3,759	3,588	3,546	4,020	6,927	12,801	18,666	16,812	11,449	7,490	8,108
AN02	4,354	3,640	3,647	3,481	3,441	3,900	4,002	7,395	10,784	9,712	6,614	4,327	5,441
AN03	4,078	3,410	3,415	3,261	3,223	3,653	0,865	1,599	2,332	2,100	1,430	0,936	2,525
AN04	2,121	2,291	3,504	3,686	5,270	7,352	10,933	12,166	11,047	7,616	4,539	2,915	6,120
AN05	0,749	0,826	1,131	1,058	1,269	1,450	2,203	3,034	2,828	1,646	0,968	0,776	1,495
AN06	0,571	0,701	0,720	0,801	1,056	1,626	2,708	3,106	2,231	1,380	0,844	0,593	1,362
AN07	0,023	0,126	0,451	0,545	0,438	0,283	0,156	0,081	0,040	0,019	0,010	0,008	0,182
AN08	0,054	0,234	0,973	1,325	1,134	0,762	0,406	0,211	0,105	0,050	0,027	0,022	0,442
AN09	0,080	0,309	1,178	1,740	1,233	0,860	0,419	0,227	0,102	0,053	0,030	0,028	0,522
AN10	3,115	2,781	3,541	3,842	3,692	4,256	5,723	7,421	7,775	7,696	7,058	5,271	5,181
AN11	0,059	0,000	0,164	0,087	0,123	0,353	1,691	2,786	2,783	2,620	1,823	0,782	1,106
AN12	0,061	0,067	0,092	0,086	0,103	0,118	0,140	0,192	0,179	0,104	0,061	0,049	0,104
AN13	0,042	0,046	0,063	0,059	0,071	0,081	0,092	0,127	0,119	0,069	0,041	0,033	0,070
AN14	23,808	19,905	19,939	19,035	18,813	21,326	32,400	59,870	87,300	78,628	53,545	35,030	39,133
AN15	1,591	1,330	1,333	1,272	1,257	1,425	2,145	3,964	5,781	5,206	3,546	2,320	2,598
AN16	6,559	5,484	5,493	5,244	5,183	5,876	10,157	18,769	27,368	24,649	16,786	10,982	11,879
AN17a	1,457	1,218	1,220	1,165	1,151	1,305	1,591	2,940	4,287	3,861	2,629	1,720	2,045
AN17b	3,859	3,226	3,232	3,085	3,049	3,457	4,214	7,787	11,355	10,227	6,964	4,556	5,418
AN18	16,535	13,824	13,848	13,220	13,066	14,811	26,221	48,453	70,652	63,634	43,334	28,350	30,496
AN19	0,231	0,876	2,960	4,462	4,333	3,036	1,576	0,815	0,402	0,199	0,103	0,100	1,591
AN20	0,196	0,703	2,345	3,469	3,392	2,377	1,233	0,639	0,314	0,155	0,080	0,081	1,249
Promedio	3,525	3,083	3,477	3,548	3,564	3,920	5,514	9,256	12,688	11,259	7,709	5,065	6,051

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 5.1.1.5-5
CAUDALES PROMEDIO CUENCAS LATERALES (m³/s)

Sub-Cuenca	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Anual
CL-01	0,037	0,080	0,378	0,431	0,458	0,355	0,195	0,100	0,049	0,026	0,015	0,017	0,178
CL-02	0,135	0,417	0,801	1,088	0,949	0,649	0,315	0,169	0,075	0,033	0,022	0,042	0,391
CL-03	0,006	0,016	0,030	0,049	0,043	0,030	0,015	0,008	0,004	0,002	0,001	0,002	0,017
CL-04a	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CL-04b	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,001	0,001	0,000	0,001
CL-05	0,005	0,013	0,024	0,034	0,035	0,024	0,011	0,006	0,003	0,001	0,001	0,002	0,013
CL-06	0,012	0,038	0,086	0,136	0,148	0,102	0,052	0,027	0,013	0,006	0,003	0,004	0,052
CL-07	0,028	0,095	0,355	0,538	0,496	0,346	0,182	0,094	0,047	0,022	0,012	0,011	0,185
CL-08	0,078	0,230	1,247	1,498	1,494	1,053	0,592	0,304	0,149	0,072	0,040	0,036	0,566
CL-09	0,020	0,077	0,297	0,449	0,397	0,273	0,143	0,074	0,037	0,017	0,010	0,008	0,150
CL-10	0,019	0,082	0,302	0,468	0,400	0,267	0,141	0,073	0,037	0,017	0,009	0,007	0,152
CL-11	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CL-12a	0,001	0,001	0,002	0,001	0,002	0,002	0,003	0,003	0,003	0,002	0,001	0,001	0,002
CL-12b	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
CL-13	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003	0,005	0,004	0,003	0,002	0,001	0,002
CL-14	0,004	0,019	0,116	0,111	0,095	0,070	0,038	0,020	0,010	0,005	0,003	0,002	0,041
CL-15	0,001	0,003	0,032	0,020	0,018	0,015	0,009	0,005	0,002	0,001	0,001	0,001	0,009
CL-16	0,055	0,251	1,039	1,376	1,169	0,783	0,419	0,218	0,109	0,052	0,028	0,023	0,460
CL-17	0,037	0,174	0,726	0,978	0,828	0,557	0,296	0,154	0,077	0,037	0,020	0,016	0,325
CL-18	0,112	0,534	2,158	2,962	2,492	1,666	0,882	0,457	0,228	0,109	0,059	0,047	0,976
CL-19	0,079	0,380	1,533	2,102	1,766	1,179	0,624	0,324	0,162	0,077	0,042	0,033	0,692
CL-20	0,001	0,004	0,015	0,022	0,019	0,013	0,006	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000	0,007
CL-21	0,027	0,114	0,466	0,658	0,567	0,384	0,204	0,106	0,053	0,025	0,014	0,011	0,219
CL-22	0,041	0,143	0,560	0,832	0,766	0,529	0,277	0,144	0,071	0,034	0,018	0,016	0,286
CL-23	0,040	0,101	0,474	0,517	0,535	0,421	0,238	0,121	0,060	0,028	0,016	0,018	0,214
CL-24	0,081	0,205	0,793	0,859	0,929	0,727	0,406	0,207	0,102	0,047	0,028	0,035	0,368
CL-25	0,009	0,026	0,041	0,038	0,035	0,020	0,009	0,005	0,002	0,001	0,001	0,003	0,016
CL-26	0,001	0,004	0,006	0,006	0,005	0,003	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002
CL-27	0,028	0,086	0,223	0,315	0,286	0,198	0,097	0,052	0,024	0,011	0,007	0,010	0,111
CL-28a	0,019	0,074	0,278	0,428	0,323	0,223	0,109	0,059	0,027	0,014	0,008	0,007	0,131
CL-28b	0,013	0,050	0,188	0,289	0,219	0,151	0,074	0,040	0,018	0,009	0,005	0,005	0,088
CL-29a	0,055	0,210	0,745	1,116	0,757	0,537	0,260	0,142	0,063	0,033	0,019	0,019	0,330
CL-29b	0,006	0,022	0,077	0,115	0,078	0,055	0,027	0,015	0,007	0,003	0,002	0,002	0,034
CL-30	0,070	0,269	1,026	1,501	1,057	0,742	0,361	0,196	0,088	0,046	0,026	0,025	0,451
CL-31a	0,068	0,398	1,495	2,043	1,470	0,990	0,516	0,273	0,128	0,066	0,036	0,029	0,626
CL-31b	0,032	0,145	0,590	0,864	0,653	0,450	0,229	0,121	0,057	0,029	0,016	0,013	0,267
CL-32	0,060	0,247	0,809	1,507	1,377	0,958	0,477	0,248	0,120	0,059	0,032	0,028	0,494
CL-33	0,062	0,200	0,311	0,372	0,347	0,212	0,095	0,053	0,022	0,009	0,007	0,018	0,142
CL-34	0,012	0,033	0,049	0,049	0,045	0,026	0,012	0,007	0,003	0,001	0,001	0,003	0,020
CL-35	0,010	0,033	0,065	0,098	0,103	0,072	0,036	0,019	0,009	0,004	0,002	0,003	0,038
CL-36	0,011	0,037	0,090	0,125	0,128	0,093	0,047	0,025	0,012	0,006	0,003	0,004	0,048

LUIS ARRAU DEL CANTO

CUADRO 5.1.1.5-5
CAUDALES PROMEDIO CUENCAS LATERALES (m³/s)
(Continuación)

Nº	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Anual
CL-37	0,007	0,023	0,086	0,130	0,121	0,084	0,044	0,023	0,011	0,005	0,003	0,003	0,045
CL-39	0,161	0,556	1,794	2,726	2,680	1,862	0,960	0,497	0,245	0,120	0,062	0,063	0,977
CL-40a	0,004	0,015	0,052	0,077	0,074	0,051	0,027	0,014	0,007	0,003	0,002	0,002	0,027
CL-40b	0,120	0,444	1,870	2,646	2,360	1,624	0,853	0,443	0,219	0,105	0,056	0,049	0,899
CL-41	0,043	0,167	0,585	0,930	0,872	0,590	0,307	0,158	0,078	0,038	0,020	0,018	0,317
CL-42	0,226	0,876	3,548	5,171	4,771	3,263	1,723	0,895	0,439	0,214	0,114	0,099	1,778
CL-43	0,403	2,035	7,808	12,605	11,156	7,776	4,134	2,129	1,049	0,512	0,272	0,216	4,175
CL-44a	0,229	0,754	1,793	2,905	2,950	2,046	1,016	0,532	0,256	0,123	0,066	0,082	1,063
CL-44b	0,065	0,287	0,981	1,736	1,571	1,136	0,589	0,304	0,149	0,072	0,038	0,032	0,580
CL-45	0,089	0,331	1,195	1,854	1,754	1,168	0,607	0,316	0,155	0,075	0,040	0,036	0,635
Promedio	0,051	0,200	0,722	1,064	0,949	0,657	0,343	0,179	0,087	0,042	0,023	0,021	0,362

Fuente: Elaboración Propia

5.1.2 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 la Ref. 17. En ese último estudio se presentó en una forma ordenada y sistemática la información hidrogeológica necesaria para caracterizar adecuadamente el sistema subterráneo y la posterior aplicación del modelo MAGIC-Maipo. En particular la información necesaria para el modelo son los coeficientes de transmisibilidad, coeficientes de almacenamiento, definición del sistema acuífero e interconexiones, gradiente hidráulico, sectores de afloramiento, y propiedades geométricas del acuífero. Tal como se muestra en los estudios de la Ref. 1 y Ref. 10 el sistema subterráneo de la cuenca se divide en 2 grandes sistemas:

- Sistema Maipo-Mapocho
- Sistema Puangue

El sistema subterráneo se modela topológicamente como 20 sectores acuíferos, interconectados entre sí a través de flujos unidireccionales. La ubicación de los sectores acuíferos considerados en la malla topológica se presentan en la Figura 5.1.2-1. En general el flujo va de un acuífero a otro, pero en algunos casos, un acuífero se conecta con 2 acuíferos. Este es el caso de los acuíferos 1, 4, 6, y 10, tal como se muestra en el Cuadro 5.1.2-1. En este cuadro, la proporción de flujos se calculó tomando en cuenta las dimensiones de las secciones de entrada y salida comunes entre los acuíferos.

FIGURA 5.1.2-1
UBICACIÓN ACUÍFEROS CUENCA RÍO MAIPO

CUADRO 5.1.2-1
FLUJO ENTRE SECTORES ACUÍFEROS

Acuífero Inicial	Proporción de Flujo	Acuífero Final
AC-01	0,74	AC-02
	0,26	AC-03
AC-04	0,05	AC-07
	0,95	AC-06
AC-06	0,53	AC-07
	0,47	AC-10
AC-10	0,31	AC-08
	0,69	AC-13

Fuente: Elaboración Propia

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 acuífero, tales como permeabilidad y coeficiente de almacenamiento. Los resultados de este análisis se presentan en el Cuadro 5.1.2-2.

La información de extracciones de agua subterránea se obtuvo directamente del catastro asumiendo que los pozos están extrayendo el caudal asociado a derechos. Ahora, dado que esta aproximación no es de buena calidad, se considera multiplicar estos caudales por un factor de uso que asocia el verdadero volumen extraído con el volumen legalmente extraíble. Estos factores de uso se evaluaron en base a la información disponible. Los valores presentados en el estudio de la Ref. 17 se presentan en el Cuadro 5.1.2-3. Por otra parte, en el estudio de la Ref. 1 se detectó que los descensos de niveles modelados en la zona de Batuco-Colina-Lampa son mucho más que los descensos realmente medidos. Esto hace pensar que los factores de uso en esta zona son menores o diferentes que los considerados en el estudio de la Ref. 17. Por esta razón, se efectuó una campaña de terreno cuyos resultados se presentan en el Capítulo 4, sección 4.3. En ese acápite se presentan los factores de uso asociados al agua potable y de riego para la zona de Batuco-Colina-Lampa. Estos nuevos factores muestran que la extracción de agua potable y riego está sobreestimada con respecto a la extracción legal, tal como se muestra en el Cuadro 5.1.2-4, en total se tiene una disminución de 16,0% o un poco mas de 5 Mm³/año.

En el Cuadro 5.1.2-4 el volumen legal representa el que se obtiene cuando se bombea el caudal de derechos en forma continua. Por otra parte, el volumen real se calculó considerando el factor de uso calculado en este estudio y el presentado en el estudio de la Ref. 17. Es importante recordar que para los fines de este estudio, se

adoptaron los valores calculados con los antecedentes recopilados en terreno para la zona Batuco-Colina-Lampa, ya que se les considera más realistas de la situación existente en la cuenca en la actualidad.

**CUADRO 5.1.2-2
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y
PARÁMETROS DE LOS SECTORES ACUÍFEROS**

CÓDIGO	Volumen (m ³)	Área superficial (m ²)	Permeabilidad en sección de entrada (m/mes)	Permeabilidad sección de Salida (m/mes)	Coeficiente de Almacenamiento
AC-01	117,631,800	130,702,000	778	778	0,020
AC-02	277,499,025	160,869,000	778	104	0,020
AC-03	645,001,810	254,465,000	1.037	1.037	0,020
AC-04	307,451,275	367,106,000	1.037	518	0,005
AC-05	111,414,264	90,679,000	389	389	0,010
AC-06	1,123,398,000	374,466,000	518	3.110	0,020
AC-07	348,179,855	119,149,000	3.110	6.480	0,020
AC-08	357,674,935	126,941,000	6.480	2.592	0,020
AC-09	59,453,726	100,859,000	2.592	467	0,004
AC-10	2,394,885,600	665,246,000	2.074	2.074	0,040
AC-11	558,569,600	183,740,000	1.296	1.296	0,040
AC-12	43,371,877	198,347,000	518	518	0,040
AC-13	1,246,914,000	207,819,000	2.074	1.037	0,040
AC-14	58,505,378	160,603,000	467	2.333	0,004
AC-15	163,855,997	76,391,578	259	36	0,033
AC-16	1,855,116,896	203,818,292	36	78	0,071
AC-17	620,614,203	96,855,055	130	72	0,050
AC-18	2,133,531,503	171,301,385	75	75	0,082
AC-19	18,625,601	50,681,908	130	260	0,007
AC-20	4,535,500,246	522,343,301	2.333	510	0,100

Volumen Total: 16.977,2 Mm³

Superficie Total: 4.262,4 km²

Fuente: GCF Ingenieros Consultores, 2007 (Ref. 17)

**CUADRO 5.1.2-3
COMPARACIÓN FACTORES DE USO**

Tipo Uso	GCF-CNR (2007)	Arrau (2008)
Agua Potable	0,75	0,62
Riego	0,20	0,18
Industrial	0,30	-
Minería	0,75	-
Otro	1,00	-

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 5.1.2-4
FACTORES DE USO**

USO	V Legal (m ³)	V Real GCF-CNR (m ³)	V Real Muestreo (m ³)	Variación (%)
Potable	32.664.989	24.498.742	20.259.252	-17,3
Riego	39.044.722	7.808.944	7.028.050	-10,0

Fuente: Elaboración Propia

5.2 ASPECTOS AMBIENTALES

En el presente capítulo se abordarán las distintas presiones ambientales a las que se encuentran sometidos los recursos hídricos y aquellos recursos relacionados con éstos, en la cuenca del río Maipo.

Este análisis adquiere un mayor énfasis al ser ésta la cuenca que acoge a la Capital del País, concentrando sobre el 40% de la población nacional y produciendo el 43% del PIB del país⁴.

5.2.1. RECURSOS HÍDRICOS

Conocer el estado de los recursos hídricos, como componente principal del estudio, a través de un análisis de las diversas presiones a la que están sometidos, permitirá tener una visión territorial de la problemática que los afecta, pudiendo asumir en forma general cuáles son las principales externalidades negativas en las actividades económicas de la región.

5.2.1.1. Contaminación de los Recursos Hídricos

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

a) Contaminación por fuentes 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.

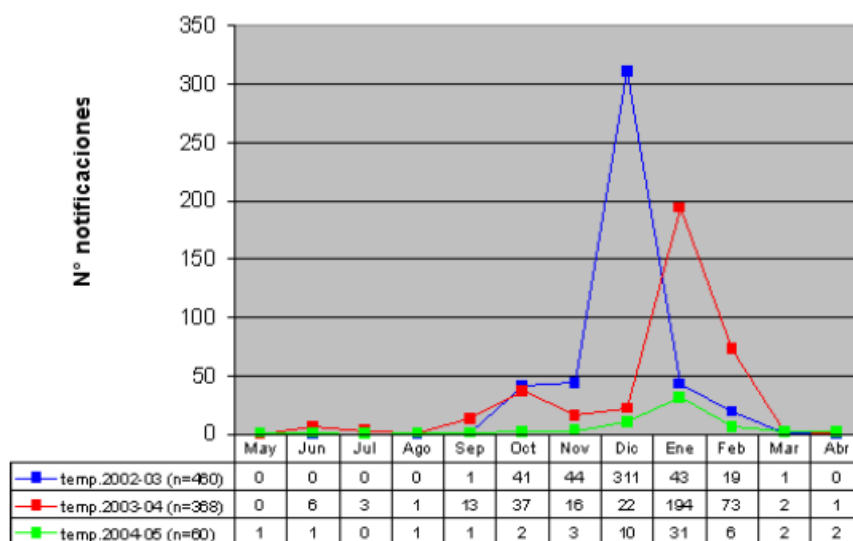
⁴ INE, 2002. CENSO de Población y Vivienda. Disponible en <http://www.ine.cl>



Cierto tipo de contaminación difusa se produce por la aplicación de pesticidas, los que son considerados como cualquier sustancia, mezcla de ellas o agente destinado a ser aplicado en el medio ambiente, personas, animales o plantas, con el objeto de prevenir, controlar o combatir organismos capaces de producir daños a personas, animales, plantas, semillas u objetos inanimados (DS N°88/2004 MINSAL).

En la Región Metropolitana, la mayor parte de las aplicaciones aéreas de plaguicidas se efectúan los meses de verano, lo que se puede apreciar en la Figura 5.2.1.1-1.

FIGURA 5.2.1.1-1
Nº NOTIFICACIONES POR APLICACIONES AÉREAS DE PLAGUICIDAS,
SEGÚN MES Y TEMPORADA AGRÍCOLA



Fuente: Secretaría Regional Ministerial de Salud, 2007⁵

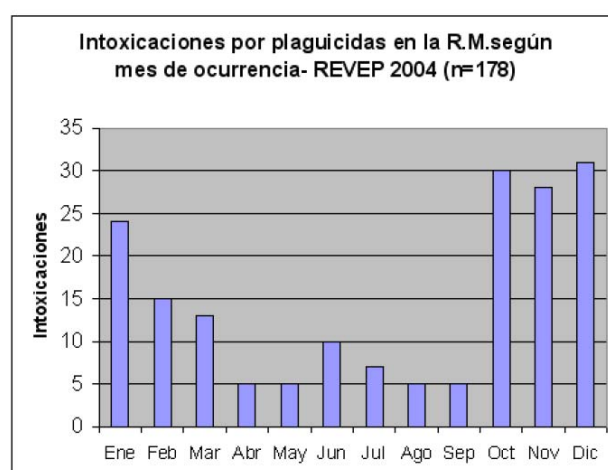
La mayor concentración en la aplicación aérea de los pesticidas se ubica en las comunas rurales de Paine, Melipilla, San Bernardo, Talagante, Til Til y Buin. Lo que se puede apreciar en la Figura 5.2.1.1-2.

En el año 2004 ocurrieron 178 intoxicaciones por pesticidas en la Región Metropolitana. De estas 143 son de origen laboral, 18 no laborales y 17 voluntarias.

⁵ Disponible en <http://www.seremisaludrm.cl/sitio/pag/plaguicidas/indexjs3plaguicidas002.asp>

3D bar chart showing the number of applications (N° de aplicaciones) for various municipalities across three time periods: Temp. 2002-03 (n=460), Temp. 2003-04 (n=350), and Temp. 2004-05 (n=59). The Y-axis ranges from 0 to 120. The X-axis lists municipalities: Alvarado, Bala, C.de Largo, C.Nevia, Colima, Curscavi, El Monte, L.de Maipo, Lampa, Ma Pinto, Maipú, Mellipilla, P.Hurtado, Paine, Peñarol, Pique, Polanco, Pudahuel, Renca, S.Lobo, S. Pedro, Talagante, and Tiltil. The chart shows a significant peak in applications for P.Hurtado in the 2003-04 period.

FIGURA 5.2.1.1-3
INTOXICACIONES POR PLAGUICIDAS EN LA RM SEGÚN MES DE OCURRENCIA



Fuente: Secretaría Regional Ministerial de Salud, 2007⁵

Los distribuidores de plaguicidas tienen obligación de declarar dos veces al año sobre la venta de plaguicidas agrícolas a las oficinas sectoriales del SAG, información remitida al Subdepartamento de Plaguicidas y Fertilizantes. En el Cuadro 5.2.1.1-1 se presenta el resumen general de los plaguicidas agrícolas vendidos en la Región Metropolitana durante el año 2004.

**CUADRO 5.2.1.1-1
RESUMEN PLAGUICIDAS DE USO AGRÍCOLA VENDIDOS POR SERIE Y
UNIDAD DE MEDIDA. AÑO 2004**

Tipo plaguicida	kg/L	Tabletas	Placa	Dispensador
Insecticidas, Acaricidas, Rodenticidas y otros	1.877.869	29.470	11.863	0
Fungicidas, Bactericidas	2.261.685	0	0	0
Herbicidas	789.834	0	0	0
Misceláneos	270.510	0	143.272	11.135
Total	5.199.899	29.470	143.272	11.135

Fuente: SAG, 2006⁶.

El porcentaje de plaguicidas vendidos en la región corresponde al 23% del total nacional (cantidades vendidas de litros y kilos), superado solo por la sexta región. Según el Cuadro 5.2.1.1-1, los tipos de plaguicidas más vendidos son Fungicidas y Bactericidas, los que representan el 43,5% del total vendido; el principio activo de Fungicidas y Bactericidas con mayor venta fue el Azufre, con un 42,2%.



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, sumado a la presencia de vertederos clandestinos a orillas de ríos y canales. Resulta muy complicado de fiscalizar al ser un problema de difícil detección puntual y de efectos generalizados para el territorio, por esto se cataloga como un problema de contaminación difusa.

En el primer taller de participación ciudadana para este plan, se discutió este problema como un efecto de la escasa cultura del agua, la que se presenta mayoritariamente en los “no usuarios” de los recursos hídricos, pero también en los “usuarios”.

⁶ SAG, 2006. Declaración de Ventas de Plaguicidas. Año 2004.

La infiltración a partir de pozos negros puede resultar otra importante fuente de contaminación difusa, especialmente en las zonas rurales.

b) Contaminación por fuentes puntuales: La calidad del agua en la cuenca se ve directamente afectada por las descargas de residuos industriales líquidos (RILes) y plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS).

b1) Descargas Residuos Industriales Líquidos (RILes): Las descargas de RILes corresponden a un tipo de fuente puntual. 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 humano (Universidad de Chile, 2005)⁷.



Las descargas de RILes se encuentran reguladas, en nuestro país, mediante las siguientes normas:

- Ley 18.902 de 1990, modificada por la Ley 19.821, de 2002, señala que corresponderá a la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) el control de los residuos líquidos industriales;
- DS 609 de 1998, del Ministerio de Obras Públicas, establece norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos industriales líquidos a sistemas de alcantarillado;
- DS 90 de 2000, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, establece la concentración máxima de contaminantes permitida para residuos líquidos descargados por las fuentes emisoras, a los cuerpos de agua marinos y continentales superficiales;
- DS 46 de 2002, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, establece norma de emisión de residuos líquidos a aguas subterráneas.

Según el Informe País⁶, la estimación de RILes producidos en la Región Metropolitana alcanzan 2,68 m³/s. Además en este estudio se caracterizan las descargas a cursos superficiales autorizadas al año 2005, según tipo de curso, presentando 10 descargas a ríos, 17 a canales, 5 a esteros y 1 a quebradas. Asimismo, se presentan las industrias que están autorizadas a descargar al alcantarillado, ascendiendo a 137.

⁷ UNIVERSIDAD DE CHILE, 2005. Informe País. Estado del Medio Ambiente en Chile 2005.

En la Memoria 2006 de la SISS, se dice que un 78% de las fuentes emisoras controladas en el país que generan RILes, dispone sus efluentes en sistemas de alcantarillado, un 18% en cursos de aguas superficiales, un 2% lo infiltran a través del subsuelo en acuíferos y un 2% dispone en riego.

La Superintendencia de Servicios Sanitarios, en la Actualización del Catastro de RILes⁸, realiza una caracterización de las industrias por componentes de RILes que descarga. En la Figura 5.2.1.1-4 se muestra la cantidad de industrias por tipo de parámetro medido en la descarga de RILes para la Región Metropolitana. En esta figura se aprecia que los parámetros más frecuentemente medidos en las descargas de RILes catastradas, corresponden a pH, sólidos suspendidos, DBO, detergentes, grasas y aceites.

Según la SISS (2006)⁹, dentro de la caracterización global de los RILes se ha encontrado que la mayor frecuencia de agentes contaminantes se debe a la presencia de DBO₅, sólidos suspendidos, grasas y aceites, y coliformes fecales. Si bien DBO₅ no corresponde a un contaminante, los altos índices de este indicador, revelan la presencia de contaminantes biológicos.

En el año 2006 hubo seis empresas a las que se aplicaron sanciones en la cuenca, siendo la mayor sanción aplicada, aquella que recayó sobre el Consorcio Santa Marta S.A., con una multa de 100 UTA, al verificarse del informe de autocontrol de la calidad del efluente industrial, exceso de los parámetros máximos permitidos, específicamente en el caudal vertido y en los parámetros Aluminio, Boro, Cloruro, Manganeso, Sodio Porcentual, Sulfatos, Sólidos Disueltos y Coliformes Fecales.

Según información del estudio de la Ref. 1, se ha obtenido la información referente a 41 descargas a aguas continentales superficiales, caracterizadas a través de información obtenida en la SISS, la que se muestra en el Cuadro 5.2.1.1-2.

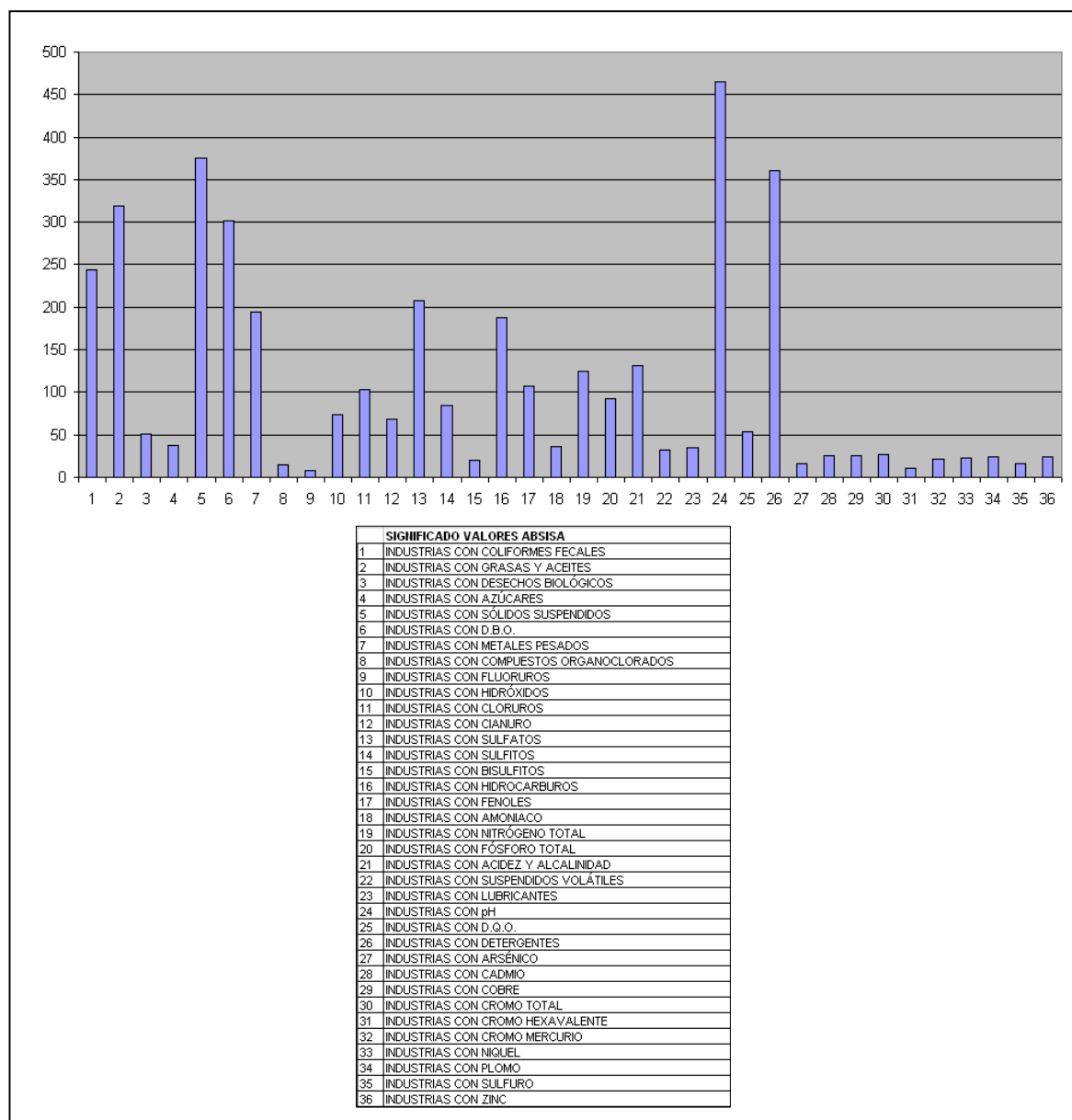
Al representar descargas a cursos de aguas superficiales, se ha realizado una comparación entre los parámetros presentados en el Cuadro 5.2.1.1-2 y los límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua fluviales¹⁰ (DS 90/2000, MINSEGPRES), que se presentan en el Cuadro 5.2.1.1-3.

⁸ SISS, 1998. Actualización del Catastro Nacional de Residuos Industriales Líquidos del año 1992

⁹ SISS, 2006. Informe de Gestión del Sector Sanitario

¹⁰ En esta tabla la norma no considera la capacidad de dilución del receptor. Ésta se utiliza puesto que no se cuenta con este dato para los puntos de descarga.

FIGURA 5.2.1.1-4
DISTRIBUCIÓN DE INDUSTRIAS POR TIPO DE PARÁMETRO MEDIDO
EN LA DESCARGA DE RILES – REGIÓN METROPOLITANA



Fuente: Superintendencia de Servicios Sanitarios

CUADRO 5.2.1.1-2
DESCARGAS INDUSTRIALES EN LA CUENCA DEL MAIPO A CURSOS DE AGUA SUPERFICIALES
PARÁMETROS DE CALIDAD

Nº	pH		T(°C)	Colif. Fecales (NMP/100mL)	SS (mg/L)	DBO ₅ (mg/L)	NKT (mg/L)	P (mg/L)	A y G (mg/L)	PE (mm)	Fe Dis. (mg/L)	HC. Fijos (mg/L)	SO ₄ (mg/L)	Sulfuros (mg/L)	Al (mg/L)	As (mg/L)	Cd (mg/L)	CN (mg/L)	Cu (mg/L)	Índice de Fenol (mg/L)	Cr ⁺⁶ (mg/L)	Fluoruro (mg/L)	Mn (mg/L)	Hg (mg/L)	Mo (mg/L)	Ni (mg/L)	Pb (mg/L)
	max	min																									
1	7,3	7,1	21,4	1,6x10 ⁶	8.150	4.401	488	63,9	1.460	(*)	0,1	<5	116	(*)	0,17	<0,005	0,006	<0,05	9,43	0,09	0,05	0,15	1,7	0,001	0,15	0,14	0,1
2	8,9	8,3	17,4	1,3x10 ⁶	5.625	7.918	464	122	270	(*)	0,2	<5	161	(*)	0,29	<0,005	0,009	<0,05	0,63	0,05	0,15	0,59	0,83	0,004	<0,10	0,21	0,08
3	7,3	6,5	17,4	3,0x10 ⁹	11.000	13.901	2,016	87,4	244	(*)	0,49	<5	89	(*)	0,38	<0,005	0,02	<0,05	2,69	0,06	0,15	0,68	0,92	0,005	0,2	0,37	0,11
4	7,96	7,12	21,8	<2	48	111	3,2	1,58	<5,0	<2	0,1	<5,0	13,2	<0,10	0,32	0,002	<0,001	<0,02	0,02	<0,001	<0,010	<0,20	0,05	<0,0005	<0,01	<0,05	<0,03
5	-	-	-	-	174	620	196	3,69	103	<2	0,09	<5,0	1.259	10	0,96	0,007	<0,005	<0,02	0,08	0,077	<0,006	0,15	0,13	<0,001	<0,01	<0,02	<0,03
6	7,1	-	19,7	<2	11	9	0,6	<0,1	<10	<1	0,37	<10	529	<0,01	0,2	<0,005	<0,001	<0,01	0,09	0,019	<0,01	0,2	0,06	0,001	0,01	<0,01	0,02
7	8,6	7,5	20,8	-	173	67,5	14,2	-	5	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	665	920	64,4	16,8	134	<2	0,6	9,8	700	1,1	9,2	0,007	0,01	<0,02	0,06	< 0,002	0,36	0,18	0,31	0,001	<0,01	<0,01	<0,03
9	7,94	7,89	17,2	2	5	2	1,52	0,25	5	2	0,05	5	300	0,1	0	0,001	0,005	0,02	0,01	0,001	0,01469027	0,2	0,01	0	0,015	0,05	0,03
10	7,18	6,45	17,8	2	5	4	3,43	0,31	5	2	0,05	5	577	0,1	0,35	0,004	0,005	0,02	0,01	0,001	0,01	0,2	0,01	0,0005	0,01	0,05	0,03
11	12,5	7,1	20,2	1.600	232	68	6,8	5,63	nd	nd	nd	nd	115	nd	0,5	0,01	nd	nd	0,7	nd	nd	nd	0,03	0,001	nd	0,2	0,022
12	7,2	7	14	-	<10,0	<1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	4,72	-	19,3	<1,8	<5,0	14,4	0,77	0,174	<5,0	<5,0	0,039	<5,0	1.177,18	< 0,092	1,772	0,0045	0,009	< 0,004	10,65	< 0,0004	< 0,010	0,028	5,45	< 0,0004	< 0,005	0,105	0,062
14	6,92	-	19,2	<1,8	37	81,4	6,33	5,091	33,2	<5	0,254	<5	124,3	< 0,092	<0,1	0,0023	< 0,004	< 0,004	0,026	< 0,0004	<0,01	0,643	0,012	< 0,0004	0,006	< 0,043	<0,017
15	3,53	-	19,2	<1,8	70	<1,0	0,77	1,34	<5,0	<5,0	23,525	<5,0	236,26	< 0,092	2,838	0,0143	< 0,004	< 0,004	0,133	< 0,0004	< 0,010	0,059	0,625	< 0,0004	0,013	0,076	0,021
16	7	-	15,5	1.100	5	49	0,4	0,1	8	5	0,1	5	300	0,4	0,5	0,004	0,01	0,004	0,02	0,002	0,05	0,482	0,02	0,001	0,5	0,08	0,05
17	7,45	-	23,5	540	163	135	6,04	17,1	23,4	<2	0,11	<5	251	0,74	2	0,102	<0,005	<0,02	0,15	<0,002	<0,006	0,42	0,28	<0,001	0,05	<0,02	<0,03
18	13,6	3,88	17,1	4	192	1.320	7,55	6,3	9	6	<1,4	<4	248	<0,03	<0,9	<0,010	<0,01	<0,06	0,09	0,007	<0,05	0,1	<0,07	< 0,001	<0,76	<0,16	<0,05
19	12,36	6,59	11,7	78	65	75	2,45	0,76	<5,0	<2	<0,05	<5,0	6,6	<0,10	0,33	0,005	<0,005	<0,02	0,01	<0,001	<0,010	<0,20	0,02	<0,0005	<0,01	<0,05	<0,03
20	13,6	4,2	48,7	21	305	6.281	29,83	12,4	<0,01	<2,5	<1,4	<4	292	<0,03	2	<0,01	<0,01	<0,06	0,1	<0,006	<0,24	0,18	0,11	<0,001	<0,76	<0,16	<0,05
21	4,5	-	-	-	554	2.930	285	4,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	8,25	-	20,2	<2	34	29	58,4	1,3	8	<2,5	<1,4	<4	<10	<0,03	<0,9	<0,010	<0,01	<0,0,6	0,26	0,007	<0,24	0,34	0,57	0,001	<0,76	<0,16	<0,05
23	7,31	-	18,3	nd	nd	8	24,8	0,33	nd	nd	nd	nd	298	nd	n.d	0,004	nd	nd	0,06	nd	nd	nd	n.d	nd	nd	nd	nd
24	13,2	3,6	48,5	480	611	3.860	57,92	8,4	260	4	<1,4	4	186	<0,03	<0,9	<0,01	<0,01	<0,06	<0,04	<0,006	<0,24	0,13	<0,07	<0,001	<0,76	<0,16	<0,05
25	9,6	-	19,6	750	1,213	1,16	0,475	4,58	200	(*)	0,33	0,01	1,088	5,21	0,51	<0,005	0,016	<0,05	0,13	0,12	0,2046	0,22	0,34	0,002	0,02	0,16	0,41
26	7,3	-	28	16.000	210	1.350	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	7,84	-	19,6	200	1.002	229	19,7	26,8	147	nd	0,6	24,3	542	n.d	15,8	0,005	nd	nd	0,19	nd	nd	0,28	0,85	nd	nd	nd	nd
28	6	-	22,5	1.300	136	26	1,7	7,34	<5,0	7	2,7	<5,0	115	<0,10	1,9	<0,001	0,004	<0,02	<0,01	<0,001	<0,010	<0,20	0,44	<0,0005	<0,01	<0,05	0,08
29	7,62	6,46	12,67	-	39,47	-	-	-	8,00	-	-	5,00	592,12	0,19	-	-	-	-	-	0,19	-	-	-	-	-	-	-
30	8,32	7,72	27,35	-	44,00	28,22	32,08	5,71	-	-	-	-	641,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	8,30	7,18	29,00	-	47,00	799,00	-	-	8,30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	8,15	-	19,70	403,13	7,33	-	-	-	-	-	-	-	717,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	8,10	-	11,03	-	202,56	348,67	489,44	-	68,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
34	7,54	7,10	21,72	48.307,50	135,67	603,00	-	-	27,47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
35	6,58	6,18	24,88	-	39,50	315,00	14,45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	7,54	6,56	21,82	-	33,57	394,16	9,43	-	-	-	-	-	413,40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
37	7,51	-	33,11	-	45,88	249,56	15,00	1,0	73,00	-	-	-	438,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	9,46	7,68	14,00	-	198,00	578,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	7,43	-	20,43	7.566,67	47,50	1.100,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	7,39	6,24	19,44	1,165x10 ⁷	115,43	208,43	-	-	41,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
41	7,78	-	22,95	8,00	17,50	-	-	-	-	-	0,18	-	332,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Nota: Antecedentes correspondientes a caracterizaciones definitivas de las descargas de los establecimientos industriales para su evaluación según D.S. 90/2000 de la SISS. No es posible el identificar los establecimientos industriales responsables de estas descargas, pues esa información tiene carácter confidencial

(*): Indica interferencia por característica de la muestra
**: Ningún efluente de sistemas de tratamientos podría descargar en canales si su régimen de descarga no coincide con los períodos de escurrimiento normal del canal, a menos que disponga de estanques ecualizadores de dimensiones apropiadas para acumular los volúmenes de los efluentes de la planta de tratamiento en los períodos en que el canal está fuera de servicio (CONAMA, Fecha desconocida. Manual de Aplicación D.S. 90 /2000).

CUADRO 5.2.1.1-2
DESCARGAS INDUSTRIALES EN LA CUENCA DEL MAIPO A CURSOS DE AGUA SUPERFICIALES
PARÁMETROS DE CALIDAD
(Continuación)

Nº	Se (mg/L)	Zn (mg/L)	Cloruros (mg/L)	Tetracloroetano (C ₂ Cl ₄) (mg/L)	Triclorometano (CHCl ₃) (mg/L)	B (mg/L)	Pentaclorofenol (C ₆ OHCl ₅) (mg/L)	Tolueno (C ₆ H ₅ CH ₃) (mg/L)	Xileno (C ₆ H ₄ C ₂ H ₆) (mg/L)	S Sed. (mL/hr)	DQO (mg/L)	Oxígeno (mg/L)	Punto de Descarga	Caudal (m³/día)
1	0,006	7,18	369	nd	nd	0,61	nd	0,04	nd	-	-	-	Canal Lo Aguirre**	33
2	0,002	3,46	334	<0,001	0,004	0,61	nd	0,11	nd	-	-	-	Río Mapocho	84,7
3	0,003	3,46	651	<0,001	0,002	2,95	nd	nd	nd	-	-	-	Estero El Gato	96,9
4	<0,005	0,17	71,4	0,001	nd	<0,40	0,00009	nd	nd	-	-	-	Canal Santa Rita**	17
5	<0,01	0,11	2.266	0,001	<0,001	0,75	0,043	<0,01	<0,001	-	-	-	Río Maipo	463
6	<0,005	0,25	223	<0,002	0,068	0,2	<0,001	<0,001	<0,001	-	-	-	Canal San Javier**	8,424
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Río Maipo	15,798
8	0,001	0,24	2.497	1,183	nd	0,75	nd	nd	nd	-	-	-	Río Maipo	109
9	0	0,48	131	0,001	0,001	0	0	0	0	-	-	-	Canal El Carmen**	226
10	0,005	0,66	244	0,001	0,001	0,54	0,03	0	0	-	-	-	Painino	224,6
11	nd	0,12	170	nd	nd	1,1	nd	nd	nd	-	-	-	Canal San Pedro**	60
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Las Morrenas	8,185
13	< 0,0003	1,05	84,9	-	-	1,642	-	-	-	-	-	-	Estero San Francisco	0
14	< 0,0003	0,046	60 4	-	-	<0,1	-	-	-	-	-	-	Estero San Francisco	945
15	< 0,0003	0,147	7,5	-	-	< 0,100	-	-	-	-	-	-	Estero Ortiga	0
16	0,003	0,02	135	nd	0,02	0,1	nd	nd	nd	-	-	-	Estero Agua Fría	10.792,20
17	<0,001	0,39	121	<0,001	0,011	0,24	nd	0,02	nd	-	-	-	Río Mapocho	275
18	<0,007	< 0,18	1.300	nd	nd	0,19	nd	nd	nd	-	-	-	Río Maipo	820,19
19	<0,005	0,17	3,4	nd	nd	<0,40	<0,010	nd	nd	-	-	-	Canal de regadío**	10
20	0,009	<0,18	120	nd	nd	0,22	nd	0,057	0,017	-	-	-	Río Clarillo	12,01
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Estero La Berlina	15
22	<0,007	<0,18	59	nd	nd	0,18	nd	nd	nd	-	-	-	Estero San Pedro	11,69
23	nd	0,06	152	nd	0,005	0,8	nd	nd	nd	-	-	-	Canal Castillo**	3,05
24	<0,007	0,23	383	nd	< 0,018	0,27	nd	0,004	0,005	-	-	-	Canal San Miguel**	492,37
25	0,019	4,8	3,306	-	-	0,18	nd	0,098	0,158	-	-	-	Estero Paine	105,4
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Estero Paine	9.624
27	nd	20	279	nd	nd	nd	nd	nd	nd	-	-	-	Canal Ortuzano**	6,5
28	<0,005	2,9	98	<0,001	0,041	<0,40	<0,010	nd	nd	-	-	-	Estero Llolleo	1,4
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,21	-	-	Río Mapocho	1.292,64
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,00	-	-	Estero Las Cruces	5.947
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Canal de Riego El Bajo**	468,384
32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Río Mapocho	7.567,92
33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Río Maipo	385,7
34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Río Maipo	317,76
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Canal Chocalán**	786,5
36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,54	846,72	2,27	Río Maipo	35.369
37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Río Maipo	7.262,40
38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.143,00	-	Río Maipo	399,168
39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Río Maipo	136.140,48
40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Estero El Paico	4.406,40
41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Estero Los Patos	215,76

FUENTE: Superintendencia de Servicios Sanitarios

Nota: Antecedentes correspondientes a caracterizaciones definitivas de las descargas de los establecimientos industriales para su evaluación según D.S. 90/2000 de la SISS. No es posible el identificar los establecimientos industriales responsables de estas descargas, pues esa información tiene carácter confidencial

(*): Indica interferencia por característica de la muestra

**): Ningún efluente de sistemas de tratamientos podría descargar en canales si su régimen de descarga no coincide con los períodos de escurrimiento normal del canal, a menos que disponga de estanques ecualizadores de dimensiones apropiadas para acumular los volúmenes de los efluentes de la planta de tratamiento en los períodos en que el canal está fuera de servicio (CONAMA, Fecha desconocida. Manual de Aplicación D.S. 90 /2000).

CUADRO 5.2.1.1-3
LÍMITES MÁXIMOS PERMITIDOS PARA LA DESCARGA DE
RESIDUOS LÍQUIDOS A CUERPOS DE AGUA FLUVIALES

CONTAMINANTES	UNIDAD	EXPRESIÓN	LÍMITE MÁXIMO PERMITIDO
Aceites y Grasas	mg/L	A y G	20
Aluminio	mg/L	Al	5
Arsénico	mg/L	As	0,5
Boro	mg/L	B	0,75
Cadmio	mg/L	Cd	0,01
Cianuro	mg/L	CN ⁻	0,20
Cloruros	mg/L	Cl ⁻	400
Cobre Total	mg/L	Cu	1
Coliformes Fecales o Termotolerantes	NMP/100 mL	Coli/100 mL	1000
Índice de Fenol	mg/L	Fenoles	0,5
Cromo Hexavalente	mg/L	Cr ⁶⁺	0,05
DBO ₅	mg O ₂ /L	DBO ₅	35 *
Fósforo	mg/L	P	10
Fluoruro	mg/L	F ⁻	1,5
Hidrocarburos Fijos	mg/L	HF	10
Hierro Disuelto	mg/L	Fe	5
Manganeso	mg/L	Mn	0,3
Mercurio	mg/L	Hg	0,001
Molibdeno	mg/L	Mo	1
Níquel	mg/L	Ni	0,2
Nitrógeno Total	mg/L	NKT	50
Pentaclorofenol	mg/L	C ₆ OHCl ₅	0,009
pH	Unidad	pH	6,0 -8,5
Plomo	mg/L	Pb	0,05
Poder Espumógeno	mm	PE	7
Selenio	mg/L	Se	0,01
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	SS	80 *
Sulfatos	mg/L	SO ₄ ²⁻	1000
Sulfuros	mg/L	S ²⁻	1
Temperatura	C°	T°	35
Tetracloroetano	mg/L	C ₂ Cl ₄	0,04
Tolueno	mg/L	C ₆ H ₅ CH ₃	0,7
Triclorometano	mg/L	CHCl ₃	0,2
Xileno	mg/L	C ₆ H ₄ C ₂ H ₆	0,5
Zinc	mg/L	Zn	3

Fuente: DS 90/2000 MINSEGPRES

En el Cuadro 5.2.1.1-2, los parámetros que superan la Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Marinas y Continentales Superficiales (DS 90/2000), según los Límites máximos permitidos para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua fluviales, han sido destacados a través del relleno de la celda. Se observa que en 9 de los puntos de descarga no se supera ningún parámetro de la norma, en el resto de los puntos de descarga se supera la norma en al menos uno de los parámetros.

Los límites de la norma (D.S. 90 / 2000) van a depender de la capacidad de dilución del cuerpo receptor, puesto que, al haber una mayor tasa de dilución del efluente vertido, podrá haber un incremento en las concentraciones límites establecidas para la descarga de residuos líquidos a cuerpos de agua fluviales. La Tasa de Dilución corresponde al cociente entre el Caudal Disponible del Cuerpo Receptor y el Caudal Medio Mensual del Efluente Vertido.

La ubicación territorial de las descargas de RILes de los establecimientos que aparecen en el Cuadro 5.2.1.1-2 no es posible, ya que la información no se encuentra referenciada geográficamente para toda la base de datos.

En el estudio Actualización del Catastro Nacional de Residuos Industriales Líquidos¹¹, se caracteriza el nivel de contaminación – para distintos parámetros – de las industrias, tanto para aquellas con contaminación tóxica, como para aquellas con contaminación orgánica. El detalle de las industrias con un nivel alto de contaminación¹² para algún parámetro, se presenta en el Anexo 5-6.

En el anexo antes mencionado, se puede apreciar que las industrias con contaminación tóxica con una alta presencia de DBO, corresponden a los rubros curtiembres, tintorerías y lavanderías, y textiles; aquellas con mayores niveles de ácidos y grasas corresponden a fundiciones y curtiembres; aquellas con altos niveles de Cromo corresponden a curtiembres principalmente. Las industrias con contaminación orgánica que generan niveles altos de DBO corresponden principalmente al rubro alimentación.

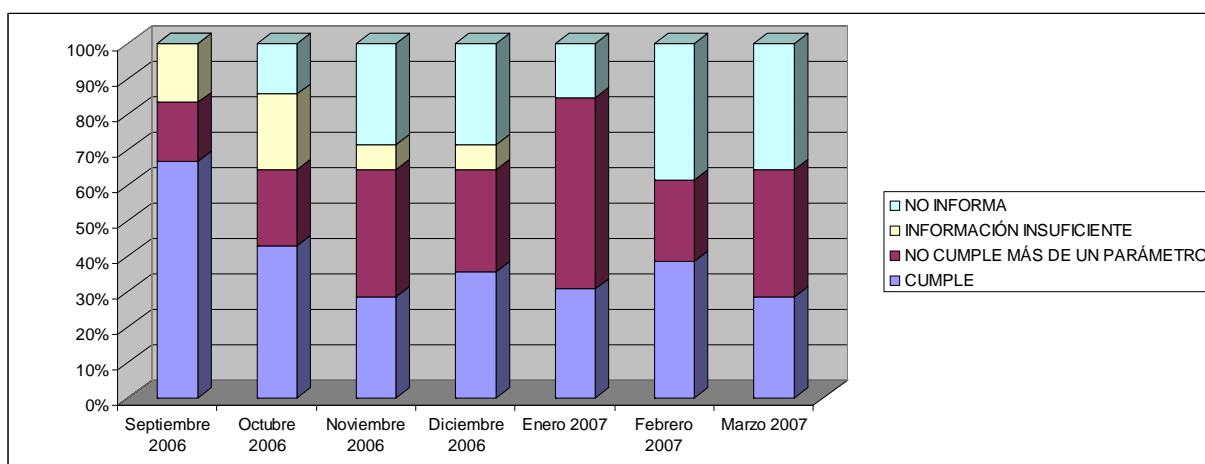
Para representar las emisiones de RILes a aguas subterráneas se presenta la información de la Superintendencia de Servicios Sanitarios referente al cumplimiento de la Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas (DS 46/2002). Las industrias que emiten RILes a aguas subterráneas – en la Región Metropolitana – corresponden a 15.

¹¹ SISS, 1998. Actualización del Catastro Nacional de Residuos Industriales Líquidos del año 1992

¹² El nivel de contaminación de cada una de las industrias ha sido definido según una escala cualitativa que asocia un concepto (alto, medio, bajo) a una determinada concentración de los parámetros estimados de emisión para cada industria a partir de la metodología del estudio. Las escalas cualitativas se especifican en el Anexo 5-6.

En el Cuadro 5.2.1.1-4 se presenta el cumplimiento mensual de la norma para aquellas industrias que declaran sus emisiones a la SISS y en la Figura 5.2.1.1-5 se pueden observar los resultados de la evaluación del cumplimiento de la norma, para el periodo septiembre 2006 – marzo 2007.

FIGURA 5.2.1.1-5
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL DS 46/2002
PERIODO SEPTIEMBRE 2006 – MARZO 2007



Fuente: Elaborado a partir de SISS, 2007¹³

CUADRO 5.2.1.1-4
CUMPLIMIENTO MENSUAL DEL DS 46/2002 DECLARADO A LA SISS
PERIODO SEPTIEMBRE 2006 – MARZO 2007

Empresa	Tamaño	Septiembre 2006	Octubre 2006	Noviembre 2006	Diciembre 2006	Enero 2007	Febrero 2007	Marzo 2007
MOLIBDENOS METALES S.A.	Y Sin Información	Cumple	Cumple	No Informa	Cumple			
INDUSTRIA QUIMICA JORGE DEL VALLE	Pequeña		No Informa	No Informa	No Informa	Cumple	Cumple	Cumple
CAMILO AGUILERA RECABAL	Pequeña	Cumple	Cumple	No cumple 1 par.	No cumple 1 par.	No cumple 1 par.	No cumple 1 par.	No cumple 1 par.
PLANTA PROCESADORA DE ACEITUNAS TILITANA	Mediana	Info. insuficiente	Info. insuficiente	Info. insuficiente	Info. insuficiente	No cumple 1 par.	Cumple	Cumple
ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL PRODUCTOS CHILENOS DEL ACERO LTDA.	Grande	No cumple 1 par.	Info. insuficiente	No cumple 1 par.	No cumple 1 par.	No cumple más de 1 par.	Cumple	No cumple 1 par.
PEDRO VALDIVIESO Y CIA LIMITADA	Sin Información	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	No Informa	No Informa
AGRICOLA DON POLLO	Grande	No cumple más de 1 par.	No cumple más de 1 par.	No cumple 1 par.	No cumple 1 par.	No cumple 1 par.	No cumple 1 par.	No cumple 1 par.
MALTERIAS UNIDAS S.A.	Grande	Info. insuficiente	No Informa	No Informa	No cumple más de 1 par.	No cumple 1 par.	No cumple más de 1 par.	No cumple más de 1 par.
VIÑA SANTA EMA SA	Grande		Cumple	No cumple más de 1 par.	No Informa	No cumple 1 par.	No Informa	No cumple 1 par.
FRIGOFR S.A.	Grande	Cumple	Cumple	No Informa	No Informa	No cumple 1 par.	Cumple	Cumple
CHEVRITA S.A.	Mediana	Cumple	No cumple más de 1 par.	Cumple	Cumple	No Informa	No Informa	No Informa
VIÑA MAR DE CASABLANCA S.A.	Pequeña	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	No Informa	No Informa
BATERIAS COSMOS	Mediana	Cumple	Info. insuficiente	No cumple 1 par.	No Informa	No Informa	No Informa	Cumple
FRUTERA SAN FERNANDO (PLANTA SAN BERNARDO)	Sin Información							No Informa
CRISTALERIAS CHILE S.A.	Grande	Cumple	No cumple 1 par.	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	No Informa

Clasificación para la Evaluación de Cumplimiento	
Cumple	No se observa incumplimientos en el período. Incluye aquellos casos en que no hubo descargas en el período
No cumple 1 parámetro	Presenta un parámetro con incumplimiento de los límites que establece la Resolución de Monitoreo
No cumple más de 1 parámetro	Presenta más de un parámetro con incumplimiento de los límites que establece la Resolución de Monitoreo
Información insuficiente	Presenta información insuficiente. Remite información pero no el autocontrol.
No informa	No presenta información en dicho período

Fuente: Elaborado a partir de SISS, 2007¹³

¹³ SISS, 2007. Evaluación de Cumplimiento Mayo de 2007. Disponible en www.siss.cl

En un estudio realizado por la SISS el año 1999¹⁴, se han estimado las inversiones necesarias a realizar por los distintos sectores industriales para tratar los efluentes líquidos generados en sus procesos productivos, estimando una inversión para la Región Metropolitana del sector industrial de US\$1.011.957. Cabe destacar que este estudio fue realizado antes de la promulgación de los D.S 90/2000 y D.S. 46/2002.

La calidad de los RILes va a depender de las características de los procesos productivos de cada industria, sin embargo éstas deben cumplir la normativa sin distinción, respetando la calidad de los recursos hídricos.

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



b2) Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas (PTAS): 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 Chile (Universidad de Chile, 2005)⁶.

Según el estudio de la Ref. 1, en la región hay 23 plantas en operación. La ubicación de estas descargas y de los RILes se presenta en la Figura 5.2.1.1-5. En total las PTAS descargan cerca de 17 m³/s en promedio. De las 23 PTAS, el 72% de las descargas son generadas por las plantas El Trebal y La Farfana de propiedad del Grupo Aguas. En conjunto estas plantas sirven una superficie superior a 130.000 ha.

Al año 2005 las empresas que participaban en el mercado del tratamiento de las aguas servidas eran: Aguas Andinas, Aguas Cordillera, Aguas Manquehue, Aguas Los Dominicos, SMAPA, Sevicomunal y SERVILAMPA. En el Cuadro 5.2.1.1-5 se presentan las coberturas al año 2006 y sus proyecciones hasta el año 2017.

En este cuadro se aprecia que la empresa que presenta una mayor cobertura de tratamiento es Aguas Andinas, con aproximadamente un 60% de cobertura actual, la que – según las estimaciones – seguirá dominando el mercado del tratamiento de las aguas servidas a largo plazo.

¹⁴ SISS, 1999. Análisis Económico sobre el Tratamiento de los Residuos Industriales Líquidos en Chile.

CUADRO 5.2.1.1-5
COBERTURAS DE TRATAMIENTO A DICIEMBRE DE 2006 Y PROYECCIONES

EMPRESA	POBLACIÓN URBANA ESTIMADA (Dic 2006)			% COBERTURA REFERIDAS A POBLACIÓN QUE ABASTECE CADA EMPRESA			
	Total (hab)	Con tratamiento (hab)	% de población con tratamiento respecto del Total (6.214.716 hab)	Dic.	Proyecciones a Diciembre		
				2006	2007	2012	2017
Aguas Andinas	5.085.311	3.671.679	59	72,2	73,1	99,3	99,4
Aguas Cordillera	326.429	54.690	0,8	16,8	17,0	100,0	100,0
Aguas Manquehue	25.974	15.916	0,3	61,3	61,5	100,0	100,0
Aguas Los Dominicos	17.168	2.301	0,04	16,6	17,0	100,0	100,0
SMAPA	674.093	672.965	11	96,8	96,8	100,0	100,0
Servicomunal	69.518	67.011	1	96,4	96,4	97,5	98,5
SERVILAMPA	16.223	9.578	0,15	61,8	61,8	100,0	100,0
TOTAL	6.214.716	4.494.140	72,3				

Fuente: SISS, 2006⁹

La PTAS La Farfana, de Aguas Andinas, se ubica en la comuna de Maipú, y su funcionamiento fue aprobado mediante la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) N°485 del 13 de agosto de 2001, entrando en funcionamiento en octubre de 2003. Descontamina el 50% de las aguas servidas de la capital, con una capacidad de depuración de 8,8 m³/s a través de un tratamiento de lodos activados convencionales con digestión anaeróbica de lodos.



La planta de tratamiento El Trebal se ubica en la comuna de Padre Hurtado y su funcionamiento fue aprobado mediante la RCA N°081-A/98 del 26 de Febrero de 1998. Entró en funcionamiento en Noviembre de 2001, con una capacidad de 4,4 m³/s, equivalente al 25% del total de las aguas contaminadas de la capital, permitiendo beneficiar más de 50.000 ha de riego, a través del sistema de lodos activados convencionales.



Según el Plan de Saneamiento Hídrico del Gran Santiago, cuyo objetivo final es descontaminar la cuenca, tratando el 100% de las aguas servidas de la Región Metropolitana, el objetivo se cumplirá al construirse una tercera planta de tratamiento, Los Nogales, la que permitirá tratar $9\text{m}^3/\text{s}$ del sector norte de la capital.

En los sectores rurales, según MIDEPLAN (2003)¹⁵, solo un 7,9% de los hogares cuenta con WC conectado al alcantarillado, siendo la fosa séptica la solución de eliminación de excretas más común, con un 57,1%, seguido por los pozos negros con un 19,3%. Estos datos se pueden apreciar en el Cuadro 5.2.1.1-6.

CUADRO 5.2.1.1-6
SISTEMAS DE ELIMINACIÓN DE EXCRETAS, REGIÓN METROPOLITANA

Eliminación de Excretas	Zona					
	Urbana		Rural		Total	
	Hogares	%	Hogares	%	Hogares	%
Si, con WC Conectado Al Alcantarillado	1.529.832	94,65	3.815	7,87	1.533.647	92,13
Si, con WC Conectado A Fosa Séptica	23.836	1,47	27.671	57,06	51.497	3,09
Si, con Letrina Sanitaria Conectada A Pozo Negro	4.367	0,27	4623	9,53	8.990	0,54
Si, Con Cajón Sobre Pozo Negro	6.319	0,39	9.346	19,27	15.665	0,94
Si, Con Cajón Sobre Acequia o Canal	278	0,02	269	0,55	547	0,03
Si, Con Cajón Conectado a Otro Sistema	214	0,01	79	0,16	293	0,02
No Dispone de Sistema	51.377	3,18	2.690	5,55	54.067	3,25
Total	1.616.223	100,00	48.493	100,00	1.664.706	100,00

Fuente: MIDEPLAN, 2003¹⁵

A partir de Septiembre de 2006, todas las descargas de aguas servidas domésticas de las concesionarias de servicio sanitario público, que se disponen en cursos superficiales y aguas marinas debieron dar pleno cumplimiento al D.S. 90/00 MINSEGPRES. Según el autocontrol realizado por las empresas ubicadas en la cuenca, se presenta el cumplimiento del D.S. 90 en el Cuadro 5.2.1.1-7.

El estudio de la Ref. 1 presenta información de la SISS en que se caracterizan los puntos de descarga de Aguas Servidas en la Cuenca del río Maipo, puntos que se presentan en el Cuadro 5.2.1.1-8.

¹⁵ MIDEPLAN, División Social, 2003. Encuesta CASEN 2003, con factores de expansión en base a CENSO 2002

**CUADRO 5.2.1.1-7
RESULTADO DEL AUTOCONTROL DE PTAS (2006)**

Empresa Sanitaria	Cumplimiento (%)
Aguas Andinas	99,94
Aguas Manquehue	100
Aguas Santiago Poniente	91,67
ESSA	83,33
Melipilla Norte	100
SEBRA	58,33
SERVICOMUNAL	100
SELAR	66,67
SERVILAMPA	0
Aguas Santiago	100

Fuente: SISS, 2006⁹

**CUADRO 5.2.1.1-8
DESCARGAS DE AGUAS SERVIDAS EN LA CUENCA DEL MAIPO**

Nº	Planta	Año Inicio Operación	Descarga (L/s)	Punto de Descarga
1	Pudahuel (ENEA)	2001	8,4	Río Mapocho
2	El Monte	2004	38,4	Río Mapocho
3	Gran Santiago, El Trebal	2001	3.353,8	Río Mapocho
4	Gran Santiago, La Farfana	2003	7.693,1	Río Mapocho
5	Melipilla	2007	165	Río Mapocho
6	Paine	2002	51,2	Estero La Líneo
7	Pomaire	1996	13,7	Estero Paine-Angostura-Río Maipo
8	San José de Maipo	2002	13,8	Estero Puangue-Río Maipo
9	Valdivia de Paine	2005	24,4	Río Maipo
10	Quilicura	1998	78,4	Estero Las Cruces-Río Mapocho
11	Los Trapenses	1995	52,6	S/I
12	Chicureo	2000	S/I	Quebrada La Nipa
13	Villa Galilea	2003	0,8	Canal de Riego
14	Colina	1991	106,6	Estero Colina
15	Lampa	2001	9,1	Estero Lampa-Río Mapocho
16	Pudahuel	2005	5	Quebrada
17	Til-Til	2006	9,2	Estero Til-Til – Río Mapocho
18	Talagante	2005	90,4	Estero Puangue-Río Maipo
19	Curacaví	3004	32,7	Río Maipo
20	Buin-Maipo	2005	112,7	Río Maipo
21	El Canelo	2007	9	Río Maipo
22	Isla de Maipo	2009	12	Río Maipo
23	Pan de Azúcar y Chicureo Oriente	2002	10	Canal Los Patos
24	Los Nogales	2009	9.000	-

Fuente: Informe de Gestión del Sector Sanitario 2005,
Superintendencia de Servicios Sanitarios

En el estudio realizado por la SISS antes citado (1999)¹⁶, se ha estimado que las inversiones necesarias del sector sanitario (aguas servidas) en la Región Metropolitana serían US\$1.852.088.

b3) Contaminación Potencial por Disposición de Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD): Las estadísticas medioambientales extraídas del Instituto Nacional de Estadísticas¹⁷, demuestran una disminución hacia el año 2003 en la cantidad de RSD y asimilables, y el estancamiento de las cifras hasta el año 2005, lo que se aprecia en el Cuadro 5.2.1.1-9. Este estancamiento coincide con el cierre del vertedero Lepanto de San Bernardo, el que recibió durante 10 años la basura domiciliar de 26 comunas del sector sur de la región.

Según la misma fuente, las instalaciones de disposición final en la región son cuatro, las que funcionan con autorización sanitaria. De ellas dos – al año 2005 – tenían una vida útil menor a dos años.

CUADRO 5.2.1.1-9
DISPOSICIÓN FINAL DE RSD Y ASIMILABLES, REGIÓN METROPOLITANA

Año	Volumen (ton/año)
2001	2.730.000
2002	2.766.250
2003	2.336.474
2004	2.327.028
2005	2.326.428

Fuente: INE, 2005¹⁸

En cuanto a los lugares de disposición de RSD, actualmente, existen dos rellenos sanitarios en plena operación: Loma Los Colorados en Til Til y Santa Marta en Lonquén. En tanto, se encuentra en etapa de construcción el proyecto Relleno Sanitario Santiago Poniente, ubicado en el sector de Rinconada de Maipú. Además, existe el vertedero Popeta, controlado por el municipio de Melipilla, que recibe los RSD de dicha comuna y de algunas industrias de la zona, las que disponen residuos

¹⁶ SISS, 1999. Análisis Económico sobre el Tratamiento de los Residuos Industriales Líquidos en Chile.

¹⁷ INE. 2005. Estadísticas del Medio Ambiente. Disponible en <http://www.ine.cl>, consultado en Septiembre de 2007

¹⁸ INE, 2005. Estadísticas del Medio Ambiente. Disponible en <http://www.ine.cl>, consultado en Septiembre de 2007

con características asimilables a domésticos. Como parte de este ordenamiento en la disposición de la basura domiciliaria, existen dos estaciones de transferencia autorizadas, Puerta Sur en San Bernardo y KDM en Quilicura¹⁹ La ubicación de los principales rellenos sanitarios de la región pueden observarse en la Figura 5.2.1.1-6.

Respecto a la disposición ilegal de residuos sólidos, se entiende como “todas las actividades de depósito realizadas sin ajustarse a la legislación y reglamentación vigente, sin un proyecto aprobado, ni una autorización de funcionamiento otorgada por los por los servicios competentes”. Según un diagnóstico realizado en 1994, en la región existirían 101 vertederos ilegales de residuos sólidos, de los cuales 78 se localizan en el área metropolitana. De acuerdo a datos del Servicio de Salud Metropolitano del Ambiente (SESMA), durante 2002 se registraron 66 vertederos ilegales, los que se concentrarían principalmente en comunas de bajos recursos económicos y en aquellas en crecimiento demográfico en extensión²⁰.

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 sistemas ineficaces de 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.

A contar de 2005, nuestro país cuenta con una Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos, la que tiene como objetivo general el lograr que el manejo de residuos sólidos se realice con el mínimo riesgo para la salud de la población y para el medio ambiente, propiciando una visión integral de los residuos, que asegure un desarrollo sustentable y eficiente del sector.

En esta se constituyen plazos para establecer un marco regulatorio, el que tiene como objetivos a corto plazo:

- 1.- Clarificar en la reforma a la Ley General de Urbanismo y Construcciones el establecimiento de criterios o condiciones para la localización de instalaciones de eliminación de residuos.
- 2.- Modificar la Ley Orgánica Constitucional de Municipalidades, entregándoles la responsabilidad de elaborar Planes Comunales de Gestión de Residuos, definir las atribuciones específicas del Director de Aseo y Ornato, e identificar los tipos de residuos que los municipios deben recolectar
- 3.- Dictar el reglamento de la Ley de Rentas Municipales respecto de las tarifas para la recolección y disposición final de los residuos domiciliarios.
- 4.- Dictar el reglamento para Rellenos Sanitarios.

¹⁹ Disponible en (<http://www.asrm.cl/sitio/download/residuos/ANTECGERALRESIDUOSD.PDF>)

²⁰ INE. 2005. Estadísticas del Medio Ambiente. Disponible en <http://www.ine.cl>, consultado en Septiembre de 2007

Figura 5.2.1.1-6
Ubicación Rellenos Sanitarios

- 5.- Dictar el reglamento para el Manejo de Lodos.
- 6.- Dictar el reglamento específico para la acreditación de terceros en la ejecución del desembarco, transporte y tratamiento de basuras orgánicas de naves provenientes del extranjero que recalen en puertos chilenos.
- 7.- Dictar el Reglamento sobre Manejo de Residuos Hospitalarios.

Y a mediano plazo:

- 1.- Modificar la Ley Orgánica Constitucional de Gobierno y Administración Regional, entregando responsabilidad para elaborar Planes Regionales de Gestión de Residuos.
- 2.- Modificación de la Ley de Bases del Medio Ambiente en cuanto a incorporar la elaboración de Planes de Gestión de Residuos.
- 3.- Dictar las modificaciones del conjunto normativo vigente con el objetivo de armonizarlas.
- 4.- Dictar las normativas identificadas como faltantes para asegurar la gestión integral de residuos de toda índole.

5.2.1.2. Vulnerabilidad de Acuíferos

En el año 1999, CONAMA publicó un plano de vulnerabilidad del acuífero con respecto a la contaminación por aguas servidas, generado a través del muestreo de pozos, que incluye tres variables: tipo de acuífero, profundidad del nivel de agua y permeabilidad del medio no saturado. En esta caracterización se creó una escala gráfica que señala el grado de susceptibilidad a ser contaminado. Esta se encuentra en la Figura 5.2.1.2-1.

Posteriormente, en el año 2004, el SERNAGEOMIN publicó un mapa de vulnerabilidad de los acuíferos (escala 1:250.000)²¹, el que se ha determinado según características geológicas y para la planificación y ordenamiento del territorio a escala regional.

Para su evaluación se utilizó el método de vulnerabilidad simplificada GOD²², que considera los parámetros: tipo de acuífero (acuíferos libres, cubiertos, semiconfinados y confinados), las características litológicas de los sedimentos o roca

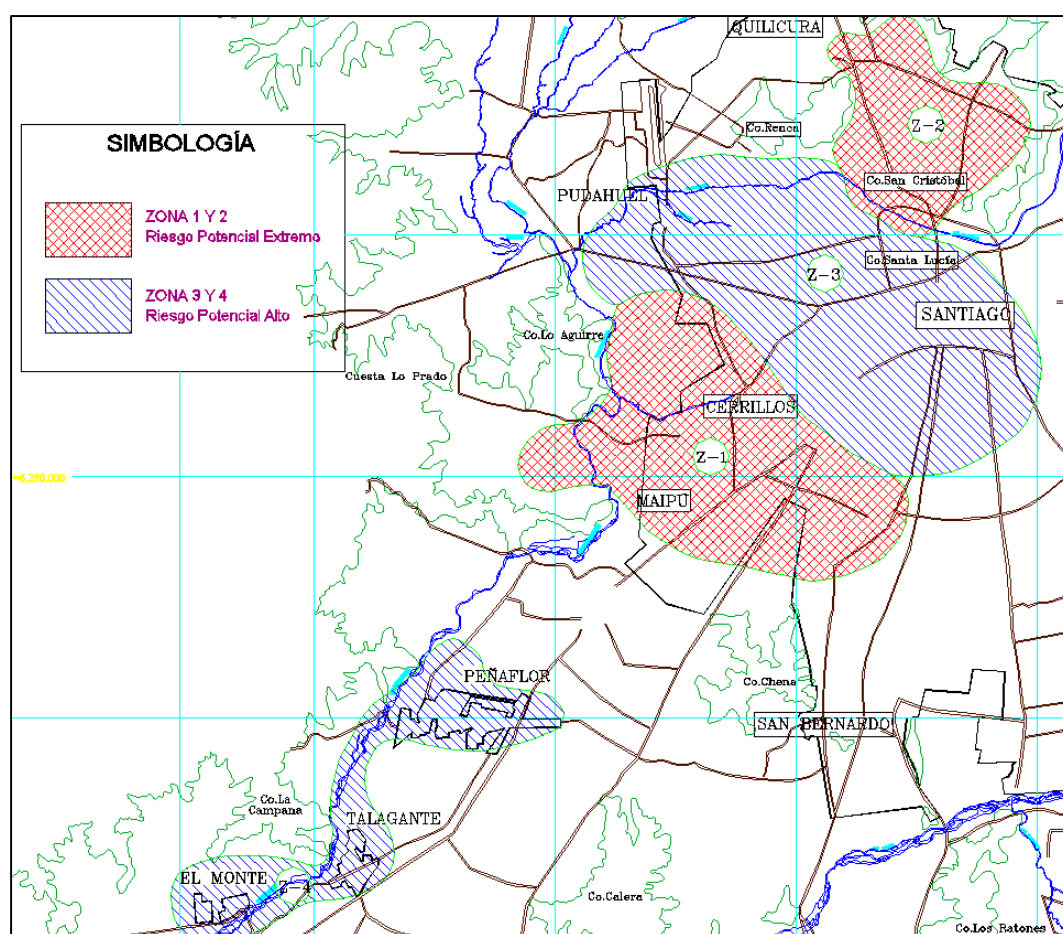
²¹ SERNAGEOMIN, 2004. Vulnerabilidad a la Contaminación de los Acuíferos de la Cuenca de Santiago. Región Metropolitana de Santiago.

²² Fue desarrollada por Foster e Hirata (Foster, 1987; Foster e Hirata, 1988), para zonas con poca información. Este método calcula la vulnerabilidad intrínseca del acuífero, utilizando sólo tres parámetros: • G: groundwater hydraulic confinement (tipo de acuífero) • O: overlying lithology (litología de la zona no saturada) • D: deep to groundwater table (profundidad al agua subterránea)

(granulometría y/o grado de fracturamiento) de la zona no saturada y el espesor de ésta.

La Figura 5.2.1.2-2 muestra la sensibilidad del agua subterránea a la contaminación de un modo generalizado, en que la escala de vulnerabilidad específica lo siguiente:

FIGURA 5.2.1.2-1
ZONAS DE RIESGO POTENCIAL EXTREMO Y ALTO DE CONTAMINACIÓN
POR AGUAS SERVIDAS



Fuente: Análisis de la Contaminación de Aguas Subterráneas en la Región Metropolitana por Aguas Servidas, CONAMA, 1999²³

²³ CONAMA, 1999. Análisis de la Contaminación de Aguas Subterráneas en la Región Metropolitana por Aguas Servidas

Depósitos no consolidados:

- Muy Alta: donde el acuífero es vulnerable a la mayoría de los contaminantes del agua, con un rápido impacto en muchos escenarios de contaminación;
- Alta: donde el acuífero es vulnerable a muchos contaminantes, excepto a aquellos fuertemente absorbidos o fácilmente transformados, en muchos escenarios de contaminación;
- Moderada: donde el acuífero es vulnerable a algunos contaminantes del agua cuando estos son continuamente descargados o lixiviados;
- Baja: donde el acuífero es vulnerable a contaminantes conservativos cuando son continua y ampliamente descargados o lixiviados durante largos periodos de tiempo;
- Muy baja: donde existen unidades con niveles y flujos verticales despreciables;
- Moderada a Alta: donde no existe adecuada información hidrogeológica que permita clasificarlos de mejor forma.

Rocas: Por no existir estudios geológicos detallados en esta zona se ha optado por considerar estas unidades con una característica vulnerable variable, similar a las anteriormente descritas.

- Moderada a Alta;
- Moderada a Baja;
- Baja a Moderada;
- Baja a Nula.

En la Figura 5.2.1.2-2 se aprecia que en las zonas de mayor vulnerabilidad, corresponden a sectores aledaños a cursos de agua y zonas costeras, donde los sectores con muy alta vulnerabilidad se encuentran en los valles de los ríos Maipo, Mapocho, Rapel y esteros Puangue y Yali (este último fuera de la cuenca del río Maipo). La mayor parte del área de la cuenca corresponde a sectores de vulnerabilidad moderada.

Vulnerabilidad de Acuíferos en la Aplicación del DS 46/2000

Para el caso de definición de la Vulnerabilidad, para la DGA, la vulnerabilidad de acuíferos tiene relación con el nivel de penetración con que un contaminante alcanza una posición específica en un sistema acuífero, después de su introducción en alguna posición sobre la zona no saturada. Por otro lado, el riesgo de contaminación está determinado básicamente por las características del acuífero, las que son relativamente estáticas (es decir, permanentes a escalas razonables de tiempo) y por

la existencia de actividades potencialmente contaminantes, las que son esencialmente dinámicas (DGA, 2004)²⁴.

Es la DGA quien determinará la vulnerabilidad del acuífero, específicamente para la aplicación del DS 46/2000, pudiendo solicitar los antecedentes que estime convenientes al responsable de la fuente emisora. Para esta determinación se desarrolló una metodología especial que resulta de la aplicación del método BGR²⁵, que ha sido modificado para que sea aplicable a infiltraciones intencionales, considerando la profundidad del punto de descarga; propiedades del suelo, de la zona saturada y de la zona no saturada; características intrínsecas del acuífero, niveles freáticos y tipo de acuífero; además de características de la recarga y de la forma de realizar la infiltración. La vulnerabilidad que determina la DGA resulta del análisis de la zona no saturada del acuífero, más características de la obra destinada a infiltrar.

²⁴ DGA, 2004. Manual para la Aplicación del Concepto de Vulnerabilidad de Acuíferos Establecido en la Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas

²⁵ El método BGR (BGR-Länder, 1993; Hölting et al., 1995) fue desarrollado por el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales en conjunto con los Servicios Geológicos Federales de Alemania. A diferencia del método anterior, además de considerar la litología de la zona no saturada y la profundidad del nivel freático, considera la recarga debido a precipitaciones, y la protección al acuífero generada por la capa de suelo vegetal.

Figura 5.2.1.2-2
Vulnerabilidad de Acuíferos, Cuenca río Maipo

5.2.1.3. Protección del Componente Agua a través del Ordenamiento del Territorio

En el estudio Bases para el Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable de la Región Metropolitana de Santiago (OTAS) (Ref. 33), se establecen áreas de protección del Componente Agua. Estas zonas se clasifican en Áreas de Importancia Hidrogeológica y Áreas de Protección de Fuentes de Agua. Ambas áreas se pueden visualizar en la Figura 5.2.1.3-1.

- **Áreas de Importancia Hidrogeológicas:** comprenden una zona en la que se localizan acuíferos de alta y extrema vulnerabilidad. En ellos se busca evitar la localización de actividades potencialmente emisoras de contaminantes y evitar mayores niveles de extracción de aguas subterráneas, evaluando la designación de nuevas áreas de restricción.

Algunos sectores de relevancia son²⁴:

La zona del sector Lampa es un sector de alta vulnerabilidad por lo que es recomendable la exclusión de algunos usos que provoquen la alteración de la calidad natural del recurso hídrico, especialmente en las zonas de recarga.

El sector del tranque de relaves Ovejería es un sector de alta vulnerabilidad, asociado a sectores de alta contaminación, por lo que se requiere tomar medidas para evitar la contaminación para proteger los acuíferos.

El sector del humedal de Batuco corresponde a un sector de fuerte presión antrópica, con altos niveles de contaminación, por lo que se requieren medidas para evitar la contaminación y extracción excesiva del recurso.

Los sectores contiguos al río Maipo y al estero Puangue, en el sector poniente de la cuenca, corresponden a acuíferos vulnerables. Estos sectores tienen una importante presión antrópica producto de una vasta zona de producción agrícola, de ubicarse aguas abajo de la ciudad de Santiago y de otros centros poblados de importancia, además de experimentar cambios de uso del suelo por parcelaciones de agrado y el crecimiento urbano.

En el sector del estero Puangue, aguas debajo de Curacaví, se debe proteger la función hídrica relevante de estas zonas, como lo son zonas de recarga inmediata para cauces superficiales de la región. Actividades contaminantes podrían provocar una alteración de la calidad de los recursos superficiales en el área.

²⁴ Objetivos Ambientales Zonificados Aguas Superficiales y Subterráneas. Espinoza, C. y González, G.

En el sector poniente también se ubica el sector de secano costero, que corresponde a sectores altamente degradados, en el que predomina la agricultura de subsistencia. La importancia de evitar la contaminación de los recursos hídricos subterráneos en esta zona se basa en que estos son la única fuente de abastecimiento.

El sector del acuífero Peñaflor – Talagante, el acuífero Sector Hospital y el acuífero del sector Maipú se caracterizan por presentar ser sectores destinados principalmente a la agricultura, asociada a una alta vulnerabilidad del acuífero, por lo que se deben evitar usos que provoquen una alteración de la calidad del recurso.

El acuífero del sector sur, sur oeste de la cuenca, en las cercanías de Paine, presenta zonas de aporte al recurso hídrico y zonas que no afectan en mayor medida la calidad del recurso, por lo que los usos que pudiesen alterar la calidad natural del recurso debieran evitarse.

- **Áreas de Protección de Fuentes de Agua:** incluye los glaciares ubicados en las cumbres de Los Andes y los principales cuerpos de agua utilizados como fuentes de captación de aguas (como la Laguna Negra y el Embalse El Yeso) en la Cordillera de Los Andes. Además se incluye el embalse Huechún.

En estas áreas se busca condicionar actividades económicas que potencialmente puedan contaminar o afectar negativamente los cuerpos de agua que son reservorios estratégicos para el desarrollo energético y socioeconómico de la región.

En la misma figura (5.2.1.3-1) se presentan Zonas de Riesgos para Actividades Humanas, las que deben ser tomadas en cuenta para la planificación de futuros proyectos. Éstas son:

- **Áreas de Restricción por Riesgo de Remoción en Masa:** Se han delimitado aquellas áreas de amenaza que se interceptan con áreas urbanas y suburbanas actuales y proyectadas. En ellas se deben tomar medidas para el manejo del riesgo, o bien se deben restringir ciertas actividades.
- **Áreas de Riesgo por Inundación:** Éstas se han clasificado entre Áreas urbanas con riesgo de inundación y Áreas de restricción por riesgo de inundación. Las primeras son aquellas ubicadas en áreas urbanas y suburbanas en que debieran condicionarse los usos y actividades futuras; actualmente el Plan Maestro de Aguas Lluvias de Santiago está implementando obras para dar solución al problema. Las segundas se encuentran fuera de las áreas urbanas y suburbanas e igualmente deben condicionarse o restringirse sus usos mediante los distintos instrumentos de planificación territorial.

FIGURA 5.2.1.3-1
ÁREAS DE PROTECCIÓN Y RIESGOS PROPUESTOS EN EL PROYECTO OTAS

Fuente: OTAS, 2005 (Ref. 33)

5.2.2 SUELOS

5.2.2.1 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 afectada por lluvias erosivas. En la Región Metropolitana un 30,6% de la superficie presenta una erosión grave, lo que representa 483.000 ha²⁵.

5.2.2.2 Erodabilidad

La erodabilidad es la condición de los suelos que posibilita su pérdida por erosión hídrica y/o eólica. En la cuenca, gran parte de la superficie (57%) posee un grado de erodabilidad media y un 19,6% presenta alta erodabilidad, lo que refleja que una porción importante del territorio estudiado podría clasificarse como frágil. En la Figura 5.2.2.2-1 se presenta el grado de erodabilidad para la cuenca del río Maipo²⁶.

²⁵ IREN, 1979. Fragilidad de los Ecosistemas Naturales de Chile. En: Universidad de Chile, 2005. Informe País. Estado del Medio Ambiente en Chile 2005.

²⁶ CONAMA, 2002. Información de la Erosividad del Suelo. Disponible en sitio web: www.sinia.cl.

Figura 5.2.2.2-1

Erodabilidad

5.2.2.3 Desertificación

La desertificación ha sido definida por la FAO, en la Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación (1994), 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 naturaleza²⁷.

La información del grado de desertificación por comuna, se puede encontrar en la Figura 5.2.2.3-1, en la que se muestra que gran parte de la cuenca posee un grado de desertificación de moderado a leve. Sin embargo, se debe destacar que en una porción importante no se registra información, por lo que resulta necesario realizar los estudios pertinentes para determinarla en aquellos sectores²⁸.

²⁷ Urquiza, 2003. Desertificación, un Flagelo de la Humanidad. En: Lizana, 2006. Aplicación de una Herramienta Multicriterio para la Evaluación de Proyectos y Acciones para el Control de la Desertificación en Comunidades Agrícolas de la Cuarta Región

²⁸ CONAF – CONAMA, 1997. Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile.

Figura 5.2.2.3-1

Desertificación

5.2.2.4 Uso de Suelos

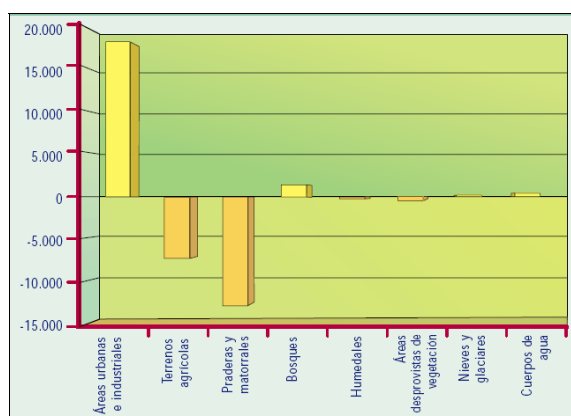
El año 1999 la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) y la Corporación Nacional Forestal (CONAF), realizaron un estudio denominado Catastro de Bosque Nativo, el que fue actualizado el año 2002. En el Cuadro 5.2.2.4-1 se presentan las superficies para cada uso en la fecha del estudio y en la Figura 5.2.2.4-1 se presentan las variaciones que se han producido en el periodo 1995-2000. En la Figura 5.2.2.4-2 se puede observar el uso de los suelos en la cuenca del Maipo para el año 1999²⁹.

**CUADRO 5.2.2.4-1
SUPERFICIE USO DE SUELOS, CUENCA DEL MAIPO**

Uso	Área (ha)	%
Áreas urbanas e industriales	58.674,9	4,25
Terrenos Agrícolas	237.570,1	17,21
Praderas y Matorrales	505.765,2	36,64
Bosques	66.432,6	4,81
Humedales	4.588,2	0,33
Áreas desprovistas de vegetación	426.948,6	30,93
Nieves y glaciares	76.580,1	5,55
Cuerpos de agua	3.603,3	0,26
Áreas no reconocidas (sin cobertura fotográfica)	17,9	0,00

Fuente: CONAF, 1999²⁹

**FIGURA 5.2.2.4-1
CAMBIO EN SUPERFICIE (ha) 1995 – 2000**



Fuente: CONAF, 2002³⁰.

²⁹ CONAF, 1999. Catastro de Uso del Suelo y Vegetación, Región Metropolitana

³⁰ CONAF, 2002. Actualización Catastro de Uso del Suelo y Vegetación, Región Metropolitana

Figura 5.2.2.4-2
Uso de Suelos en la Cuenca del río Maipo

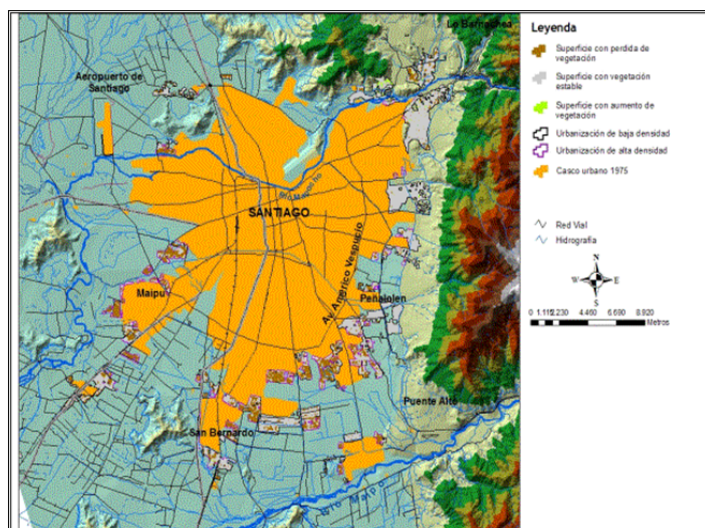
En la Figura 5.2.2.4-1 se muestra que el crecimiento de las áreas urbanas e industriales alcanza un 27,82%, incorporándose 18.247,3 ha a este uso, entre 1995 y 2000. Han disminuido fuertemente los usos Terrenos Agrícolas, disminuyendo en 6.202,2 ha (2,7%) y Praderas y Matorrales, disminuyendo en 12.976 ha (1,7%).

i) Expansión Urbana

La expansión o crecimiento de las ciudades se ha transformado en una problemática ambiental por los impactos que las actividades urbanas provocan en el entorno.

Entre los años 1975 y 1989, las superficies densamente urbanizadas que perdieron vegetación se concentraron en áreas aisladas de las comunas de La Florida, La Pintana y La Granja (Figura 5.2.2.4-3); en cambio, en el siguiente periodo se trató de una gran superficie compartida por las comunas de Pudahuel, Maipú y Cerrillos (Figura 5.2.2.4-4). En el último periodo hubo pequeñas superficies en las comunas de Quilicura y Puente Alto que concentraron la pérdida de vegetación³¹ (Figura 5.2.2.4-5).

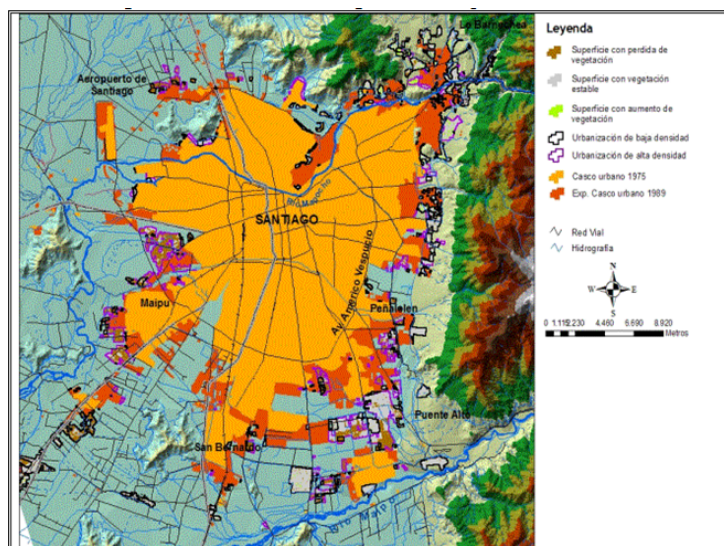
FIGURA 5.2.2.4-3
IMPACTO DE LA EXPANSIÓN URBANA DE ALTA Y BAJA DENSIDAD, SOBRE LA VEGETACIÓN EN EL GRAN SANTIAGO DURANTE EL PERIODO 1975 – 1989



Fuente: Vásquez y Romero, 2007²⁰

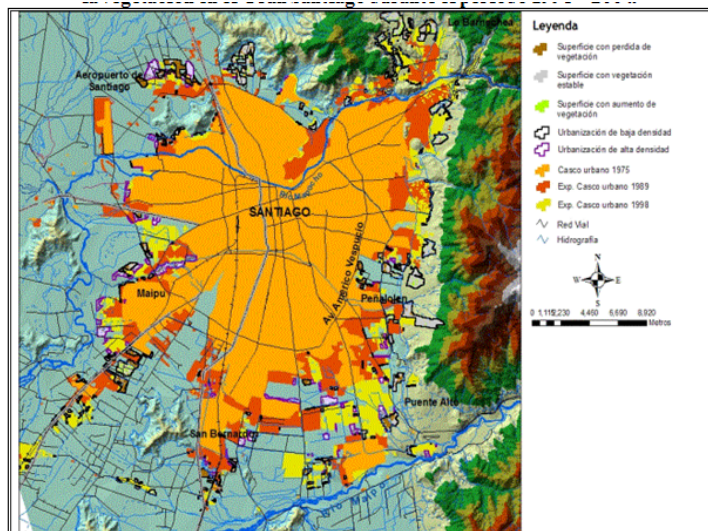
³¹ Vásquez, A. y Romero, H., 2007. El Libre Mercado de las Áreas Urbanas y la Falta de Justicia Ambiental en la Disponibilidad de las Áreas Verdes de Santiago de Chile

FIGURA 5.2.2.4-4
IMPACTO DE LA EXPANSIÓN URBANA DE ALTA Y BAJA DENSIDAD, SOBRE LA VEGETACIÓN EN EL GRAN SANTIAGO DURANTE EL PERIODO 1989 – 1998



Fuente: Vásquez y Romero, 2007²⁰

FIGURA 5.2.2.4-5
IMPACTO DE LA EXPANSIÓN URBANA DE ALTA Y BAJA DENSIDAD, SOBRE LA VEGETACIÓN EN EL GRAN SANTIAGO DURANTE EL PERIODO 1998 – 2004



Fuente: Vásquez y Romero, 2007²⁰

En un estudio realizado por la Universidad de Chile y el Gobierno Regional Región Metropolitana³², se estima que en la última década, el crecimiento del área del Gran Santiago (2,2%) ha superado su crecimiento demográfico (1,27%), implicando un consumo de 1.234 ha/año. A raíz de este crecimiento, se ha provocado la ocupación de sectores periféricos, ocupando sectores agrícolas en que se han realizado subdivisiones prediales, pudiendo llegar a subdivisiones de 5.000 m²; son las llamadas parcelas de agrado o parcelas agrosresidenciales.

Según el estudio Diagnóstico de los suelos en la Región Metropolitana, la expansión de la ciudad ha cubierto con actividades urbanas cerca de 40.000 ha en los últimos 10 años, alcanzando cerca de 90.000 ha de superficie urbana, situación que se ha traducido en la degradación del recurso suelo, teniendo como consecuencia la disminución de la cobertura vegetal y de la biodiversidad. Junto a ello se suman las pérdidas de suelo por efecto de la Ley 3.516 de predios rústicos.

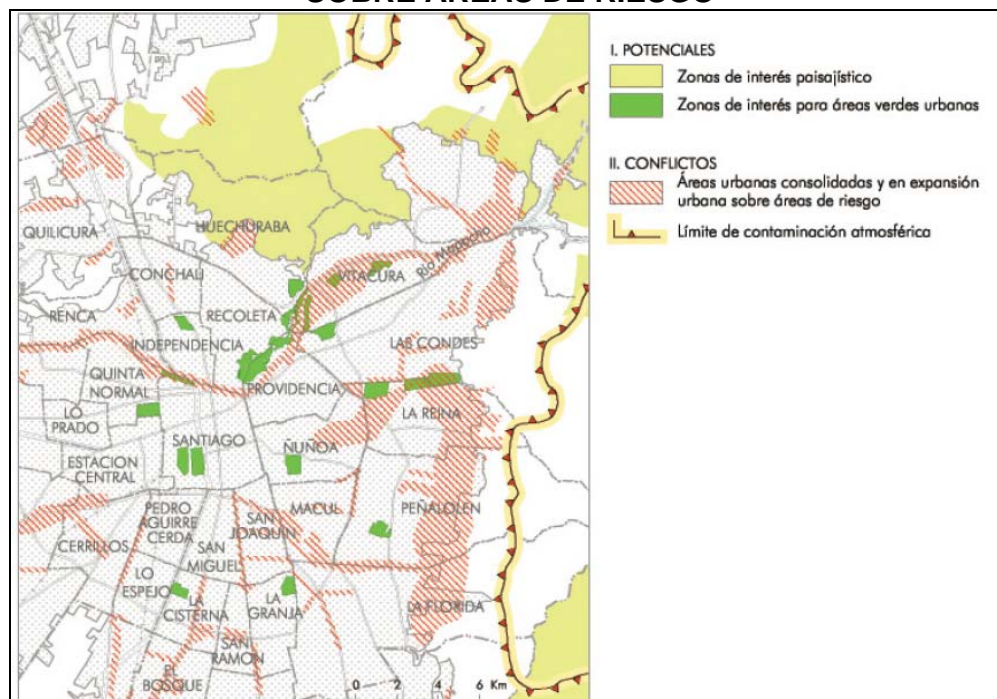
El estudio denominado “Análisis Programa Estratégico de Inversiones Macro Zona Central”, señala que la tendencia proyectada para el año 2010, es que en la Región Metropolitana el suelo urbano aumentaría a un ritmo cercano al 74%, lo cual representa una ocupación de 19 mil ha, con una disminución del 6 por ciento del suelo de uso agrícola. Ello se produce precisamente en una región que concentra el 30% de los mejores suelos de Chile (suelos clase de capacidad de uso I). En tal sentido la competencia por suelos que aspiran a un destino urbano (habitacional, industrial o recreacional) se da justamente en relación con los valles regados que presentan las mejores condiciones ambientales para el desarrollo de la actividad agropecuaria del país (citado en la Ref. 36).

El Marco Orientador para el OTAS (Ref. 33), estima, para el año 2030, que la Región Metropolitana de Santiago alcance entre 7,8 y 7,9 millones de habitantes, en la que la Metrópoli de Santiago y su área de influencia inmediata albergará 6,5 millones de habitantes.

Según el mismo estudio, de urbanizarse todas las áreas planificadas, el área urbana y de expansión urbana sobre áreas de riesgos naturales alcanzaría 144 km², quedando sobre terrenos inundables 17,6 km² (1.760 ha) y en zonas de riesgo de remoción en masa 37 km² (3.700 ha). Estas últimas se localizan principalmente al oriente de la Metrópoli de Santiago. La Figura 5.2.2.4-6 localiza aquellas áreas urbanas y en expansión que se encuentran en áreas de riesgo.

³² Universidad de Chile y Gobierno Regional Región Metropolitana, 2003. Diagnóstico del Territorio de la Región Metropolitana de Santiago. Resumen Ejecutivo

FIGURA 5.2.2.4-6
ÁREAS URBANAS CONSOLIDADAS Y EN EXPANSIÓN URBANA
SOBRE ÁREAS DE RIESGO



Fuente: OTAS, 2005 (Ref. 33)

ii) Extracción de Áridos

En la cuenca del río Maipo, se obtienen áridos de cuatro maneras diferentes, según la faena productiva realizada³³:

- Extracción de arena desde bancos areneros: se han identificado tres grandes zonas de ubicación de bancos a lo largo del cauce del río Maipo, las que corresponden al sector El Manzano, sector La Junta – La Puntilla y sector puente San Ramón.
- Extracción de material integral desde cauce de río: se han identificado 6 zonas de ubicación de extracción desde el cauce del río Maipo, las que corresponden a sector La Obra, sector Bajos de Mena, sector puente Maipo Oriente, sector puente Maipo Poniente, sector puente Lonquén y sector Isla de Maipo-puente Naltagua. También se realiza extracción del río Clarillo (oriente del Puente Blanco en Pirque), del río Mapocho (sector Puntilla del Viento hasta el sector El Monte, en Talagante), del estero Lampa (a un par de kilómetros al norte del poblado de Lampa, sector El Taco), y del estero Colina.

³³ MINVU, 2001. Industria del Árido en Chile

- Extracción de material integral desde pozos: se han identificado cinco grandes zonas de ubicación de pozos, las que corresponden a sector Vicuña Mackenna, paradero 27, sector Lo Espejo / Lonquén, sector Lo Errázuriz, sector Rinconada de Maipú y el sector de Lepanto.
- Extracción de rocas desde canteras: se identifican tres zonas de extracción, las que corresponden a Peñalolén Alto, Punta del Viento y sector Batuco / Lampa

La extracción de áridos puede generar impactos ambientales negativos, tales como la disminución de la calidad del aire en el área de influencia del proyecto, pérdida de suelos de alto valor, alteración del paisaje, riesgos de contaminación de napas subterráneas, un descenso violento en el nivel freático de las aguas de predios vecinos, cambios en el eje hidráulico, entre otros, por eso se hace fundamental mantener una fiscalización constante de las plantas de extracción, de manera que realicen prácticas que prevengan la degradación de la cuenca.

5.2.3 ZONAS DE IMPORTANCIA NATURAL

Para caracterizar territorialmente las zonas de importancia natural presentes en la cuenca, se ha confeccionado la Figura 5.2.3-1, en que aparecen las Áreas Silvestres Protegidas del Estado, los Santuarios de la Naturaleza, los Sitios Prioritarios para la Conservación y los Humedales, los mismos que serán tratados en este capítulo.

5.2.3.1 SNASPE

En 1984, como una forma de conservar las áreas naturales, se creó el Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) bajo la Ley 18.362, siguiendo las recomendaciones de la Estrategia Mundial para la Conservación de la Naturaleza. El sistema se encuentra bajo la competencia legal y administrativa de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y, en general, busca mantener áreas de carácter único representativas de la diversidad ecológica natural del país; mantener y mejorar recursos de la flora y fauna silvestre y racionalizar su utilización; y preservar y mejorar los recursos escénicos naturales. Las áreas protegidas del SNASPE se clasifican en categorías de manejo, de acuerdo a las actividades que se pueden realizar en ellas, y comprenden Parques Nacionales, Monumentos Naturales y Reservas Nacionales.

En la región no se han declarado Parques Nacionales, contando con dos Reservas Nacionales y un Monumento Natural. Su ubicación se puede observar en la Figura 5.2.3-1.

Figura 5.2.3-1.

Reserva Nacional Roblería del Cobre de Loncha: Se ubica en la comuna de Alhué y tiene una superficie de 5.870 ha. En 1996 fue declarada Reserva Nacional por la presencia de especies endémicas de flora catalogadas como vulnerables, como belloto del sur, hualo y palma chilena. Además existen diversas variedades de aves como codornices, diucas, loicas, tordos, zorzales, perdices, peucos, queltehues y cóndores. También se pueden ver conejos, coipos y zorros culpeos. Actualmente se encuentra bajo la administración de CONAF Región del Libertador Bernardo O'Higgins. En la parte oriente de la reserva existe un tranque con las aguas residuales, previamente tratadas, de la División El Teniente de Codelco. En este ambiente viven abundantes peces, que proporcionan alimento a la única colonia estable de garzas cuca de la zona central.

Reserva Nacional Río Clarillo: Se encuentra ubicada en la comuna de Pirque y comprende 13.185 ha. El eje principal de la reserva está constituido por el río Clarillo. La reserva se caracteriza por la presencia del último bosque esclerófilo de la zona central, formado principalmente por especies como peumo, litre, lun y quillayes.

Monumento Natural El Morado: Se ubica en el Cajón del Maipo, abarcando el cajón del río Morales y los cerros aledaños en plena Cordillera de los Andes. Entre las especies de fauna que destacan está el picaflor grande, el cometocino y el zorzal, y la vegetación presenta matorrales esclerófilos andinos, olivillo de la cordillera, hierba blanca y cola de zorro.

5.2.3.2. Santuarios de la Naturaleza

Corresponden a sitios terrestres o marinos de importancia para estudios e investigaciones geológicas, paleontológicas, zoológicas, botánicas, ecológicas o que posean formaciones naturales de interés para la ciencia o el Estado. Se rigen por la Ley de Monumentos Nacionales y su tuición está bajo el Consejo de Monumentos Nacionales. En la cuenca se ubican las siguientes: Cerro El Roble, Predio Los Nogales, Fundo Yerba Loca, Parque Quinta Normal y Cascada de las Ánimas.

5.2.3.3. Sitios Prioritarios para la Conservación

A partir del año 2002 se inició un proceso en cada una de las regiones para elaborar Estrategias Regionales para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad, en las que se identificaron sitios prioritarios para la conservación, con oportunidad de emprender acciones de protección, privilegiándose aquellos que reúnen características ecosistémicas relevantes junto con consideraciones sociales y culturales.

Los sitios prioritarios para la conservación presentes en la cuenca del Maipo son:

- Río Olivares, Río Colorado, Tupungato
- Fundo Huechún
- Colina – Lo Barnechea
- Sector Alto Andino
- Piedmont Andino
- Cerro Águilas
- Cerros Limítrofes Melipilla – San Antonio
- Cerro Chena
- Las Lomas – Cerro Pelucón
- Corredor Río Maipo
- Cerro Lonquén
- Cerros Alto Jahuel – Huelquén
- San Pedro Nor Oriente
- Corredor Limítrofe Sur (Angostura)
- Cuenca Estero El Yali
- Altos del Río Maipo
- El Roble
- Humedal de Batuco
- Mallarauco
- Cordón de Cantillana
- Alto de la Cuenca del Mapocho
- Chacabuco – Peldehue
- Río Mapocho Bajo
- El Morado
- Río Clarillo

De éstas, las primeras seis prioridades corresponden a:

1º Cordón de Cantillana (205,378 ha): presencia de bosque relictos caducifolios de Santiago (robles) y bosque esclerófilo costero. Especies de flora y fauna endémicas y en categoría de conservación (avellanita, belloto del norte, loro trichahue, halcón peregrino, etc.). Incluye la reserva nacional Roblería del Cobre de Loncha y la Hacienda Tantehue.



2º El Roble (88.520 ha): presencia de roblerías relictas de la zona central de Chile. Existe fauna insuficientemente conocida. Alto grado de sensibilidad por la existencia de numerosas faenas mineras. Incluye el Santuario de la Naturaleza Cerro El Roble y el área complementaria al SNASPE Lo Prado-La Dormida.

3º Altos del Río Maipo, El Morado (126.622 ha): formación de la estepa alto-andina de Santiago. Es un corredor importante para especies animales que se desplazan entre Chile y Argentina (guanaco, perico cordillerano). Presencia de humedales de altura de gran interés faunístico. Zona de alta vulnerabilidad para el recurso hídrico.



4º El Morado, San Gabriel, El Volcán, San José de Maipo (144.000 ha): Confluencia de subcuencas importantes (Río Yeso, Volcán, Colorado), ambiente alto andino, matorral esclerófilo andino, estepa alto andina, flora y fauna amenazada. Presencia de bosque de Ciprés de la Cordillera. Incluye el Monumento Natural El Morado y parte del área complementaria al SNASPE Santiago Andino.



5º Río Olivares, Río Colorado, Tupungato (110.438 ha): Estepa alto-andina de Santiago y matorrales andinos esclerófilos. Alto grado de naturalidad y zona de gran importancia para la flora y fauna andina. Destaca la variedad de elementos positivos para la vivencia del paisaje (esteros, cajones, serranías, glaciares). Incluye parte del área complementaria al SNASPE Santiago Andino.

6º Humedal de Batuco (14.788 ha): Es el humedal más importante de la región y corresponde a un sitio de concentración de avifauna. En su composición figuran especies protegidas, amenazadas y además, migratorias. Se pueden identificar aves como la Becacina Pintada, Cisnes de Cuello Negro, Garza Cuca, Pato Cuchara, entre otros.



5.2.3.4. Humedales

Según la Convención sobre Zonas Húmedas de Importancia Internacional como hábitat de las Aves Acuáticas, suscrita en la ciudad de Ramsar, Irán, en 1971, promulgada y ordenada cumplir como ley de la República por D.S. N° 771/81 del Ministerio de Relaciones Exteriores, 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 metros³⁴.

³⁴ MINSEGPRES, 2007. Chile contará con Sistema de Clasificación de Humedales para mejorar la gestión de estos ecosistemas. Disponible en www.minsegpres.gob.cl/portal/noticias/2007-02/id_1170675792374.html

Desde el diciembre de 2005, nuestro país cuenta con una Estrategia Nacional para la Conservación y Uso Racional de los Humedales en Chile. En ésta se precisa la necesidad de definir objetivos de calidad del agua o la implementación de normas secundarias, además del manejo de cuencas hidrográficas que albergan humedales prioritarios.

El objetivo general de la estrategia es promover la conservación de los humedales prioritarios de Chile y de sus funciones y beneficios en un marco de desarrollo sustentable.

Sus objetivos específicos son:

- Desarrollar una conducta de valoración ambiental, económica, social y cultural de los humedales.
- Incrementar el conocimiento sobre los humedales.
- Implementar un marco de acción legal e institucional para lograr la conservación y uso sostenible de los humedales.
- Promover la participación del sector privado, organizaciones no gubernamentales, instituciones académicas, pueblos originarios y comunidad en general en la conservación y uso sustentable de humedales.
- Desarrollar e implementar instrumentos de planificación y gestión participativa para la conservación y uso sustentable de los humedales prioritarios.
- Reforzar la participación de Chile en el quehacer internacional y obtener los apoyos externos necesarios para el logro de esta estrategia nacional.

En la cuenca, además del humedal de Batuco, es posible encontrar humedales de altura, la laguna de Aculeo, los cerros islas, el palmar de Tantehue y muchas quebradas, como la quebrada de la Plata y la quebrada de San Ramón, destacadas por su alta biodiversidad, el embalse Rungue, el embalse Huechún, el tranque San Rafael, el embalse El Yeso, la laguna Negra, la laguna Azul y el embalse Carén.

Los humedales son sitios relevantes puesto que albergan especies de aves migratorias, siendo para ellos habitat y fuente de alimento, además de otras especies de relevancia local. Aquellos que se ubican en la cuenca del río Maipo se pueden observar en la Figura 5.2.3-1 presentada anteriormente.

El humedal Laguna de Batuco es destacado como el más importante de la región y se encuentra destacado como un Sitio Prioritario para la Conservación.

Éste se encuentra ubicado en la comuna de Lampa, provincia de Chacabuco. La laguna propiamente tal ocupa entre 250 y 350 ha y a su alrededor se ubica el humedal.



La importancia del humedal radica en la presencia de especies que pertenecen a categorías de conservación de importancia. Es así que se pueden encontrar cerca de 70 especies de aves, tanto residentes como migratorias, algunas de ellas en peligro de extinción, como es el caso de *Rostratula semicollaris* (Becasina pintada). Otras especies que habitan este medio presentan problemas de conservación, como es el caso de *Cygnus melanocorypha* (Cisne de cuello negro), *Ardea cuca* (Garza cuca), *Philodryas chamissonis* (Culebra de cola larga), *Pleurodema thaul* (Sapito de cuatro ojos), entre otros³⁵.

En cuanto a la vegetación presente, el humedal de Batuco se ubica en la Región Vegetacional del Matorral y del Bosque Esclerófilo, Sub-Región Vegetacional del Matorral y del Bosque Espinoso. Esta Sub-Región corresponde a una unidad vegetacional que ha sido profundamente afectada por las actividades humanas. La forma de vida predominante es la de los arbustos fuertemente espinosos, como el espino (*Acacia caven*) y el algarrobo (*Prosopis chilensis*) y la de las plantas como Bromeliaceae y Cactaceae³⁶.

5.3 CALIDAD DE AGUAS

En el presente capítulo se describe la calidad del agua – superficial y subterránea – de la cuenca del río Maipo.

5.3.1 PARÁMETROS DE CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA³⁷

Antes de adentrarse al análisis de la calidad de aguas, se entregará una breve noción de los efectos del exceso de ciertos parámetros de calidad en la producción agrícola.

- **Cloruro:** Existen cultivos con mayor sensibilidad al Cloruro, por lo que se puede ver afectado el rendimiento de éstos. Entre los cultivos con mayor sensibilidad se encuentran cítricos, frutilla, soya, cebolla, lechuga, papa y tabaco; con una sensibilidad moderada se encuentran espinaca, alfalfa, tomate, brócoli, maíz. La concentración puede afectar en mayor medida en combinación con fertilizantes con este principio activo y en condiciones de sequía.

³⁵ MELLADO. 2007. Caracterización Hídrica y Gestión Ambiental de Humedales con Aplicación al Humedal de Batuco. Versión Borrador

³⁶ COX. 2007. Metodología de Diseño de una Red de Monitoreo de Recursos Hídricos para Humedales: Aplicación en la Laguna de Batuco

³⁷ Se ha excluido del análisis el efecto del exceso de parámetros de calidad en agua potable, ya que los datos de calidad son de fuentes potenciales, no de agua de consumo directo.

- **Sulfatos:** Los sulfatos podrían contribuir a la acidificación de los suelos, pero no tiene efectos tóxicos importantes. Más bien presenta una influencia sobre la salinidad del agua, repercutiendo en los valores de conductividad eléctrica al ser el anión predominante en el agua de riego. Puede afectar cultivos sensibles y los problemas de infiltración/salinidad se pueden mitigar a través de buenas prácticas agrícolas. Cuando los sulfatos se presentan en combinación con Calcio, pueden producirse efectos asociados al riego por aspersión, debido a la formación de depósitos e incrustaciones en los sistemas de riego.
- **Aluminio:** En suelos ácidos podría generar problemas en la producción agrícola, debido a que su toxicidad tiene efectos productivos negativos importantes, pudiendo interferir con la absorción de la planta por los nutrientes esenciales Calcio (Ca) y Magnesio (Mg), y puede ser directamente tóxico a las raíces de las plantas. En suelos alcalinos se elimina cualquier toxicidad.
- **Hierro:** El exceso en concentraciones de hierro produce problemas en el color, olor y sabor en el agua. La precipitación del hierro en los sistemas de riego podría afectar bombas, tuberías y a las plantas. No es tóxico para las plantas en suelos aireados, pero puede contribuir a la acidificación del suelo y pérdida de disponibilidad de fósforo y molibdeno esencial.
- **Manganeso:** El Manganeso es tóxico para muchos cultivos en suelos ácidos, por lo que se debe tener especial cuidado en este tipo de suelos.
- **Molibdeno:** Puede ser tóxico para el ganado, en el caso que el forraje crezca en suelos con altas concentraciones de este elemento, debido a su absorción y concentración en las plantas.
- **Cobre:** Puede funcionar como bactericida y resulta tóxico para algunos peces, dependiendo de la forma y características químicas del agua. Los cultivos con mayor sensibilidad al Cobre verán afectada su productividad ante altas concentraciones.
- **Conductividad eléctrica:** Es una medida de la concentración de sales de una solución. Los altos valores de conductividad eléctrica podrían provocar efectos en cultivos sensibles, obstrucción en los sistemas de goteo y salinización del suelo.
- **Boro:** La utilización de altos niveles de Boro en riego podría provocar efectos en cultivos tolerantes como mora, durazno, cereza, uva, cebolla, ajo, camote, trigo, cebada, girasol, frutillar, alcachofa y porotos. Otros cultivos menos sensibles son pimienta roja, arveja, zanahoria, rábano, papa y pepino.
- **Mercurio:** El mercurio puede provocar efectos en el riego sobre cultivos sensibles como zanahorias, lechugas, porotos, cebada, arroz, cereal, entre otros.

5.3.2 ANÁLISIS CALIDAD DE AGUAS

5.3.2.1 AGUAS SUPERFICIALES

El presente capítulo toma como base el estudio de la Ref. 29, el que recopila una cantidad importante de información para toda la extensión de la cuenca. El análisis busca conocer la calidad del agua superficial para riego en el río Maipo, es decir, las características de la fuente de abastecimiento para canales de riego. Lo anterior, debido a que la agricultura es el principal uso de suelo en la cuenca.

Para actualizar la información y realizar un análisis de la calidad del agua, se han seleccionado siete estaciones de muestreo de calidad de aguas, de manera de representar los sectores altos, medios y bajos de la cuenca, de los cauces principales.

En la Figura 5.3.2.1-1 se presentan los cauces considerados en el estudio antes mencionado, los segmentos de cauces utilizados en el estudio, las estaciones de calidad existentes en la cuenca y se destacan las estaciones seleccionadas para el análisis. Cabe destacar que en el estudio de la Ref. 29 se encuentran asociadas las estaciones de calidad a ciertos segmentos, lo que se presenta en el Cuadro 5.3.2.1-3.

Para el presente análisis, se coteja la clase de calidad a la que pertenece un segmento – actualmente – con la información de calidad de las estaciones asociadas a estos, analizando aquellos parámetros en las clases 2 (buena calidad, pero excluye el riego de especies rastreras), 3 (regular calidad, riego restringido) y 4 (mala calidad).

Se ha considerado una comparación con la Norma Chilena 1.333 para uso de agua con fines de riego y con los valores sugeridos en el estudio FAO de Riego y Drenaje 29³⁵, respecto a limitación productiva. En adición, se considera un análisis según el uso del agua en el segmento donde se ubica la estación de análisis. La información de calidad utilizada abarca desde el año 1991 al año 2007³⁶, obtenida en el Centro de Información de Recursos Hídricos de la Dirección General de Aguas.

El análisis efectuado para cada una de las estaciones se presenta en el Anexo 5-7. En el Cuadro 5.3.2.1-1 se presentan los límites para los parámetros sugeridos por FAO, y en el Cuadro 5.3.2.1-2 los valores establecidos por la NCh 1.333.

³⁵ FAO, 1987. Water quality for agriculture

³⁶ A excepción de río Maipo en Los Morros, que cuenta con datos a partir de 1997.

Figura 5.3.2.1-1

**CUADRO 5.3.2.1-1
VALORES SUGERIDOS POR FAO**

Compuesto	Unidad	FAO
Conductividad Eléctrica	(uS/cm)	3000
DBO ₅	(mg/L)	S/I
Oxígeno disuelto	(mg/L)	S/I
pH	Unidad	7,5
Sólidos Suspendidos	(mg/L)	2000
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	S/I
Cloruro	(mg/L)	15
Sulfato	(mg/L)	20
Boro	(mg/L)	3
Cobre	(mg/L)	0,2
Hierro	(mg/L)	5
Manganeso (Mn)	(mg/L)	0,2
Molibdeno (Mo)	(mg/L)	0,01
Níquel	(mg/L)	0,2
Zinc	(mg/L)	2
Aluminio (Al)	(mg/L)	5
Arsénico	(mg/L)	0,1
Plomo	(mg/L)	5

Fuente: Fao 29³⁵

**CUADRO 5.3.2.1-2
CONCENTRACIONES MÁXIMAS DE ELEMENTOS QUÍMICOS
PARA AGUA DE RIEGO, NCh 1.333**

Elemento	Unidad	Límite Máximo
Aluminio (Al)	(mg/L)	5
Arsénico (As)	(mg/L)	0,1
Boro (B)	(mg/L)	0,75
Cadmio (Cd)	(mg/L)	0,01
Cloruro (Cl)	(mg/L)	200
Cobalto (Co)	(mg/L)	0,05
Cobre (Cu)	(mg/L)	0,2
Cromo (Cr)	(mg/L)	0,1
Hierro (Fe)	(mg/L)	5
Litio (Li)	(mg/L)	2,5
Manganeso (Mn)	(mg/L)	0,2
Mercurio (Hg)	(mg/L)	0,001
Molibdeno (Mo)	(mg/L)	0,01
Níquel (Ni)	(mg/L)	0,2
Plata (Ag)	(mg/L)	0,2
Plomo (Pb)	(mg/L)	5
Selenio (Se)	(mg/L)	0,02
Sodio Porcentual (Na)	%	35
Sulfato (SO₄⁻²)	(mg/L)	250
Zinc (Zn)	(mg/L)	2
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1000
Conductividad Eléctrica	(µmhos/cm)	750
pH	-	5,5-9

Fuente: Norma NCh 1.333

En el Cuadro 5.3.2.1-3 se resume la información contenida en el estudio de la Ref. 29 para las estaciones presentadas en la Figura 5.3.2.1-1.

CUADRO 5.3.2.1-3
CARACTERÍSTICAS CALIDAD DE AGUAS ESTACIONES DGA SELECCIONADAS

Nº	Estación de Calidad DGA	Código Segmento	Clase Según Instructivo					Parámetro con Valor en Límite de Detección	Parámetro Seleccionado Sin Información	Observación
			0	1	2	3	4			
1	Río Maipo en Las Melosas	0570-MA-10	OD, pH, Zn, As, Se, Ni	-	SO ₄ ⁻² , Cu, Pb, RAS, Cr	CE	Cl, Fe, Mn, Al	Hg, Mo	Color, SD, NH ₄ ⁺ , CN ⁻ , NO ₂ ⁻ , Sn, CT, Fenol, Aceites y Grasas, SAAM	Información DGA niveles 1 y 2.
2	Río Maipo en Los Morros	0571-MA-10	OD, pH, Se, Ni	RAS, Zn, As	CE, SO ₄ ⁻² , Cr, Cu, Mo, Pb	Cl	Al, Fe, Mn	-	Color, SD, NH ₄ ⁺ , CN ⁻ , NO ₂ ⁻ , Sn, CT, Fenol, Aceites y Grasas, SAAM	Información DGA niveles 1 y 2.
3	San Francisco antes Yerba Loca	0572-SF-10	OD, RAS, Cl, As, Se, Ni	CE	SO ₄ ⁻² , Fe, Zn, Cr, Pb	Al	Mn, pH, Cu	Mo	SST, DBO ₅ , CF, Color, SD, NH ₄ ⁺ , CN ⁻ , NO ₂ ⁻ , Sn, CT, Fenol, Aceites y Grasas, SAAM	Información DGA niveles 1 y 2
4	Río Mapocho en Rinconada	0573-MP-20	pH, NO ₂ ⁻ , As, Se, Ni, Color, CN ⁻ , F ⁻ , S ₂ ⁻ , Aceites y Grasas, fenol, HAP, HC, Tetracloro-eteno, Tolueno	RAS	Zn, SO ₄ ⁻² , Pb, Cr, SD	CE, Cu	OD, Cl, Fe, Mn, Al, DBO ₅ , CF, CT, SST, NH ₄ ⁺ , SAAM	Mo	-	Información DGA niveles 1 y 2 Información Aguas Andinas nivel 3 para DBO ₅ , SST y CF Información MOP-CADE nivel 3 para NO ₂ ⁻ , CT. Además corrobora asignación de clase para DBO ₅ , SST, CF de Aguas Andinas Información Nivel 4 muestreo puntual en primavera 2003 para Color, SD, NH ₄ ⁺ , CN ⁻ , F ⁻ , S ₂ ⁻ , Sn, Aceites y grasas, fenol, HAP, HC, Tetracloro-eteno, Tolueno, Muestreo puntual CADE-IDEPE difiere de asignación en: DBO ₅ (clase 3), NO ₂ ⁻ (clase 2), CF (clase 2)

CUADRO 5.3.2.1-3
CARACTERÍSTICAS CALIDAD DE AGUAS ESTACIONES DGA SELECCIONADAS
(Continuación)

Nº	Estación de Calidad DGA	Código Segmento	Clase Según Instructivo					Parámetro con Valor en Límite de Detección	Parámetro Seleccionado Sin Información	Observación
			0	1	2	3	4			
5	Río Mapocho en El Monte	0573-MP-30	pH, As, RAS, Se, Ni, Color, SST, F ⁻ , S ₂ ⁻	Zn, Pb, CN ⁻	CE, OD, SO ₄ ⁻² , Cr, Fe, Mo, SD, NO ₂ ⁻ , Sn	Cl, Cu, DBO ₅	OD, Mn, Al, NH ₄ ⁺ , CF, CT	-	Fenol, Aceites, Grasas, SAAM	Información DGA niveles 1 y 2. Información nivel 4 muestreo puntual en primavera 2003 para DBO ₅ , Color, SST, SD, NH ₄ ⁺ , CN ⁻ , F ⁻ , S ₂ ⁻ , Sn, CF y CT
6	Estero Puangue en Ruta 78	0574-PU-20	OD, RAS, pH, Zn, As, Se, Ni, CN ⁻ , F ⁻ , S ₂ ⁻ , plaguicidas	Pb, NH ₄ ⁺	SO ₄ ⁻² , Cu, Cr, Fe, DBO ₅ , Color, SD, NO ₂ ⁻ , Mo	CE, Al, Cl, CF	Mn, SST, Sn, CT	-	Fenol, Aceites, Grasas, SAAM	Información DGA niveles 1 y 2. Información nivel 4 muestreo puntual en primavera 2003 para DBO ₅ , Color, SST, SD, NH ₄ ⁺ , CN ⁻ , F ⁻ , NO ₂ ⁻ , S ₂ ⁻ , Sn, CF, CT, y plaguicidas
7	Río Maipo en Cabimbao	0574-MA-20	OD, pH, RAS, Zn, As, Se, Ni, NH ₄ ⁺ , F ⁻ , S ₂ ⁻ , Aceites y Grasas, SAAM, HAP, Tetracloro-eteno, Tolueno, plaguicidas	Color Aparante	CE, SO ₄ ⁻² , Cu, Fe, Cr, Pb, Mo, SD, CN ⁻ , DBO ₅	Al, Cl, CF, Fenol	Mn, SST, NO ₂ ⁻ , CT	-	-	Información DGA niveles 1 y 2. Información MOP-CADE nivel 3 para: DBO ₅ , SST, NO ₂ ⁻ , CF, CT Información nivel 4 muestreo puntual en primavera 2003 para Color, SD, NH ₄ ⁺ , CN ⁻ , F ⁻ , S ₂ ⁻ , Aceite y Grasas, Fenol, SAAM, HAP, Tetracloro-eteno, Tolueno, plaguicidas. Muestreo puntual CADE-IDEPE difiere en la asignación de clase: DBO ₅ (clase 1), NO ₂ ⁻ (clase 2), CF (clase 2), SST (clase 3), CT (clase 3)

Fuente: CADE-IDEPE-DGA 2004 (Ref. 29)

a) Análisis por Tramo de Calidad

A continuación se presenta el análisis de la calidad del agua por segmento de calidad.

a.1) Segmento 0570-MA-10

Los usos actuales para este segmento son Riego e Hidroelectricidad.

Según lo indicado en el Cuadro 5.3.2.1-3, los parámetros que se presentan en las clases indicadas son:

- Clase 2: SO_4^{-2} , Cobre, Plomo, RAS (no presenta parámetros de calidad en NCh 1.333 y FAO), Cromo
- Clase 3: Conductividad Eléctrica
- Clase 4: Cloro, Hierro, Manganeseo y Aluminio.

En el análisis de calidad realizado para los datos de la estación Maipo en las Melosas se observa que los parámetros superados son:

- Cloruro, superando el límite 200 mg/L presente en la NCh 1.333 en el 52% de los casos y el sugerido por la FAO de 15 mg/L en el 100% de los casos
- Sulfato, superando el límite 250 mg/L presente en la NCh 1.333 en el 52% de los casos y el sugerido por la FAO de 20 mg/L en el 100% de los casos
- Aluminio, superando el límite 5 mg/L presente en la NCh 1.333 y sugerido por la FAO en el 44% de los casos
- Hierro, superando el límite 5 mg/L presente en la NCh 1.333 y sugerido por la FAO en el 39% de los casos
- Manganeseo, superando el límite 0,2 mg/L presente en la NCh 1.333 y sugerido por la FAO en el 39% de los casos.
- Conductividad Eléctrica, superando el límite 750 $\mu\text{mhos/cm}$ presente en la NCh 1.333 en el 100% de los casos

a.2) Segmento 0571-MA-10

Los usos actuales para este segmento son Riego e Hidroelectricidad. Además en el sector hay descargas de RILES de empresas agroindustriales, papeleras y metalmecánica. Además en este sector se ubican las bocatomas de Canales Unidos de Buin y Asociación de Canalistas del Maipo.

Según lo indicado en el Cuadro 5.3.2.1-3, los parámetros que se presentan en las clases indicadas son:

- Clase 2: Conductividad Eléctrica, Sulfatos, Cromo, Cobre, Molibdeno y Plomo

- Clase 3: Cloruros
- Clase 4: Aluminio, Hierro, Manganeseo

En el análisis de calidad realizado para los datos de la estación Maipo en Los Morros, se observa que los parámetros superados son:

- Cloruro, superando el límite 200 mg/L presente en la NCh 1.333 en el 9% de los casos y el sugerido por la FAO de 15 mg/L en el 100% de los casos
- Sulfato, superando el límite 250 mg/L presente en la NCh 1.333 en el 63,6% de los casos y el sugerido por la FAO de 20 mg/L en el 100% de los casos
- Aluminio, superando el límite 5 mg/L presente en la NCh 1.333 y sugerido por la FAO en el 59% de los casos
- Hierro, superando el límite 5 mg/L presente en la NCh 1.333 y sugerido por la FAO en el 61% de los casos
- Manganeseo, superando el límite 0,2 mg/L presente en la NCh 1.333 y sugerido por la FAO en el 61% de los casos
- Molibdeno, superando el límite 0,01 mg/L presente en la NCh 1.333 y sugerido por la FAO en el 100% de los casos
- Conductividad Eléctrica, superando el límite 750 μ mhos/cm presente en la NCh 1.333 en el 100% de los casos

a.3) Segmento 0572-SF-10

Los usos actuales para este segmento son Riego, Biodiversidad (Santuario de la Naturaleza Yerba Loca) e Hidroelectricidad. Otro uso que podría afectar la calidad del agua en este segmento es la minería, por efecto de la presencia de agua proveniente de sus procesos.

Según lo indicado en el Cuadro 5.3.2.1-3, los parámetros que se presentan en las clases indicadas son:

- Clase 2: Sulfatos, Hierro, Zinc, Cromo y Plomo
- Clase 3: Aluminio
- Clase 4: Manganeseo, pH, Cobre

En el análisis de calidad realizado para los datos de la estación San Francisco antes Yerba Loca, se observa que los parámetros superados son:

- pH, superando el límite 7,5 sugerido por la FAO en el 37% de los casos
- Cobre, superando el límite 0,2 mg/L presente en la NCh 1.333 y sugerido por la FAO en el 81% de los casos
- Manganeseo, superando el límite 0,2 mg/L presente en la NCh 1.333 y sugerido por la FAO en el 72% de los casos

a.4) Segmento 0573-MP-20

El uso actual para el segmento es Riego. Este sector podría verse afectado por afloramientos de aguas subterráneas, además de la presencia de aguas servidas, descargas de RILES, aplicación de pesticidas y por la extracción de áridos. Está afectado por los centros poblados de Pudahuel, Maipú y la ciudad de Santiago.

Según lo indicado en el Cuadro 5.3.2.1-3, los parámetros que se presentan en las clases indicadas son:

- Clase 2: Zinc, Sulfatos, Plomo, Cromo y Sólidos Disueltos
- Clase 3: Conductividad Eléctrica, Cobre
- Clase 4: OD, Aluminio, Cloruros, Hierro, Manganeseo, DBO₅, Coliformes Fecales, Coliformes Totales, Sólidos Suspendidos Totales, Nitratos, SAAM

En el análisis de calidad realizado para los datos de la estación Río Mapocho en Rinconada de Maipú, se observa que los parámetros superados son:

- Cloro, superando el límite 200 mg/L presente en la NCh 1.333 en el 21,1% de los casos y el sugerido por la FAO de 15 mg/L en el 98% de los casos
- Sulfato, superando el límite 250 mg/L presente en la NCh 1.333 en el 49% de los casos y el sugerido por la FAO de 20 mg/L en el 98% de los casos
- Aluminio, superando el límite 5 mg/L presente en la NCh 1.333 y sugerido por la FAO en el 44% de los casos
- Cobre, superando el límite 0,2 mg/L presente en la NCh 1.333 y sugerido por la FAO en el 42% de los casos
- Hierro, superando el límite 5 mg/L presente en la NCh 1.333 y sugerido por la FAO en el 51% de los casos
- Manganeseo, superando el límite 0,2 mg/L presente en la NCh 1.333 y sugerido por la FAO en el 57% de los casos
- Conductividad Eléctrica, superando el límite 750 μ mhos/cm presente en la NCh 1.333 en el 100% de los casos.

a.5) Segmento 0573-MP-30

El uso actual para el segmento es Riego. Este sector podría verse afectado por afloramientos de aguas subterráneas, descargas de RILES, aplicación de pesticidas y por aguas servidas ya tratadas.

Según lo indicado en el Cuadro 5.3.2.1-3, los parámetros que se presentan en las clases indicadas son:

- Clase 2: Conductividad Eléctrica, OD, Sulfatos, Cromo, Hierro, Molibdeno, Sólidos Disueltos, Dióxido de Nitrógeno y Estaño
- Clase 3: Cloruros, Cobre, DBO₅
- Clase 4: OD, Manganeseo, Aluminio, Nitratos, Coliformes Fecales, Coliformes Totales

En el análisis de calidad realizado para los datos de la estación Río Mapocho en El Monte, se observa que los parámetros superados son:

- Cloruro, superando el límite 200 mg/L presente en la NCh 1.333 en el 1,9% de los casos y el sugerido por la FAO de 15 mg/L en el 100% de los casos
- Sulfato, superando el límite 250 mg/L presente en la NCh 1.333 en el 65,4% de los casos y el sugerido por la FAO de 20 mg/L en el 100% de los casos
- Manganeseo, superando el límite 0,2 mg/L presente en la NCh 1.333 y sugerido por la FAO en el 38% de los casos
- Molibdeno, superando el límite 0,01 mg/L presente en la NCh 1.333 y sugerido por la FAO en el 100% de los casos.
- Conductividad Eléctrica, superando el límite 750 µmhos/cm presente en la NCh 1.333 en el 100% de los casos.

a.6) Segmento 0574-PU-20

El uso actual para el segmento es Riego. Este sector podría verse afectado por la descarga de RILES, la aplicación de pesticidas y contaminación por aguas servidas. Este sector se ve afectado por los centros poblados de Curacaví, Mallarauco, María Pinto y Pahuilmo.

Según lo indicado en el Cuadro 5.3.2.1-3, los parámetros que se presentan en las clases indicadas son:

- Clase 2: Sulfatos, Cobre, Cromo, Hierro, DBO₅, color, Sólidos Disueltos, Dióxido de Nitrógeno, Molibdeno
- Clase 3: Conductividad Eléctrica, Aluminio, Cloruro, Coliformes Fecales
- Clase 4: Manganeseo, SST, Estaño, Coliformes Totales

En el análisis de calidad realizado para los datos de la estación Estero Puangue en Ruta 78, se observa que los parámetros superados son:

- Cloruro, superando el límite 200 mg/L presente en la NCh 1.333 en el 12% de los casos y el sugerido por la FAO de 15 mg/L en el 100% de los casos
- Sulfato, superando el límite 250 mg/L presente en la NCh 1.333 en el 86% de los casos y el sugerido por la FAO de 20 mg/L en el 100% de los casos

- Manganeso, superando el límite 0,2 mg/L presente en la NCh 1.333 y sugerido por la FAO en el 53% de los casos
- Molibdeno, superando el límite 0,01 mg/L presente en la NCh 1.333 y sugerido por la FAO en el 100% de los casos
- Conductividad Eléctrica, superando el límite 750 μ mhos/cm presente en la NCh 1.333 en el 100% de los casos.

a.7) Segmento 0574-MA-20

El uso actual para el segmento es Riego. Este sector podría verse afectado por la descarga de RILES, la aplicación de pesticidas y contaminación por aguas servidas. Este sector se ve afectado por los centros poblados de Melipilla, Cuncumen y Codigua.

Según lo indicado en el Cuadro 5.3.2.1-3, los parámetros que se presentan en las clases indicadas son:

- Clase 2: Conductividad Eléctrica, Sulfatos, Cobre, Hierro, Cromo, Plomo, Molibdeno, Sólidos Disueltos, CN-, DBO₅
- Clase 3: Aluminio, Cloro, Coliformes Fecales, Fenol
- Clase 4: Manganeso, SST, Dióxido de Nitrógeno, Coliformes Totales

En el análisis de calidad realizado para los datos de la estación Río Maipo en Cabimbao, se observa que los parámetros superados son:

- Cloruro, no se supera el límite 200 mg/L presente en la NCh 1.333 y el límite sugerido por la FAO de 15 mg/L en el 100% de los casos
- Sulfato, superando el límite 250 mg/L presente en la NCh 1.333 en el 62% de los casos y el sugerido por la FAO de 20 mg/L en el 100% de los casos
- Aluminio, superando el límite 5 mg/L presente en la NCh 1.333 y sugerido por la FAO en el 27% de los casos
- Manganeso, superando el límite 0,2 mg/L presente en la NCh 1.333 y sugerido por la FAO en el 50% de los casos
- Molibdeno, superando el límite 0,01 mg/L presente en la NCh 1.333 y sugerido por la FAO en el 100% de los casos
- Conductividad Eléctrica, superando el límite 750 μ mhos/cm presente en la NCh 1.333 en el 100% de los casos.

b) Análisis por Parámetro

En la extensión de la cuenca, los parámetros que se han superado con mayor frecuencia son: Cloruro, Sulfato, Aluminio, Hierro, Manganeso y Molibdeno.

El cloruro presente en la zona se debe a la presencia natural de éste, debido a la litología de la zona. En el río Maipo, decrece en su concentración desde la cordillera al mar, a diferencia del río Mapocho, en que se produce un aumento en las concentraciones de éste, donde existe una mayor influencia antrópica. En el punto de control del río San Francisco no se ve sobrepasado este parámetro para la NCh 1.333.

La presencia de sulfatos en las subcuencas del Maipo es atribuible a la explotación de Yeso en la zona. En el río Maipo la tendencia es creciente aguas abajo, lo que podría explicarse por la evapotranspiración asociada al uso intensivo de agua en riego, a diferencia del río Mapocho en donde la concentración a lo largo del río es constante.

La aparición del Aluminio disuelto en el agua superficial se debe a la interacción de dos factores: las escorrentías de sedimentos compuestos principalmente de aluminosilicatos y el pH, los que forman naturalmente complejos de Aluminio en solución.

Según el presente análisis las concentraciones de Aluminio que superan la NCh 1.333 y los valores recomendados por FAO se presentan en la parte alta del río Maipo y en la estación río Mapocho en El Monte.

Los altos niveles de Hierro en el río Maipo se deben a la lixiviación y meteorización de las rocas, en adición a los procesos mineros desarrollados en la zona alta de la cuenca. Aguas abajo del río, la presencia de éste se incrementa producto de descargas de RILES. Los altos niveles presentados en el río Mapocho en el sector de Rinconada de Maipú se deben a las descargas de RILES con alto contenido de metales pesados.

La aparición del Manganeseo en el agua se debe a la lixiviación de las rocas de la alta cordillera, las actividades mineras desarrolladas en la subcuenca del río Maipo y el afloramiento de napas subterráneas en la sección más baja del Maipo, Mapocho y estero Puangue. Aguas debajo de la cuenca, los niveles aumentan debido a la presencia de RILES. El presente análisis arroja concentraciones mayores a la NCh 1.333 y a las recomendadas por FAO para todas las estaciones consideradas.

El Molibdeno presente en los cauces superficiales se puede atribuir a la existencia de éste asociado al cobre en la franja metalogénica F11³⁷ que le adiciona Molibdeno a las corrientes de agua. Potencialmente pueden contribuir a la presencia de éste los depósitos de material de descarte, los que adquieren importancia cuando ocurren

³⁷ Extensión mineralizada en sentido norte sur ubicada entre las latitudes 30° 13' y 37° 07' y longitudes 70° 50' a 71° 06', constituida por pórfidos cupríferos asociados a formaciones rocosas sedimentario volcánicas, formada por coladas y depósitos piroclásticos reolíticos, dacíticos andesíticos, basálticos, brechas, tobas e ignimbritas con intercambio de lutitas, calizas y areniscas.

precipitaciones. Se ha determinado que los niveles de este compuesto se superan – tanto para la NCh 1.333, como para las recomendaciones de FAO – en las estaciones Maipo en El Monte, Maipo en Los Morros y Maipo en Cabimbao.

La presencia de Cobre en la cuenca se debe a la existencia de la franja metalogénica F11, la cual por procesos de lixiviación de los filones mineralizados y derretimiento de nieves ácidas lo adicionan a los cursos de agua cordilleranos. En sectores la contaminación antropogénica proveniente del descarte de materiales de la minería del cobre adquiere mucha importancia.

Los valores de Conductividad Eléctrica en el río Maipo sobrepasan la norma en todas las estaciones consideradas en el análisis, esto debido a las condiciones naturales por la presencia de sales, que son lixiviadas. En el río Mapocho el alto valor presentado en las estaciones ubicadas en Rinconada de Maipú y El Monte tiene influencia tanto por las aguas subterráneas que afloran en el sector de Rinconada de Maipú en el Mapocho y Melipilla en el Maipo, y por el efecto de las descargas de aguas servidas.

Según el estudio de la Ref. 29, los Coliformes Fecales se encuentran en altos niveles en toda la cuenca, lo que limita los cultivos rastreros por contaminación de tipo microbiológica y el uso directo como agua potable. Esto se debe a que los ríos reciben aguas servidas de distintos centros poblados y RILES con cargas orgánicas.

5.3.2.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS

a) Usos del Agua Subterránea

A partir del Proyecto OTAS³⁸, el que se basa en la información del Proyecto Maipo³⁹, el agua subterránea de la cuenca de Santiago se utiliza preferentemente en riego y abastecimiento de agua potable e industrial. En la Figura 5.3.2.2-1 se puede observar el porcentaje de uso del agua (pozos destinados a distintos usos) por subcuencas hidrográficas. Cabe destacar que esta información es referencial, ya que la situación puede haber cambiado en el transcurso del tiempo.

b) Análisis por Estación de Muestreo

El presente capítulo toma como base la información de calidad de aguas (parámetros físico - químicos) obtenida en el Centro de Información de Recursos Hídricos de la

³⁸ Proyecto Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable. Sistema de Información Cartográfica. 2002.

³⁹ Comisión Nacional de Riego – IPLA Ingenieros Consultores. 1984. Estudio Hidrológico e Hidrogeológico.

Dirección General de Aguas, la que abarca desde 1991 a 2007, para los periodos de verano, otoño, invierno y primavera.

Esta información es cotejada con el estudio de la calidad de aguas subterráneas reincluido en la Ref. 1.

El presente análisis busca conocer la calidad del agua subterránea para riego y agua potable en la cuenca del río Maipo. Para esto se analizan los datos físico-químicos antes referidos para 5 estaciones de calidad de agua subterránea, distribuidas en distintos sectores de la cuenca, comparándolos con la NCh 1.333/78 – la que regula la calidad del agua para diferentes usos, incluyendo en ella el uso para riego –, la NCh 409/1.Of 2005 – la que regula la calidad del agua potable – y los parámetros recomendados por la FAO sobre la limitación productiva para agua de riego. La selección de las estaciones de calidad se realizó de manera tal que quedara representada una parte importante de la cuenca, tomando en cuenta estaciones de los sectores norte, centro y sur.

La información utilizada y el análisis de ésta se puede encontrar en el Anexo 5-8. En el Cuadro 5.3.2.2-1 se especifican los límites de los distintos parámetros y elementos requeridos en las normas y recomendaciones especificadas, en relación con los parámetros medidos por la DGA.

En la Figura 5.3.2.2-2 se encuentran las estaciones DGA de calidad de agua existentes en la cuenca y las estaciones que se han analizado para el presente estudio.

CUADRO 5.3.2.2-1
LÍMITES ESTABLECIDOS EN LA NCH 1.333, NCH 409 Y VALORES
RECOMENDADOS POR LA FAO PARA AGUA DE RIEGO

Elemento Químico	Unidad	Límite Máximo		
		NCh 1.333*	NCh 409**	Sugeridos FAO***
Aluminio (Al)	(mg/L)	5		5
Arsénico (As)	(mg/L)	0,1	0,01	0,1
Boro (B)	(mg/L)	0,75		3
Cadmio (Cd)	(mg/L)	0,01		
Cloruro (Cl')	(mg/L)	200	400	15
Cobalto (Co)	(mg/L)	0,05		
Cobre (Cu)	(mg/L)	0,2	2	0,2
Cromo (Cr)	(mg/L)	0,1	0,05	
Hierro (Fe)	(mg/L)	5	0,3	
Litio (Li)	(mg/L)	2,5		
Magnesio disuelto	(mg/L)		125	
Manganeso (Mn)	(mg/L)	0,2	0,1	
Mercurio (Hg)	(mg/L)	0,001	0,001	
Molibdeno (Mo)	(mg/L)	0,01		0,01
Níquel (Ni)	(mg/L)	0,2		0,2
Nitrito	(mg/L)		3	
Nitrato	(mg/L)		50	
Nitrógeno Amoniacal	(mg/L)		1,5	
Plata (Ag)	(mg/L)	0,2		
Plomo (Pb)	(mg/L)	5	0,05	5
Selenio (Se)	(mg/L)	0,02	0,01	
Sodio Porcentual (Na)	%	35		
Sulfato (SO ₄ ⁻²)	(mg/L)	250	500	20
Zinc (Zn)	(mg/L)	2	3	2
Otros parámetros				
pH		5,5- 9	6,5-8,5	6,5-8,4
Coliformes Fecales	NMP/100 mL	1000		
Conductividad Eléctrica	(µmhos/cm)	750		3.000

* Fuente: Concentraciones máximas de elementos químicos para agua de riego NCh 1.333/78

** Fuente: Requisitos. NCh 409/1.Of 2005

*** Fuente: FAO, 1987. Water quality for agriculture.

Figura 5.3.2.2-1
USOS AGUAS SUBTERRÁNEAS POR SUBCUENCAS

Figura 5.3.2.2-2
Estaciones de calidad

A continuación se presenta el análisis de la calidad del agua por estación de muestreo.

b.1) Estación Pozo Asentamiento Aguilar Sur

En el análisis de calidad realizado para los datos de la estación, se observa que los parámetros superados son:

- Boro, se supera el límite 0,75 mg/L presente en la NCh 1.333 en el 100% de los casos
- Cloruro, superando el límite 15 mg/L sugerido por la FAO en el 64% de los casos
- Sulfato, superando el límite 20 mg/L sugerido por la FAO en el 95% de los casos
- Molibdeno, superando el límite de 0,01 mg/L sugerido por la FAO y presente en la NCh 1.333, en el 22% de los casos

b.2) Estación Pozo Fundo El Algarrobal

En el análisis de calidad realizado para los datos de la estación, se observa que los parámetros superados son:

- Conductividad eléctrica, se supera el límite de 750 umhos/cm presenten en la NCh 1.333 en el 75% de los casos.
- Cloruro, superando el límite 15 mg/L sugerido por la FAO en el 100% de los casos
- Sulfato, superando el límite 20 mg/L sugerido por la FAO en el 97% de los casos y el límite de 250 mg/L establecido en la NCh 1.333 en el 40% de los casos
- Arsénico, superando el límite 0,01 mg/L presente en la NCh 409, en el 48% de los casos
- Mercurio, superando el límite 0,01 mg/L presente en la NCh 409 y en la NCh 1.333, en el 11% de los casos
- Molibdeno, superando el límite de 0,01 mg/L sugerido por la FAO y presente en la NCh 1.333, en el 19% de los casos

b.3) Estación Pozo Estadio CORFO

En el análisis de calidad realizado para los datos de la estación, se observa que los parámetros superados son:

- Cloruro, superando el límite 15 mg/L sugerido por la FAO en el 65% de los casos
- Sulfato, superando el límite 20 mg/L sugerido por la FAO en el 100% de los casos
- Arsénico, superando el límite 0,01 mg/L presente en la NCh 409, en el 58% de los casos
- Hierro, superando el límite 0,3 mg/L presente en la NCh 409, en el 18% de los casos
- Molibdeno, superando el límite de 0,01 mg/L sugerido por la FAO y presente en la NCh 1.333, en el 28% de los casos

b.4) Estación Pozo Cementerio Metropolitano

En el análisis de calidad realizado para los datos de la estación, se observa que los parámetros superados son:

- Conductividad eléctrica, se supera el límite de 750 umhos/cm presentes en la NCh 1.333 en el 97% de los casos.
- Boro, se supera el límite 0,75 mg/L presente en la NCh 1.333 en el 100% de los casos
- Cloruro, superando el límite 15 mg/L sugerido por la FAO en el 100% de los casos
- Sulfato, superando el límite 20 mg/L sugerido por la FAO en el 97% de los casos y el límite 250 mg/L establecido en la NCh 1.333 en el 74% de los casos
- Mercurio, superando el límite 0,01 mg/L presente en la NCh 409 y en la NCh 1.333, en el 12% de los casos
- Molibdeno, superando el límite de 0,01 mg/L sugerido por la FAO y presente en la NCh 1.333, en el 21% de los casos

b.5) Estación Pozo Asentamiento Malleco

En el análisis de calidad realizado para los datos de la estación, se observa que los parámetros superados son:

- Conductividad eléctrica, se supera el límite de 750 umhos/cm presentes en la NCh 1.333 en el 100% de los casos.
- Boro, se supera el límite 0,75 mg/L presente en la NCh 1.333 en el 96% de los casos
- Cloruro, superando el límite 15 mg/L sugerido por la FAO en el 100% de los casos

- Mercurio, superando el límite 0,01 mg/L presente en la NCh 409 y en la NCh 1.333, en el 12% de los casos
- Molibdeno, superando el límite de 0,01 mg/L sugerido por la FAO y presente en la NCh 1.333, en el 32% de los casos
- Sulfato, superando el límite 20 mg/L sugerido por la FAO en el 97% de los casos y el límite 250 mg/L establecido en la NCh 1.333 en el 94% de los casos
- Hierro, superando el límite 0,3 mg/L presente en la NCh 409, en el 23% de los casos y el límite de 5 mg/L de la NCh 1.333 en el 14% de los casos

c) Análisis por Parámetro

El Boro se ve sobrepasado para la NCh 1.333 en las estaciones Pozo Asentamiento Aguilar Sur, Pozo Cementerio Metropolitano y Pozo Asentamiento Malleco.

El Cloruro ve sobrepasados los valores recomendados por la FAO en todas las estaciones analizadas, el que se encuentra presente en forma natural, debido a la litología de la zona y también puede deberse a la influencia antrópica. Igualmente los valores alcanzados no sobrepasan las normas estudiadas.

El sulfato sobrepasa en todas las estaciones las recomendaciones de la FAO para riego. En Pozo Fundo El Algarrobal, Pozo Cementerio Metropolitano y Pozo Asentamiento Malleco sobrepasa también la NCh 1.333. Esto puede deberse a la alta actividad agrícola en algunos sectores de la cuenca, o a la lixiviación proveniente de la franja metalogénica F11.

Las concentraciones de Molibdeno sobrepasan en todas las estaciones los valores establecidos en la NCh 1.333 y sugeridos por la FAO, en aproximadamente el 25% de los casos. Estos altos niveles se pueden deber a procesos de lixiviación, especialmente a la franja metalogénica F11. Se debe tener especial cuidado en el riego de empastadas para ganado, ya que puede tener un efecto tóxico.

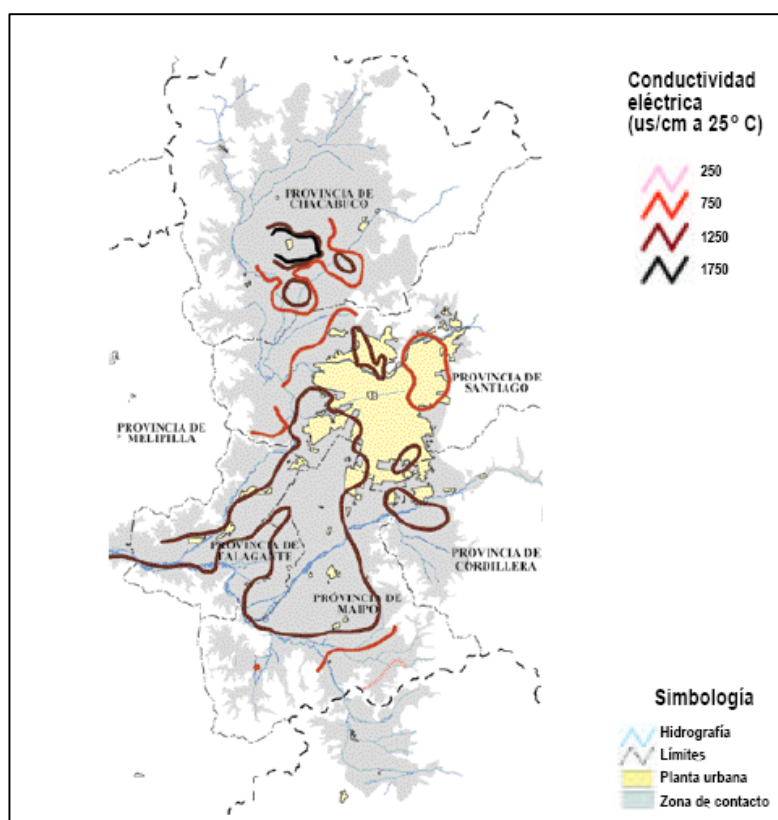
La conductividad específica o eléctrica detallada en la NCh 1.333 se ve superada en las estaciones Pozo Fundo El Algarrobal, Pozo Cementerio Metropolitano y Pozo Asentamiento Malleco. Esto indica un alto contenido de sales. Es uno de los parámetros críticos de la zona Maipo – Mapocho y Lampa – Colina – Mapocho.

Según la publicación Carta de Riesgo Ecológico y Conveniencia de Protección Aguas Superficiales y Subterráneas, perteneciente a la Etapa II del proyecto OTAS⁴⁰, la conductividad eléctrica tiende a incrementarse en el sentido del flujo subterráneo, por

⁴⁰ Etapa II Evaluación Ambiental del Territorio. Programa de Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable.

lo que los valores mayores se ubican hacia las zonas más bajas del valle, como es el caso de los sectores bajos del río Mapocho y Maipo y la zona de laguna de Batuco, la que corresponde a una zona Terminal del flujo subterráneo. Otra zona de valores altos de conductividad eléctrica se sitúa en los alrededores de Maipú, también zona terminal del flujo, y que recibe las sales que se acumulan por el riego, en terrenos con una capa freática cercana a la superficie. Ésta se presenta en la Figura 5.3.2.2-3.

FIGURA 5.3.2.2-3
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN AGUAS SUBTERRÁNEAS



Fuente: CONAMA, 1999

En las estaciones Pozo Fundo El Algarrobal y Pozo Estadio CORFO se superan los valores de la NCh 409 para Arsénico, en aproximadamente un 50% de los casos. El arsénico en el agua de consumo humano puede generar lesiones en la piel, trastornos circulatorios y alto riesgo de cáncer. Los altos valores en el estadio CORFO se deben principalmente a la existencia de actividad minera cuprífera en el sector alto de la cuenca del Mapocho. Cabe destacar que el valor considerado

(0,01 mg/L) para este parámetro no es el valor actual que considera la norma, si no el que alcanzará en un plazo máximo de 10 años a contar de la publicación de la norma (año 2005).

En las estaciones Pozo Fundo El Algarrobal, Pozo Asentamiento Malleco y Pozo Cementerio Metropolitano se ha sobrepasado la NCh 1.333 y la NCh 409 en forma ocasional para el elemento Mercurio. En la salud de las personas puede provocar lesiones renales.

El Hierro se sobrepasa en forma ocasional en la estación Pozo Estadio CORFO y en la estación Pozo Asentamiento Malleco para la NCh 409. En esta última también supera ocasionalmente la NCh 1.333. Si bien este elemento no genera efectos nocivos, podría provocar efectos en la apariencia y sabor del agua.

Según el estudio Análisis de la Contaminación de Aguas Subterráneas en la Región Metropolitana por Aguas Servidas⁴¹, citado por el estudio de la Ref. 1 se puede concluir que no existe contaminación bacteriológica en el área de estudio, con la excepción de un pozo de la comuna de Independencia, donde se observa un alto valor de coliformes fecales.

Según el estudio Análisis de la Contaminación de Aguas Subterráneas en la Región Metropolitana por Aguas Servidas⁴², el elemento más abundante en las aguas subterráneas y que revela un proceso histórico de contaminación de las mismas es el Nitrógeno como Nitrato (N-NO₃), con valores por sobre la concentración basal o supuestamente normal en el agua subterránea de Santiago. De la toda información revisada es posible afirmar que un valor de entre 2 a 4 mg/L corresponde aproximadamente al valor referencial o basal de las aguas subterráneas de la zona. Los sectores que – según los datos de 1998 - 1989 – percibían valores superiores al nivel basal de concentración de nitratos (más de 10 mg/L) corresponden a Maipú, Santiago Norte, Colina, Peñaflor, Paine, San Miguel y Lampa. Las causas de altas concentraciones en los sectores de Santiago Norte y La Cisterna puede deberse a la presencia de vertederos o rellenos sanitarios, además de tener en cuenta que en estas zonas se ubican los principales cementerios de la región. En los sectores de Lampa y Batuco, la alta concentración puede deberse a interacciones locales con aguas superficiales contaminadas.

Según la información analizada desde el año 1960 a 1969, los sectores que en algún momento han acusado niveles altos de concentración de nitratos son Maipú, Colina,

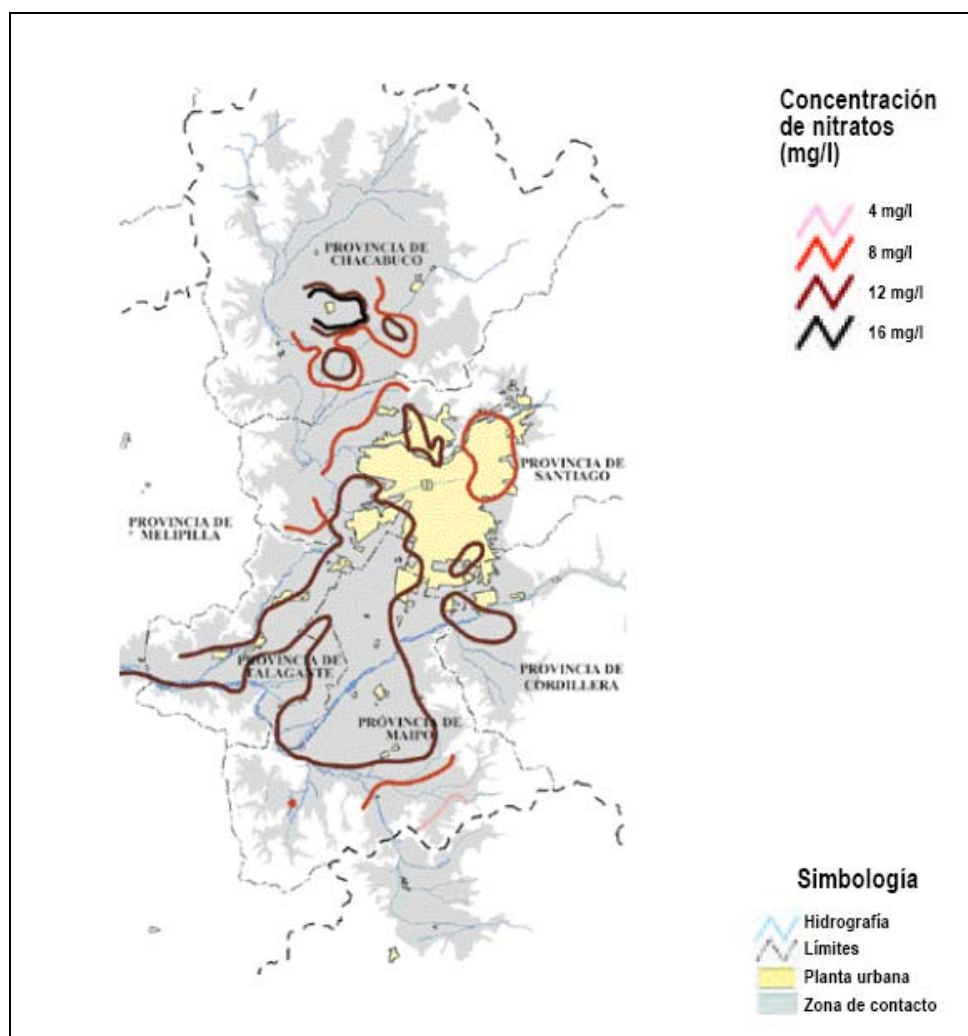
⁴¹ CONAMA, 1999. Análisis de la Contaminación de Aguas Subterráneas en la Región Metropolitana, por Aguas Servidas

⁴² CONAMA, 1999. Análisis de la Contaminación de Aguas Subterráneas en la Región Metropolitana, por Aguas Servidas

Batuco, Santiago Norte (al norte del Mapocho, entre cerro Renca y San Cristobal, Santiago Sur (La Cisterna y San Miguel), Talagante-Peñaflor y Paine.

En este mismo estudio se presenta la siguiente figura, que representa isolíneas de concentración de nitratos en aguas subterráneas para el área del estudio.

FIGURA 5.3.2.2-4
NITRATOS EN AGUAS SUBTERRÁNEAS



Fuente: CONAMA, 1999.

Cabe destacar que en ninguna de las estaciones analizadas en el presente estudio se ha superado la NCh 409 para Nitratos, superando si el nivel basal de 10 mg/L en Cementerio Metropolitano.

La dureza del agua es una medida de los cationes divalentes presentes en el agua, predominantemente calcio y magnesio; un agua con dureza elevada puede obstruir tuberías y orificios del sistema de regadío. En cuanto a los niveles adecuados para consumo, la OMS recomienda como nivel guía de contenido de dureza en agua potable 500 mg/L CaCO_3 .

A partir del Proyecto OTAS⁴³, el que se basa en la información del estudio Hidrogeología de la Cuenca de Santiago⁴⁴, se presenta la Figura 5.3.2.2-5, en que observa que los valores más altos de la dureza del agua se ubican entre la zona sur de la planta urbana y la parte baja del río Maipo. Para la calificación de la calidad del agua respecto a dureza se usó el criterio presentado en el Cuadro 5.3.2.2-2.

**CUADRO 5.3.2.2-2
CLASIFICACIÓN DEL AGUA SEGÚN DUREZA**

DUREZA (mg/L CaCO_3)	CALIFICACIÓN
Dureza ≤ 75	Blanda
$75 < \text{Dureza} \leq 300$	Dura
$300 < \text{Dureza} \leq 600$	Muy Dura
Dureza > 600	Extra Dura

Fuente: Sancha, A., 2002.⁴⁵

d) Análisis de Calidad del Agua a Partir de Otros Estudios

El muestreo de aguas realizado en el estudio de la Ref. 1, que fue realizado en 20 pozos distribuidos en la cuenca del Maipo como indica el Cuadro 5.3.2.2-3 y la Figura 5.3.2.2-6, se efectuó midiendo los parámetros in situ pH y temperatura y los parámetros en laboratorio conductividad, dureza, nitratos, nitritos, hierro y manganeso.

⁴³ Proyecto Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable. Sistema de Información Cartográfica. 2002.

⁴⁴ E. Falcon M., O. Castillo U., M. Valenzuela M. Instituto de Investigaciones Geológicas. Sección Hidrogeología. Corporación de Fomento de la Producción. Departamento de Recursos Hídricos, 1970.

⁴⁵ Sancha, A. Componente Aguas Superficiales y Subterráneas. Proyecto Ordenamiento Territorial Ambientalmente Sustentable. Sistema de Información Cartográfica. 2002.

CUADRO 5.3.2.2-3
MONITOREO CALIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS.
ESTUDIO DE LA REF. 1.

ID	ROL IREN				COORD. UTM		COMUNA	NOMBRE PREDIO	PROPIETARIO
					NORTE	ESTE			
CUENCA DEL PUANGUE									
P1	3310	7100	C	13	6.310.402	301.837	CURACAVÍ	Criadero Curacaví	Agríc. Pollos King
P2	3320	7100	A	34	6.301.916	299.400	CURACAVÍ	Hda. Curacaví	Guillermo Barros E
P3	3320	7100	C	34	6.291.550	304.160	MARÍA PINTO	Hijuela 8 Sta. Isabel	Agr. Sta. Isabel de Puangue
P4	3330	7110	D	9	6.274.290	291.990	MELIPILLA	Fundo Esmeralda	Francisco Ebel Vial
P5	3340	7120	D	2	6.260.750	282.100	MELIPILLA	A.P.R. San Valentín - La Unión	
P6	3340	7100	C	25	6.261.325	301.370	MELIPILLA	Agrícola Fersil Ltda.	Arturo Fernández
P7	3340	7110	C	7	6.256.550	288.360	MELIPILLA	Parcela 213, Popeta	Zafira Olguín
SANTIAGO NORTE									
P8	3310	7050	D	15	6.311.880	327.975	LAMPA	Parcela N°14, de Lipange	Jaime Ramírez
P9	3310	7040	A	56	6.323.269	335.781	COLINA	Parcela Los Ciruelos	Manuel Chacón Salinas
P10	3310	7040	C	49	6.316.850	333.485	LAMPA	Parcela N°2, Sector Los Espinos	Ricardo León
P11	3310	7050	B	20	6.326.940	325.220	TIL TIL	Fundo Polpaico	Carlos Peña
P12	3300	7040	C	46	6.334.020	331.420	TIL TIL	Parcela 2, Santa Ana	Máximo Castelme
SECTOR MAIPU									
P13	3320	7040	CB	24	6.296.370	333.670	MAIPU	Parcela 4, El Álamo	Heinz Engell
P14	3320	7040	CC	7	6.291.905	331.015	MAIPU	Huerto Los Pidenes	Jorge Donoso
P15	3320	7040	DC	38	6.293.465	337.695	MAIPU	Ex Fundo Pajaritos Hijuela 9	María Soledad Vial
P16	3330	7040	A	16	6.288.920	336.730	MAIPU	Camino a Melipilla / Santa Marta	Good Year
SECTOR SANTIAGO SUR									
P17	3340	7040	C	29	6.262.400	336.585	BUIN	Parcela 37, Fundo La Cervera	Semillas Pioneer Chile Ltda.
P18	3340	7040	D	2	6.256.055	342.895	PAINE	Fundo Santa Rosa	Comunidad Santa Rosa
P19	3340	7050	A	8	6.269.660	315.768	TALAGANTE	Parcela 3 Santa Mariana	Horacio Urrutia
P20	3340	7050	B	6	6.272.900	324.935	TALAGANTE	Agrícola San José	Faustino García B.

Norma A.P. y Riego

Fuente: CONIC-BF-DGA, 2007 (Ref. 1)

Figura 5.3.2.2-5
Dureza del agua en la cuenca del río Maipo

Figura 5.3.2.2-6
Pozos muestreo aguas subterráneas estudio Ref.1

Para complementar los análisis realizados en este estudio y los presentados pertenecientes a otros estudios, a continuación se analizarán los resultados de los análisis de laboratorio incluidos en el estudio de la Ref. 1.

En los pozos ubicados en el acuífero del Estero Puangue, el grado de dureza del agua se clasifica en dura para la parte alta del acuífero y muy dura y extra dura en la parte baja. En P2 el agua se presenta con un pH menor al rango aceptable de la NCh 409. En P5 y P7 se superan los límites de conductividad eléctrica establecidos en la NCh 1.333. En P7 se superan las NCh 1.333 y 409 para Manganeseo.

En el sector Santiago Norte del acuífero Maipo – Mapocho la dureza del agua es variable para cada pozo, siendo dura en P10 y P11, muy dura en P12 y P8, y extra dura en P9, en donde también se sobrepasa la conductividad eléctrica establecida en la NCh 1.333. En P12 se sobrepasan las recomendaciones de la FAO para agua de riego en los parámetros Cloruro y Sulfato.

En el sector Maipú del acuífero el agua es extra dura y se supera la NCh 1.333 para conductividad eléctrica en todos los pozos y en P15 este mismo parámetro se supera para la NCh 409. En esta última estación se superan los parámetros Manganeseo y Nitrato para la NCh 409. En P16 se superan los valores recomendados por la FAO para Cloruro y Sulfato, el que también se supera para la NCh 1.333.

En el sector Santiago Sur del acuífero, el agua es extra dura y sobrepasa los límites de conductividad eléctrica de la NCh 1.333 en todos los pozos. En P20 se superan los valores recomendados por la FAO para agua de riego en los parámetros Cloruro y Sulfato.

Además, en el estudio de la Ref. 1 se consideraron dos estudios previos:

- a) *Evaluación del Riesgo de Contaminación de la Parte Norte del Acuífero de Santiago*⁴⁶, estudio en el que se concluyó que el agua subterránea del área de estudio es del tipo sulfatada cálcica, lo que está en relación con su procedencia del río Maipo, el que tiene su origen en zonas donde existe reducción de yeso y oxidación de sulfatos. Los valores de conductividad eléctrica en la mayoría de los casos están sobre la norma, lo que no evidencia salinización de las aguas, la que es mayoritariamente dulce. En el sector centro sur del área de estudio (Independencia, Recoleta, Conchalí, Renca) se presenta contaminación por metales pesados (Fe, Mg) y nitratos.

⁴⁶ Carlos Espinoza, Patricia Toro. Proyecto RLA/8/031, Manejo Integrado y Sostenible de los Recursos Hídricos Subterráneos en América Latina, 2003.

Respecto de la vulnerabilidad a la contaminación se presentan las condiciones dadas en el Cuadro 5.3.2.2-4.

**CUADRO 5.3.2.2-4
DISTRIBUCIÓN DE VULNERABILIDAD SECTOR NORTE
ACUÍFERO DE SANTIAGO**

Vulnerabilidad a la Contaminación	Sector
Nula	Norte de Quilicura y Huechuraba
Baja	Recoleta, Conchalí, Renca, Independencia
Moderada	Todo el resto del área de estudio
Alta	Pequeña zona de Recoleta

Fuente: Espinoza, C. et Al. 2003.

La relación entre actividades y potenciales cargas contaminantes son las mostradas en el Cuadro 5.3.2.2-5

**CUADRO 5.3.2.2-5
DISTRIBUCIÓN DE FUENTES POTENCIALES DE CONTAMINACIÓN
SEGÚN ACTIVIDAD ECONÓMICA**

Actividad	Potencial Carga Contaminante
Agricultura	Contaminación por nutrientes y salinización debido al uso de fertilizantes, pesticidas y agua de mala calidad para riego
Industrias	Metales pesados o microorganismos tóxicos
Industrias Químicas y Almacenamiento de Combustible	Sustancias altamente tóxicas

Fuente: Espinoza, C. et Al. 2003.

- b) *Impact of Urban Recharge on Long-Term Management of Santiago Norte Aquifer*⁴⁷: Los resultados principales demostraron que la recarga principal al acuífero Norte de Santiago está asociada o bien se produce a través de los

⁴⁷ Sergio Iriarte Díaz, 2003.

estratos más gruesos del acuífero, además de demostrar – a través de datos isotópicos – que la recarga por lluvia directa sobre la ciudad es de menor importancia.

Se determina que la salida del sistema de agua potable domina la recarga superficial en la mayor parte del área central, y es responsable de la contaminación de Sulfatos. A pesar de que la salida de las aguas servidas no se produce en forma tan extendida como la del agua potable, contribuye a la mayor parte de la contaminación de nitratos y altas concentraciones de Cloruros, Potasio, Sulfatos, Boro y Fosfatos. Ambas modifican en forma importante la calidad de las aguas subterráneas del acuífero.

Las áreas más contaminadas corresponden a los sectores donde la zona no saturada es altamente permeable, donde el acuífero es no confinado y donde el nivel del agua subterránea se encuentra más superficial.

5.3.3 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Para minimizar los daños que pudiese provocar el riego con concentraciones excesivas de alguno de los parámetros analizados, los agricultores deben estar en conocimiento de la calidad del agua con la que se riega y de cuáles son los cultivos más sensibles a la calidad del agua que utiliza, de manera de prevenir pérdidas o bajos rendimientos agrícolas por esta causa. Esta información puede ser canalizada y estudiada a través de las Organizaciones de Usuarios de Aguas, por medio de convenios con agencias públicas y/o de investigación.

Debido a que las principales causas de la contaminación en la cuenca corresponden a acción antrópica, las medidas destinadas al mejoramiento de la calidad de las aguas comprenden el mejoramiento de los sistemas de tratamiento de las aguas servidas urbanas y RILes, el mejoramiento de la cobertura de tratamiento y disposición de las aguas servidas en los sectores rurales y el mejoramiento del manejo de pesticidas y fertilizantes por parte de los agricultores. El tratamiento intrapredial de las aguas, además de encarecer los costos de los sistemas de tratamiento, corresponde solamente a una medida paliativa que no integra la visión de cuenca hidrográfica.

Respecto del agua potable, en aquellos sectores que presentan aguas subterráneas con parámetros excedidos en sus fuentes, se deberán invertir más recursos en tratamiento, de manera de cumplir cabalmente con la NCh 409, evitando cualquier tipo de consecuencia en la población. Además se deben tomar en cuenta ciertas medidas recomendadas para sectores urbanos, tales como la correcta ubicación de bombas bencineras, cementerios o rellenos sanitarios, lo que puede ser controlado por la DGA a través del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, ya que este

tipo de proyectos debe ser sometido a esta evaluación. Respecto del agua potable proveniente de cursos de agua superficial, no se ha realizado un análisis a partir de la NCh 409 debido a que el agua utilizada para potabilización es extraída en sectores altos de la cuenca, careciendo del efecto antrópico negativo, además el uso principal del agua superficial es el riego.

5.4 DEMANDAS DE AGUA

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

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

El análisis se presenta para cada una de las distintas demandas en forma separada.

5.4.1 DEMANDAS DE AGUA PARA RIEGO

El análisis de las demandas de agua para riego comienza con una verificación de las superficies regadas junto con la evaluación del potencial de crecimiento de la superficie bajo riego en el tiempo. Se continúa con la presentación de la metodología para el cálculo de las demandas

5.4.1.1 Cálculo de Superficies Máximas Regables en las Distintas Zonas de Riego

Según lo determinado en los estudios de la Ref. 1 y 17, la zona bajo riego se sectoriza en 46 sectores de riego. Esta división se basa principalmente en condiciones geomorfológicas. El proceso de trabajo fue el siguiente:

- 1 Se verificó el valor de la envolvente en cada sector de riego
- 2 Se calculó el valor de la superficie máxima regable al interior de las 46 zonas de riego. Este valor corresponde a la superficie máxima potencial que podría llegar a regarse al interior de cada Zonas de Riego. Para esto fueron excluidas del total (envolvente), todas las superficies ocupadas por caminos, ríos, ciudades y zonas de altas pendientes. Se siguieron los siguientes pasos:
 - A partir de la cobertura digital de **Ríos** (Fuente: DGA), se crearon “zonas de exclusión” (o buffers) de 30 m de ancho (15 m hacia cada lado a partir del eje del río) para cada curso de agua en cada Zona de Riego.
 - A partir de la cobertura digital de **Caminos** (Fuente: DGA) se crearon nuevamente “zonas de exclusión”, esta vez de un ancho promedio de 15 m (7,5 m hacia cada lado a partir del eje del camino).
 - A partir de la cobertura digital de **Plantas Urbanas y Zonas Urbanas** (Fuente: DGA), se calcularon las superficies de los distintos centros urbanos.
 - A partir del **Modelo Digital de Elevación** (DEM) (Fuente: Global Land Cover Facility) de la cuenca del Río Maipo, se elaboró una imagen de **Pendientes**, para posteriormente ser reclasificada, excluyendo todas las zonas con pendiente mayor al 14%.
 - Se intersectaron todas las cubiertas antes generadas, de modo tal de dejar únicamente a los sectores que cumplieran con las siguientes condiciones:
 - Estar fuera de la franja de 30 m de ancho correspondiente a zonas de ríos.
 - Estar fuera de la franja de 15 m de ancho correspondiente a zonas de caminos.
 - Estar fuera de la zona abarcada por el casco urbano de cualquier centro poblado.
 - Ser una zona con pendiente menor al 14%.
 - Finalmente se calculó la superficie restante para cada zona de riego, la que corresponde a la superficie potencial máxima regable. Los resultados de este análisis se presentan en el Cuadro 5.4.1.1-1.
 - Es necesario aclarar que la zona de exclusión de 30 m de ancho aplicada a los cursos de agua no constituye una zona de protección ni zonificación, simplemente fue empleada con el fin de calcular la superficie máxima de riego. El valor de 30 m utilizado se adoptó a partir de una interpretación visual de las zonas de riego vistas a

través de una imagen satelital Landsat 7, cuya resolución espacial (tamaño de píxel) es de 28,5 m. Dado esto se observó que el ancho de los ríos de mayor envergadura que atravesaban las zonas de riego, eran principalmente de un píxel de ancho, existiendo muchos otros de menor envergadura cuyo ancho no era perceptible visualmente. Se consideró entonces el ancho de 30 m (al redondear los 28,5 m del tamaño del píxel) para todos los cursos de agua que atravesasen las zonas de riego, asumiendo además que, en caso de no bastar la zona de exclusión (para ríos mayores a 30 m de ancho), dichas áreas se equipararían las de aquellos ríos cuyos anchos fueran menores a 30 m. Cabe destacar que para el análisis antes explicado fueron excluidos los ríos Maipo y Mapocho ya que las zonas de riego no se encuentran cartografiadas por encima de sus respectivas cajas. En el caso de los caminos, el valor de 15 m utilizado, fue considerado el ancho de un camino de doble calzada (11 m) redondeado hacia arriba para un análisis conservador. Al tomar este valor se asumió que las zonas de exclusión de aquellos caminos de ancho menor a 15 m, se compensarían con aquellos de ancho mayor (la mayoría de los caminos rurales son de ancho menor a 11 m).

- 3 Se comparó este último valor con las superficies reportadas en el estudio de la Ref. 17 y se determinó que para algunos sectores de riego, la superficie bajo riego calculada en este análisis es mayor que la superficie reportada en el estudio de la Ref. 17. En esos casos, se modificaron los resultados anteriores con las superficies calculadas en este estudio. Los resultados adoptados para los distintos periodos de tiempo se presentan en el Cuadro 5.4.1.1-2.

**CUADRO 5.4.1.1-1
SUPERFICIES POTENCIAL MÁXIMA REGABLE**

Zona de Riego	Superficie Máxima Regable (ha)	Área Total Envolvente (ha)	Zona de Riego	Superficie Máxima Regable (ha)	Área Total Envolvente (ha)
ZR-01	5.849,1	6.281,1	ZR-24	138,1	670,9
ZR-02	16.884,7	17.446,8	ZR-25	3.110,3	3.244,7
ZR-03	1.370,0	1.417,2	ZR-26	269,3	284,1
ZR-04	9.805,8	10.518,6	ZR-27	4.554,3	4.726,4
ZR-05	6.907,5	7.272,2	ZR-28	683,9	697,5
ZR-06	9.463,5	9.912,3	ZR-29	4.400,7	4.641,7
ZR-07	3.076,3	3.335,7	ZR-30	4.850,7	5.019,0
ZR-08	24.753,2	26.277,6	ZR-31	1.012,9	1.185,6
ZR-09	5.200,0	5.429,2	ZR-32	2.995,1	3.152,0
ZR-10	2.183,4	2.218,9	ZR-33	1.516,3	1.585,6
ZR-11	3.103,1	3.488,3	ZR-34	2.503,9	2.623,7
ZR-12	3.351,6	3.872,6	ZR-35	7.760,6	7.957,8
ZR-13	3.652,7	4.232,5	ZR-36	850,5	889,2
ZR-14	4.749,5	5.086,0	ZR-37	1.332,0	1.377,4
ZR-15	1.346,4	1.407,8	ZR-38	6.027,0	6.446,9
ZR-16	4.545,9	4.901,7	ZR-39	16.421,3	17.845,9
ZR-17	1.766,5	1.920,8	ZR-40	6.971,9	8.127,5
ZR-18	666,3	722,9	ZR-41	4.247,4	4.562,5
ZR-19	1.452,8	1.753,9	ZR-42	12.516,1	13.383,3
ZR-20	795,8	899,9	ZR-43	1.012,6	1.106,9
ZR-21	602,9	734,3	ZR-44	20.897,9	22.657,1
ZR-22	2.264,1	2.731,8	ZR-45	7.706,9	9.181,2
ZR-23	19,1	370,2	ZR-46	2.472,6	2.563,4
Superficie Máxima Regable Total (ha)				228.062,8	
Área Total Envolvente (ha)				246.162,4	

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 5.4.1.1-2
VARIACIÓN TEMPORAL SUPERFICIE BAJO RIEGO Y
SUPERFICIE DE POTENCIAL EXPANSIÓN

Sector	1950-1982		1982-1997		1997-2006	
	Sup Bajo Riego (ha)	Sup. Máxima Bajo Riego (ha)	Sup Bajo Riego (ha)	Sup. Máxima Bajo Riego (ha)	Sup Bajo Riego (ha)	Sup. Máxima Bajo Riego (ha)
ZR-01	13.794	13.794	6.756	6.756	4.275	5.849
ZR-02	8.781	16.885	6.711	16.885	15.012	16.885
ZR-03	6.161	6.161	5.450	5.450	1.370	1.370
ZR-04	8.161	9.806	8.127	9.806	8.084	9.806
ZR-05	9.923	9.923	8.165	8.165	5.473	6.908
ZR-06	8.315	9.464	8.280	9.464	9.315	9.464
ZR-07	2.008	5.086	2.008	5.086	3.076	3.076
ZR-08	22.755	24.753	22.532	24.753	22.066	24.753
ZR-09	4.369	5.200	4.315	5.200	4.749	5.200
ZR-10	761	2.183	761	2.183	2.102	2.183
ZR-11	1.711	3.103	1.711	3.103	2.242	3.103
ZR-12	2.965	3.352	2.965	3.352	1.745	3.352
ZR-13	2.913	3.653	2.913	3.653	499	3.653
ZR-14	3.954	4.750	3.954	4.750	2.821	4.750
ZR-15	1.503	1.503	1.503	1.503	810	1.346
ZR-16	3.542	4.546	3.542	4.546	3.595	4.546
ZR-17	1.972	1.972	1.972	1.972	1.489	1.767
ZR-18	785	785	785	785	666	666
ZR-19	941	1.453	941	1.453	1.018	1.453
ZR-20	417	796	417	796	524	796
ZR-21	550	603	550	603	603	603
ZR-22	1.858	2.264	1.858	2.264	2.264	2.264
ZR-23	531	531	531	531	19	19
ZR-24	1.737	1.737	670	670	138	138
ZR-25	3.220	3.220	5.765	5.765	3.110	3.110
ZR-26	328	328	328	328	201	269
ZR-27	4.230	4.554	4.081	4.554	1.769	4.554
ZR-28	229	684	229	684	684	684
ZR-29	2.621	4.401	2.621	4.401	2.431	4.401
ZR-30	4.145	4.851	4.145	4.851	3.179	4.851
ZR-31	626	1.013	595	1.013	333	1.013
ZR-32	1.807	2.995	1.733	2.995	678	2.995
ZR-33	664	1.516	664	1.516	1.516	1.516

CUADRO 5.4.1.1-2
VARIACIÓN TEMPORAL SUPERFICIE BAJO RIEGO Y
SUPERFICIE DE POTENCIAL EXPANSIÓN
(Continuación)

Sector	1950-1982		1982-1997		1997-2006	
	Sup Bajo Riego (ha)	Sup. Máxima Bajo Riego (ha)	Sup Bajo Riego (ha)	Sup. Máxima Bajo Riego (ha)	Sup Bajo Riego (ha)	Sup. Máxima Bajo Riego (ha)
ZR-34	1.130	2.504	1.130	2.504	2.504	2.504
ZR-35	7.319	7.761	7.183	7.761	7.449	7.761
ZR-36	690	851	690	851	851	851
ZR-37	1.203	1.332	1.203	1.332	1.332	1.332
ZR-38	5.401	6.027	5.360	6.027	5.068	6.027
ZR-39	12.250	16.421	12.036	16.421	15.819	16.421
ZR-40	3.797	6.972	3.797	6.972	6.837	6.972
ZR-41	2.267	4.247	2.267	4.247	4.247	4.247
ZR-42	7.226	12.516	7.226	12.516	8.814	12.516
ZR-43	663	1.013	663	1.013	776	1.013
ZR-44	14.128	20.898	14.042	20.898	19.460	20.898
ZR-45	7.376	7.707	7.376	7.707	7.707	7.707
ZR-46	0	2.473	0	2.473	1.205	2.473
TOTAL	191.727	248.587	180.551	240.558	189.926	228.065

Fuente: Elaboración Propia

5.4.1.2 Evaluación Necesidades Netas Mensuales

La demanda de agua para riego se evalúa calculando la Necesidad Neta Mensual (NNM) de agua en un sector cualquiera. Esta demanda se calcula con la relación:

$$NNM_m = \text{Máx} \left(\sum_{i=1}^{104} \sum_{j=1}^{N_c} \alpha_i^j K_{c,m}^j ET_{o,m} - PP_{e,m}, 0 \right)$$

Donde:

- α_i^j representa el porcentaje cultivado con el cultivo j en el sector de riego i
- $K_{c,m}^j$ representa el coeficiente de cultivo j para el mes m

Para evaluar las NNM se requiere identificar previamente 3 tipos de información: Cultivos, evapotranspiración, y precipitación efectiva.

a) Identificación de Cultivos: Para la identificación de los cultivos se aceptó como válida la distribución de cultivos presentada en el estudio de GCF Ingenieros Consultores (2007) (Ref. 17). Para el desarrollo de esa información, se usaron los patrones de cultivo obtenidos del estudio “Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hidráulicos de Chile. Demandas Actuales en Cuencas Críticas” (IPLA. 1993). Estos patrones corresponden a Frutales, Viñas, Trigo y otros, Maíz y otros, Hortalizas y Forrajeras. En general estos patrones de cultivo se aceptaron como válidos para los períodos 1950-1982 y 1982-1997. Para el período 1997-2006, se detectó un cambio importante en lo que corresponde a viñas, en que aproximadamente 50% de la superficie regada ha migrado desde vides para mesa a vides viníferas. Esto es muy importante ya que en promedio, las vides viníferas consumen un 50% menos de agua que las otras vides. En el Cuadro 5.4.1.2-1 se presentan los coeficientes de cultivos finalmente adoptados para la zona de Santiago.

**CUADRO 5.4.1.2-1
COEFICIENTES DE CULTIVOS**

CULTIVO	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Frutales	0,76	0,00	0,00	0,00	0,65	0,52	0,59	0,92	0,99	0,99	0,99	0,98
Viñas Compuesto	0,40	0,00	0,00	0,00	0,34	0,27	0,35	0,54	0,64	0,78	0,73	0,70
Mesa	0,76	0,00	0,00	0,00	0,65	0,52	0,59	0,92	0,99	0,99	0,99	0,98
Viníferas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,12	0,27	0,56	0,44	0,39
Trigo y otros	0,00	0,64	0,70	0,79	0,76	0,95	1,07	0,87	0,37	0,00	0,00	0,00
Maíz y otros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,62	0,65	1,00	1,08	1,03	0,68
Hortalizas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,59	0,56	0,81	1,01	0,95	0,65	0,00
Forrajeras	0,80	0,60	0,60	0,60	0,60	0,65	0,80	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90

Fuente: Modificado de GCF Ingenieros Consultores (Ref. 17)

b) Evapotranspiración Potencial: Otro elemento necesario para la evaluación de las demandas de agua es la evaporación potencial, la que se evaluó en base a la información de los distritos agroclimáticos evaluados para la cuenca del Maipo. Esta información fue intersectada con los sectores de riego usando ArcView 3.2™, y de esta manera se obtuvieron las evapotranspiraciones potenciales presentadas en el Cuadro 5.4.1.2-2 para cada sector de riego.

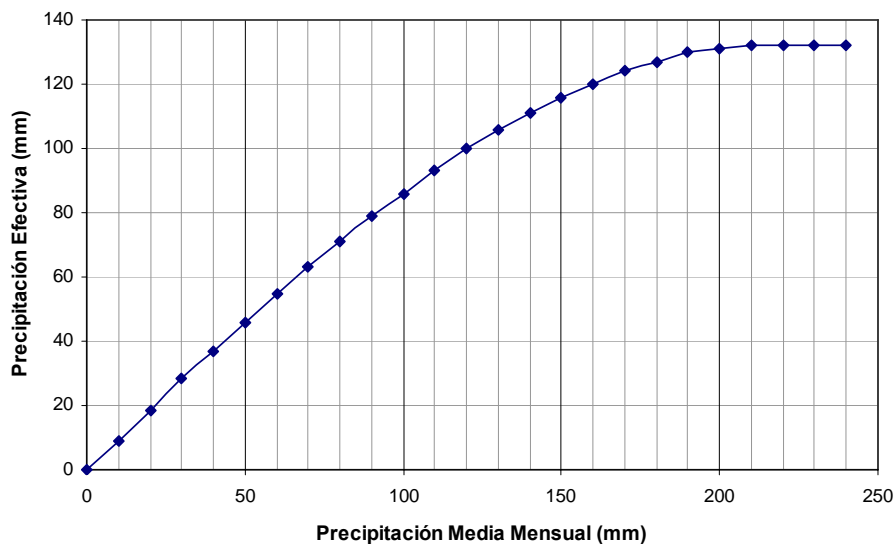
CUADRO 5.4.1.2-2
EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL MENSUAL (mm)

ZONA RIEGO	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Anual
ZR-01	103	64	35	25	35	64	103	141	170	180	170	141	1.231
ZR-02	107	67	38	28	38	69	107	147	176	187	176	147	1.287
ZR-03	106	66	37	26	37	74	106	146	176	186	176	146	1.282
ZR-04	102	64	35	25	35	64	102	141	170	180	170	141	1.229
ZR-05	103	64	35	25	35	65	103	142	170	180	170	142	1.234
ZR-06	103	64	35	25	35	64	103	141	170	180	170	141	1.231
ZR-07	103	64	35	25	35	64	103	141	170	180	170	141	1.231
ZR-08	103	64	35	25	35	64	103	141	170	180	170	141	1.231
ZR-09	103	64	35	25	35	64	103	141	170	180	170	141	1.231
ZR-10	103	64	35	25	35	64	103	141	170	180	170	141	1.231
ZR-11	102	64	35	25	35	64	102	141	170	180	170	141	1.229
ZR-12	102	63	35	25	35	63	102	141	170	180	170	141	1.227
ZR-13	102	63	35	24	35	63	102	141	170	180	170	141	1.226
ZR-14	103	64	35	25	35	64	103	141	170	180	170	141	1.231
ZR-15	103	64	35	25	35	64	103	141	170	180	170	141	1.231
ZR-16	103	64	35	25	35	64	103	141	170	180	170	141	1.231
ZR-17	106	67	38	28	38	67	106	145	174	184	174	145	1.272
ZR-18	108	69	40	29	40	69	108	148	176	187	176	148	1.298
ZR-19	108	69	40	29	40	69	108	148	176	187	176	148	1.298
ZR-20	103	64	35	25	35	64	103	141	170	180	170	141	1.231
ZR-21	103	64	36	25	36	64	103	142	170	180	170	141	1.234
ZR-22	103	64	35	25	35	64	103	141	170	180	170	141	1.231
ZR-23	102	63	35	25	35	63	102	141	169	179	169	141	1.224
ZR-24	103	64	35	25	35	64	103	141	170	180	170	141	1.231
ZR-25	105	65	36	26	36	72	105	144	173	184	173	144	1.263
ZR-26	106	66	37	26	37	76	106	146	175	186	175	146	1.282
ZR-27	107	67	38	27	38	71	107	147	176	187	176	147	1.288
ZR-28	108	68	39	29	39	72	108	148	177	187	177	148	1.300
ZR-29	109	69	40	29	40	69	109	148	177	188	177	148	1.303
ZR-30	107	67	38	28	38	69	107	147	176	187	176	147	1.287
ZR-31	106	66	37	26	37	76	106	146	175	186	175	146	1.282
ZR-32	107	67	37	27	37	73	107	146	176	186	176	146	1.285
ZR-33	105	65	36	26	36	72	105	145	174	184	174	145	1.267
ZR-34	103	64	35	25	35	64	103	142	170	180	170	141	1.232
ZR-35	103	64	35	25	35	64	103	141	170	180	170	141	1.231
ZR-36	103	64	35	25	35	64	103	142	170	181	170	142	1.234
ZR-37	103	64	35	25	35	64	103	141	170	180	170	141	1.231
ZR-38	103	64	35	25	35	64	103	141	170	180	170	141	1.231
ZR-39	104	65	36	26	36	65	104	143	171	181	171	142	1.244
ZR-40	104	65	36	26	36	65	104	143	171	181	171	143	1.245
ZR-41	103	64	35	25	35	64	103	141	170	180	170	141	1.231
ZR-42	100	63	35	25	35	63	100	137	165	175	165	137	1.200
ZR-43	107	68	39	29	39	68	107	147	176	186	176	147	1.289
ZR-44	108	68	39	29	39	68	108	147	176	186	176	147	1.291
ZR-45	106	67	38	28	38	67	106	146	175	185	175	146	1.277
ZR-46	106	66	37	27	37	72	106	146	175	186	175	146	1.279

Fuente: Elaboración Propia

c) Precipitación Efectiva: El último elemento para el análisis es la evaluación de la precipitación efectiva por cada sector de riego. Para el cálculo de la precipitación efectiva se utiliza la metodología de Blanney y Cridle modificada por Horacio Merlet y Fernando Santibáñez (1986), quienes modificaron la relación original para hacerla representativa de las condiciones de precipitación máxima útil típicamente medidas en Chile. Esta metodología permite calcular la cantidad de precipitación que efectivamente puede utilizarse para satisfacer las necesidades evapotranspirativas de la vegetación. En la Figura 5.4.1.2-1 se muestra la relación entre precipitación media y precipitación efectiva, que es la precipitación que puede usarse para satisfacer las necesidades de riego de un terreno cultivado. Por esta razón, se requiere presentar en primer lugar el cálculo de la precipitación en cada uno de los sectores de riego.

FIGURA 5.4.1.2-1
RELACIÓN PRECIPITACIÓN-PRECIPITACIÓN EFECTIVA



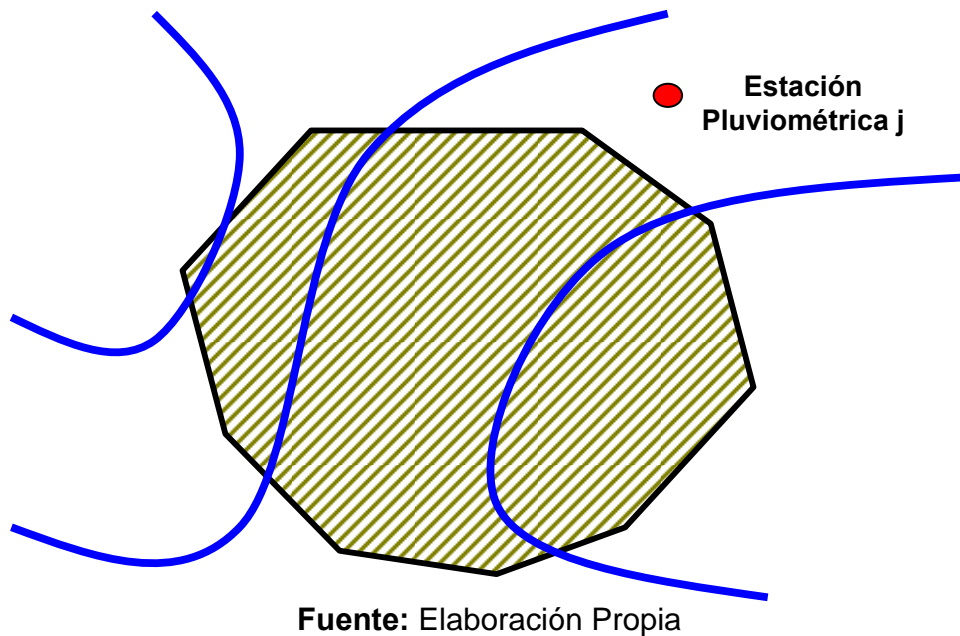
Con este fin, se utiliza la información de las estaciones existentes para evaluar la precipitación mediante la técnica de transposición de precipitaciones, la que en su forma más tradicional establece que la precipitación de un sector de riego cualquiera, como el indicado en la Figura 5.4.1.2-2, puede ligarse a la estadística de precipitaciones de la estación pluviométrica indicada, y las curvas isoyetas definidas para la zona. Esta relación de transposición está dada por la relación:

$$P_i = \frac{P_{a,i}}{P_{a,j}} P_j$$

En que $P_{a,i}$ es la precipitación anual 50% en el sector "i", calculada con el uso de isoyetas de la Figura 5.4.1.2-2, $P_{a,j}$ es la precipitación anual 50% en estación "j", y P_j es la estadística de precipitaciones de la estación "j".

Tomando como punto de partida este método de transposición para una estación, se propone un método generalizado en el que se consideran mas estaciones para caracterizar una zona particular, tal como se presenta en la Figura 5.4.1.2-3.

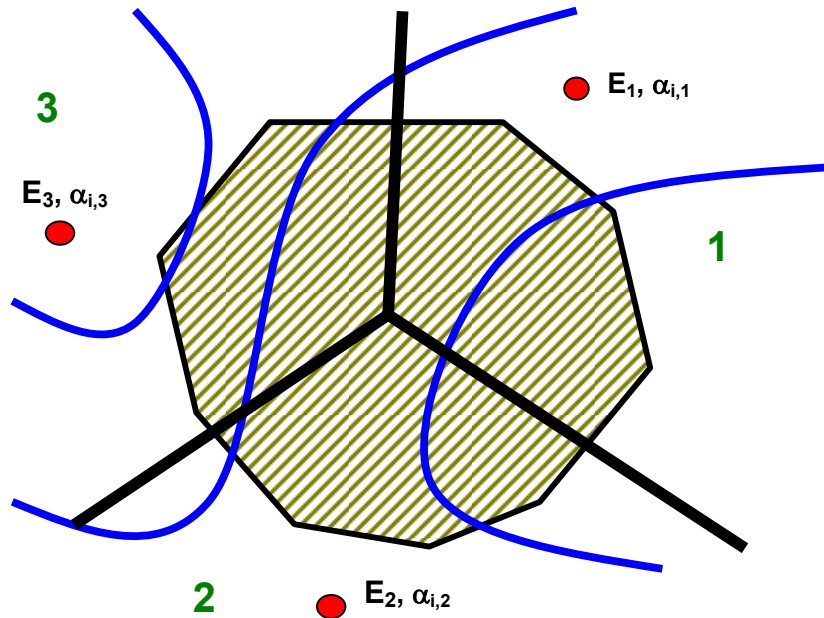
**FIGURA 5.4.1.2-2
ESQUEMA DE TRANSPOSICIÓN
ZONA DE RIEGO V/S ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA**



El método de análisis es el siguiente:

1. Se genera una red de influencia con las estaciones pluviométricas distribuidas en toda la cuenca, para evaluar una red de polígonos de Thiessen, los que indican cuales son las zonas de riego afectadas por cada una de las estaciones seleccionadas.

FIGURA 5.4.1.2-3
ESQUEMA DE TRANSPOSICIÓN
ZONA DE RIEGO V/S ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS



Fuente: Elaboración Propia

- Se evalúa para cada zona de riego la o las estaciones pluviométricas de influencia. A modo de ejemplo, se reescribe la relación anterior para el caso de la Figura 5.4.1.2-3, en el que se tienen 3 componentes, una para cada sub-zona:

$$P_i^1 = \frac{P_{a,i}^1}{P_{a,1}} P_1 \quad P_i^2 = \frac{P_{a,i}^2}{P_{a,2}} P_2 \quad P_i^3 = \frac{P_{a,i}^3}{P_{a,3}} P_3$$

En estas nuevas relaciones, el súper-índice representa el efecto en cada una de las estaciones o sub-zonas en la precipitación del sector “i”.

- Con el fin de superponer los tres efectos, se debe evaluar que porcentaje de la zona de riego es representada por cada sub-zona. Esto se hace usando polígonos de Thiessen, los que permiten evaluar el área de influencia de la estación. Esto se representa con un coeficiente $\alpha_{i,j}$ (zona i, estación j).
- De esta manera se puede evaluar la precipitación en toda la zona de riego, dada como el efecto combinado de las tres estaciones:

$$P_i = \alpha_{i,1} \frac{P_{a,i}^1}{P_{a,1}} P_1 + \alpha_{i,2} \frac{P_{a,i}^2}{P_{a,2}} P_2 + \alpha_{i,3} \frac{P_{a,i}^3}{P_{a,3}} P_3$$

5. Finalmente, se asume que la precipitación evaluada con las isoyetas en la sub-zona 1 es igual al valor en la sub-zona 2, y al valor en la sub-zona 3. Este supuesto no está lejos de la realidad, ya que las zonas de riego son de por sí sectores homogéneos desde el punto de vista geomorfológico. Esto es equivalente a plantear que:

$$P_{a,i} \approx P_{a,i}^1 \approx P_{a,i}^2 \approx P_{a,i}^3$$

6. De esta manera la relación anterior se simplifica a:

$$P_i = \alpha_{i,1} \frac{P_{a,i}}{P_{a,1}} P_1 + \alpha_{i,2} \frac{P_{a,i}}{P_{a,2}} P_2 + \alpha_{i,3} \frac{P_{a,i}}{P_{a,3}} P_3$$

7. Finalmente, esta relación puede simplificarse y generalizarse a:

$$P_i = \sum_k^N \alpha_{i,k} \frac{P_{a,i}}{P_{a,k}} P_k = \sum_{k=1}^N \text{Coef}_{i,k} P_k$$

$$\text{Con } \text{Coef}_{i,k} = \alpha_{i,k} \frac{P_{a,i}}{P_{a,k}}$$

Para el caso particular de la cuenca del Maipo, se presenta en la Figura 5.4.1.2-4 las estaciones consideradas, las isoyetas generadas, y los polígonos de Thiessen generados. En esta figura se visualizan sólo 11 estaciones ya que 4 estaciones se determinaron como redundantes para el análisis. Estas estaciones son excluidas por que se ubican en la periferia de la zona que se requiere representar, que corresponde a la zona pluvial de la cuenca. En esta figura se destaca el caso de la zona de riego 6, la que queda representada por tres estaciones: Aculeo con un 30,3%, Santiago en Quinta Normal con un 60,2%, y La Florida con el restante 9,5%. Para el análisis posterior, sólo se consideraron aquellas estaciones con un efecto superior al 10% de la zona de riego bajo análisis. De esta manera, la diferencia se prorrateó entre las estaciones restantes. Para el caso presentado para la zona ZR-06, se eliminó el efecto de la estación La Florida, y el efecto de las restantes estaciones aumentó a 33,6% y 66,4%. Aplicando este protocolo de trabajo, se preparó el Cuadro 5.4.1.2-3, en el que se presentan los coeficientes que permiten calcular la precipitación para cada zona de riego. Es importante indicar, que de las 46 zonas de riego, 31 son representadas por una sola estación, 14 por 2 estaciones, y una zona de riego por 4 estaciones. Por último, se presentan en el Cuadro 5.4.1.2-4 un resumen con las zonas de riego y el valor promedio mensual de las precipitaciones. Por último, se presenta en el Cuadro 5.4.1.2-5 la precipitación efectiva por zona de riego.

Figura 5.4.1.2-4

CUADRO 5.4.1.2-3
COEFICIENTES CÁLCULO DE PRECIPITACIONES

Zona de Riego		Est #1			Est #2			Est #3			Est #4		
Nº	P _{50%}	P _{50%}	α (%)	Coef 1	P _{50%}	α (%)	Coef 2	P _{50%}	α (%)	Coef 3	P _{50%}	α (%)	Coef 4
ZR-01	380,0	415,2	76,3	0,698	299,7	23,7	0,300	-	-	-	-	-	-
ZR-02	300,0	299,7	89,2	0,893	416,0	10,8	0,078	-	-	-	-	-	-
ZR-03	290,0	299,7	100,0	0,968	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-04	480,0	415,2	48,4	0,559	586,4	51,6	0,422	-	-	-	-	-	-
ZR-05	340,0	415,2	20,3	0,166	299,7	79,7	0,904	-	-	-	-	-	-
ZR-06	360,0	542,2	33,6	0,223	299,7	66,4	0,797	-	-	-	-	-	-
ZR-07	390,0	542,2	38,1	0,274	415,2	61,9	0,582	-	-	-	-	-	-
ZR-08	450,0	542,2	87,3	0,724	415,2	12,7	0,138	-	-	-	-	-	-
ZR-09	440,0	542,2	100,0	0,812	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-10	470,0	542,2	100,0	0,867	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-11	470,0	542,2	100,0	0,867	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-12	520,0	542,2	100,0	0,959	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-13	540,0	542,2	100,0	0,996	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-14	420,0	542,2	100,0	0,775	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-15	500,0	542,2	100,0	0,922	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-16	500,0	542,2	100,0	0,922	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-17	500,0	542,2	100,0	0,922	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-18	500,0	542,2	100,0	0,922	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-19	500,0	542,2	100,0	0,922	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-20	490,0	542,2	100,0	0,904	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-21	470,0	542,2	100,0	0,867	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-22	420,0	542,2	45,3	0,351	391,0	54,7	0,587	-	-	-	-	-	-
ZR-23	420,0	299,7	100,0	1,401	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-24	360,0	299,7	100,0	1,201	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-25	300,0	299,7	100,0	1,001	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-26	290,0	299,7	100,0	0,968	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-27	290,0	299,7	77,6	0,751	416,0	22,4	0,156	-	-	-	-	-	-
ZR-28	290,0	416,0	100,0	0,697	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-29	290,0	416,0	100,0	0,697	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-30	300,0	416,0	100,0	0,721	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-31	340,0	416,0	100,0	0,817	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-32	300,0	555,9	19,8	0,107	299,7	80,2	0,802	-	-	-	-	-	-
ZR-33	300,0	299,7	100,0	1,001	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-34	340,0	299,7	100,0	1,134	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-35	390,0	542,2	81,5	0,587	299,7	18,5	0,240	-	-	-	-	-	-
ZR-36	370,0	391,0	84,1	0,796	299,7	15,9	0,196	-	-	-	-	-	-
ZR-37	400,0	391,0	100,0	1,023	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-38	390,0	391,0	100,0	0,997	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-39	400,0	391,0	78,8	0,806	398,4	21,2	0,213	-	-	-	-	-	-
ZR-40	400,0	391,0	100,0	1,023	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-41	400,0	391,0	83,4	0,853	398,4	16,6	0,167	-	-	-	-	-	-
ZR-42	380,0	391,0	100,0	0,972	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-43	400,0	555,9	100,0	0,720	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-44	380,0	391,0	58,2	0,565	398,4	13,7	0,130	555,9	11,7	0,080	299,7	16,5	0,209
ZR-45	380,0	391,0	100,0	0,972	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZR-46	300,0	299,7	100,0	1,001	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 5.4.1.2-4
PRECIPITACIÓN (mm)

Zona de Riego	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Anual
ZR-01	29	81	130	116	90	49	26	14	5	1	1	8	550
ZR-02	17	51	75	73	52	26	12	7	2	1	1	5	321
ZR-03	17	50	74	71	52	26	12	7	2	1	1	5	317
ZR-04	33	92	151	132	103	58	31	17	6	2	2	9	635
ZR-05	21	62	94	89	66	34	16	10	3	1	1	6	404
ZR-06	20	65	96	92	64	31	13	8	3	1	1	5	398
ZR-07	27	84	133	120	87	45	22	12	4	1	1	7	543
ZR-08	24	90	137	128	82	38	13	9	3	0	1	5	531
ZR-09	22	87	130	123	76	33	10	7	3	0	1	4	495
ZR-10	24	93	138	131	81	35	11	8	3	0	1	5	529
ZR-11	24	93	138	131	81	35	11	8	3	0	1	5	529
ZR-12	26	103	153	145	90	39	12	9	3	0	1	5	586
ZR-13	27	106	159	150	93	40	12	9	3	0	1	5	608
ZR-14	21	83	124	117	73	31	10	7	3	0	1	4	473
ZR-15	25	99	147	139	87	37	11	8	3	0	1	5	563
ZR-16	25	99	147	139	87	37	11	8	3	0	1	5	563
ZR-17	25	99	147	139	87	37	11	8	3	0	1	5	563
ZR-18	25	99	147	139	87	37	11	8	3	0	1	5	563
ZR-19	25	99	147	139	87	37	11	8	3	0	1	5	563
ZR-20	25	97	144	137	85	37	11	8	3	0	1	5	552
ZR-21	24	93	138	131	81	35	11	8	3	0	1	5	529
ZR-22	21	82	122	114	71	32	11	8	3	0	1	4	469
ZR-23	24	69	105	96	77	43	22	11	5	1	1	8	461
ZR-24	21	59	90	82	66	37	19	9	4	1	1	7	395
ZR-25	18	52	76	73	54	27	12	7	3	1	1	5	328
ZR-26	17	50	74	71	52	26	12	7	2	1	1	5	317
ZR-27	15	49	71	70	49	24	10	7	2	1	1	4	303
ZR-28	10	44	64	66	39	18	5	5	1	1	1	2	255
ZR-29	11	45	66	68	40	19	5	5	1	1	1	2	263
ZR-30	11	45	66	68	40	19	5	5	1	1	1	2	263
ZR-31	12	51	75	77	45	21	6	5	1	1	1	3	298
ZR-32	16	52	77	77	54	27	11	7	2	1	1	4	330
ZR-33	18	52	76	73	54	27	12	7	3	1	1	5	328
ZR-34	20	59	86	83	61	31	14	8	3	1	1	6	372
ZR-35	20	75	112	106	68	30	10	7	3	0	1	4	437
ZR-36	19	70	105	97	62	29	11	8	2	1	1	4	409
ZR-37	20	77	116	106	66	31	12	8	3	1	1	4	443
ZR-38	20	75	113	103	65	30	11	8	2	1	1	4	432
ZR-39	21	78	113	105	67	31	12	8	3	1	1	5	443
ZR-40	20	77	116	106	66	31	12	8	3	1	1	4	443
ZR-41	21	77	114	105	67	31	12	8	3	1	1	5	443
ZR-42	19	73	110	100	63	29	11	8	2	1	1	4	421
ZR-43	15	70	108	120	75	38	11	7	2	0	0	4	450
ZR-44	19	72	105	101	65	31	12	8	2	1	1	5	421
ZR-45	19	73	110	100	63	29	11	8	2	1	1	4	421
ZR-46	18	52	76	73	54	27	12	7	3	1	1	5	328
Promedio	21	74	111	105	69	33	12	8	3	0	1	5	441

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 5.4.1.2-5
PRECIPITACIÓN EFECTIVA (mm)

Zona de Riego	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Anual
ZR-01	26	72	106	97	79	44	23	12	4	1	1	7	418
ZR-02	15	45	67	65	47	23	10	6	2	1	1	4	189
ZR-03	15	45	65	63	46	23	11	6	2	0	1	4	185
ZR-04	29	81	116	107	89	51	28	15	5	1	1	8	503
ZR-05	19	55	83	78	59	30	15	8	3	1	1	5	272
ZR-06	18	58	84	81	57	27	11	7	2	0	1	4	266
ZR-07	24	75	107	100	77	40	19	11	4	1	1	6	411
ZR-08	22	80	109	105	73	33	12	8	3	0	1	4	399
ZR-09	20	77	105	101	68	29	9	6	3	0	1	4	363
ZR-10	21	81	110	106	72	31	10	7	3	0	1	4	397
ZR-11	21	81	110	106	72	31	10	7	3	0	1	4	397
ZR-12	23	88	117	114	79	35	11	8	3	0	1	4	454
ZR-13	24	91	120	116	82	36	11	8	3	0	1	5	476
ZR-14	19	74	102	98	65	28	8	6	2	0	1	4	341
ZR-15	22	86	115	111	77	33	10	7	3	0	1	4	431
ZR-16	22	86	115	111	77	33	10	7	3	0	1	4	431
ZR-17	22	86	115	111	77	33	10	7	3	0	1	4	431
ZR-18	22	86	115	111	77	33	10	7	3	0	1	4	431
ZR-19	22	86	115	111	77	33	10	7	3	0	1	4	431
ZR-20	22	84	113	109	75	33	10	7	3	0	1	4	420
ZR-21	21	81	110	106	72	31	10	7	3	0	1	4	397
ZR-22	19	73	101	96	63	28	10	7	2	0	1	4	337
ZR-23	22	61	90	84	68	38	19	10	4	1	1	7	329
ZR-24	19	52	79	73	59	33	17	8	4	1	1	6	263
ZR-25	16	46	68	65	48	24	11	7	2	1	1	4	196
ZR-26	15	45	65	63	46	23	11	6	2	0	1	4	185
ZR-27	14	43	63	62	44	22	9	6	2	0	1	4	171
ZR-28	9	39	57	58	34	16	5	4	0	1	1	2	123
ZR-29	10	40	59	60	36	17	5	4	0	1	1	2	131
ZR-30	10	40	59	60	36	17	5	4	0	1	1	2	131
ZR-31	11	46	67	69	40	19	5	5	1	1	1	2	166
ZR-32	14	46	68	68	48	24	10	6	2	0	1	4	198
ZR-33	16	46	68	65	48	24	11	7	2	1	1	4	196
ZR-34	18	52	77	74	54	27	12	7	3	1	1	5	240
ZR-35	18	67	95	91	60	27	9	6	2	0	1	4	305
ZR-36	17	62	90	84	55	26	10	7	2	0	1	4	277
ZR-37	18	68	97	91	59	27	10	7	2	0	1	4	311
ZR-38	17	67	95	89	57	27	10	7	2	0	1	4	300
ZR-39	18	69	95	90	59	28	10	7	2	1	0	4	311
ZR-40	18	68	97	91	59	27	10	7	2	0	1	4	311
ZR-41	18	69	96	90	59	28	10	7	2	1	1	4	311
ZR-42	17	65	93	87	56	26	10	7	2	0	1	4	289
ZR-43	13	62	92	100	67	34	10	6	2	0	0	3	318
ZR-44	17	64	90	87	58	28	11	7	2	1	1	4	289
ZR-45	17	65	93	87	56	26	10	7	2	0	1	4	289
ZR-46	16	46	68	65	48	24	11	7	2	1	1	4	196
Promedio	18	65	92	88	61	29	11	7	2	0	1	4	309

Fuente: Elaboración Propia

d) Distribución de Cultivos

La última pieza de información necesaria es la distribución de cultivos. Esta se representa como el porcentaje de cada cultivo en cada zona de riego. En primer lugar se presenta en el Cuadro 5.4.1.2-6 los cultivos seleccionados, los que se presentan de acuerdo a tipo y característica del suelo en el que se ubican (textura). Posteriormente, se presentan en los Cuadros 5.4.1.2-7 a 5.4.1.2-9 las distribuciones propiamente tales para los períodos 50-82, 82-97, y 97-06

e) Necesidades Netas Mensuales

Posteriormente, con la información de coeficientes de cultivos, precipitación efectiva, evapotranspiración potencial, y distribución de cultivos, se calculan las necesidades netas mensuales, las que se presentan en los Cuadros 5.4.1.2-10 a 5.4.1.2-12.

**CUADRO 5.4.1.2-6
CLASIFICACIÓN TIPOS DE CULTIVOS**

Código	Tipo	Textura
TC-001	Frutales	Muy fina
TC-002	Frutales	Fina
TC-003	Frutales	Moderadamente fina
TC-004	Frutales	Media
TC-005	Frutales	Moderadamente gruesa
TC-006	Frutales	Gruesa
TC-007	Frutales	Muy gruesa
TC-008	Viñas	Muy fina
TC-009	Viñas	Fina
TC-010	Viñas	Moderadamente fina
TC-011	Viñas	Media
TC-012	Viñas	Moderadamente gruesa
TC-013	Viñas	Gruesa
TC-014	Viñas	Muy gruesa
TC-015	Trigo y otros	Muy fina
TC-016	Trigo y otros	Fina
TC-017	Trigo y otros	Moderadamente fina
TC-018	Trigo y otros	Media
TC-019	Trigo y otros	Moderadamente gruesa
TC-020	Trigo y otros	Gruesa
TC-021	Trigo y otros	Muy gruesa
TC-022	Maíz y otros	Muy fina
TC-023	Maíz y otros	Fina
TC-024	Maíz y otros	Moderadamente fina
TC-025	Maíz y otros	Media
TC-026	Maíz y otros	Moderadamente gruesa
TC-027	Maíz y otros	Gruesa
TC-028	Maíz y otros	Muy gruesa
TC-029	Hortalizas	Muy fina
TC-030	Hortalizas	Fina
TC-031	Hortalizas	Moderadamente fina
TC-032	Hortalizas	Media
TC-033	Hortalizas	Moderadamente gruesa
TC-034	Hortalizas	Gruesa
TC-035	Hortalizas	Muy gruesa
TC-036	Forrajeras	Muy fina
TC-037	Forrajeras	Fina
TC-038	Forrajeras	Moderadamente fina
TC-039	Forrajeras	Media
TC-040	Forrajeras	Moderadamente gruesa
TC-041	Forrajeras	Gruesa
TC-042	Forrajeras	Muy gruesa

Fuente: GCF Ingenieros (Ref. 17)

CUADRO 5.4.1.2-7
DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS POR ZONA DE RIEGO (%)
1950-1982

Zona	TC-001	TC-002	TC-003	TC-004	TC-005	TC-006	TC-007	TC-008	TC-009	TC-010	TC-011	TC-012	TC-013	TC-014	TC-015	TC-016	TC-017	TC-018	TC-019	TC-020
ZR-01	0,88		12,17	2,75	0,45	1,08		1,75		0,18	6,61	10,80	0,05		0,12		0,05	0,65	0,38	0,40
ZR-02	1,86	0,47	0,06	3,05	0,14	0,20	0,49	1,96	0,59	0,03	0,04	0,10	0,13	0,26	1,33	0,08	2,35	0,06	1,72	2,78
ZR-03	3,75	0,81	0,86	7,69	7,55	10,25		3,90	3,13	1,06	0,62	0,72	0,82		0,75	2,75	1,38	4,50	0,90	0,25
ZR-04	8,03		10,72	0,65	2,77			3,68	6,71	10,31	0,55	15,42			10,07	0,18	2,45	2,34	3,30	
ZR-05			4,68	14,68	0,68					2,73	13,38	2,25					34,05	15,13		
ZR-06			24,29	1,16	11,51					17,15	0,09	2,05					4,86	0,01		
ZR-07				58,51	9,56						23,05									
ZR-08		0,39	18,42	0,32	0,10				5,74	1,90	0,10							0,35	3,57	
ZR-09			6,22	0,35	0,46					1,01	0,98	1,86					13,99	0,85		
ZR-10			0,62	0,28	0,03	0,14				0,01	7,93	3,76					13,98	2,36	3,50	7,43
ZR-11		3,37	1,96	2,30	2,60				1,65	6,04	4,39	14,35				2,87	0,79			
ZR-12				3,20							7,04									
ZR-13				30,78							1,85							7,95		
ZR-14				1,77							49,79							32,53		
ZR-15				24,66							13,94							16,78		
ZR-16													1,52				16,80	0,56	5,56	4,08
ZR-17			2,20	0,04							0,26	2,56		0,89				0,11	0,25	
ZR-18			2,15	3,17	0,32					11,97	19,57	0,08					0,25	0,10	4,53	
ZR-19			2,74	2,16	0,42					4,34		0,82					11,74	17,88	12,21	
ZR-20		0,11	0,23	0,77	1,46				3,26	0,20	5,26	0,14				3,85	6,21	0,01	0,02	
ZR-21			18,65	3,15						4,66	9,90						13,76	9,68		
ZR-22			15,13	20,53	7,80					6,28	2,12	1,24					1,45	1,64	3,50	
ZR-23				1,53							16,42							1,71		
ZR-24				3,68							5,38							38,20		
ZR-25				8,74	8,31					11,10	0,67	2,86	3,80				6,94	10,67	0,57	15,96
ZR-26	0,46	0,23	0,03	1,11	0,84	0,58		6,45	0,21	2,13	23,44	1,08	4,36		21,37	3,59	15,52	6,90		0,56
ZR-27	1,96		0,15	1,97				2,18	1,12	1,38	19,02				4,30	0,70	1,69	2,50		
ZR-28	6,30		2,08	0,11				2,48		1,95	0,38	3,91					0,74	10,58	16,11	
ZR-29	0,65		1,24	2,28	0,14			3,68		0,10	2,69	4,34			0,01		0,01	1,64	2,96	
ZR-30	3,65		7,75	10,77	7,58	2,61	21,15	2,03		1,24	0,47	4,17	4,09	5,55	2,11		1,70	0,57	0,33	0,39
ZR-31			19,87	9,32	5,66	12,45				4,56	4,33		5,78	0,35			1,49	1,98	3,62	5,56
ZR-32				0,03	1,07	0,81	0,56				6,22	0,21	2,06	26,99				1,24	5,02	24,60
ZR-33	2,22	0,12	1,15	7,19	0,04			0,86	2,04			0,32			0,92		0,07	0,93	1,23	
ZR-34		0,38	17,70	0,31	0,10				5,52	1,83	0,09					2,17	1,71	0,33	3,43	
ZR-35			3,72	0,21	0,28					0,60	0,62	1,19					8,39	0,51	13,57	
ZR-36	2,60			1,17	0,14			0,60			0,04	9,29			4,40				16,36	
ZR-37			1,68	14,98		14,71				19,97	7,59		6,11				2,07	1,20		1,41
ZR-38	0,74		0,97	0,23	2,49	0,26		0,24		10,29	1,67	2,30	3,37		5,76		2,70	1,64	3,61	
ZR-39	4,39		2,48	2,99	0,03	0,28		7,67			0,24	0,75	0,37		0,05		1,80	1,36	0,95	10,48
ZR-40	6,57		0,12	5,93	20,27	14,75		0,78		7,67	9,65	0,05	1,15		2,73		0,01		2,10	6,12
ZR-41			0,10	0,04	5,52	3,21	0,31			14,74	0,26	0,08	4,60	1,50			0,08		1,81	1,43
ZR-42			0,04	0,08	0,83	1,59	1,17			0,07	1,90	0,05	1,39	2,24				0,01	0,84	1,52
ZR-43			4,01	32,54	3,12					4,76	0,71	6,32					6,21	8,43	3,20	
ZR-44	0,35	0,10	1,90	0,11	0,27	0,36		0,09	0,91	0,10	0,09	3,73	0,60		0,83	1,22	27,07	12,70	7,71	16,96
ZR-45			1,64	0,02	1,50					4,27		0,14					0,42	0,21	0,03	
ZR-46		53,42	9,03	12,42	5,52				0,45	1,58	0,18	0,46	0,13			0,40	0,01	0,36	1,23	0,89

CUADRO 5.4.1.2-7
DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS POR ZONA DE RIEGO (%)
1950-1982
(Continuación)

Zona	TC-022	TC-023	TC-024	TC-025	TC-026	TC-027	TC-028	TC-029	TC-030	TC-031	TC-032	TC-033	TC-034	TC-035	TC-036	TC-037	TC-038	TC-039	TC-040	TC-041
ZR-01	18,95		0,33	0,10	5,91	1,95		0,10			2,55	2,01	0,36		3,67			0,70	9,92	15,11
ZR-02	0,01	0,95	1,72	0,43	3,94	2,36	1,06	0,12	0,55	0,04	7,11	3,37		12,54	2,12	3,14	6,66	9,25	6,51	2,24
ZR-03	5,32	0,30	0,76	0,99	0,24	2,55		0,27	0,23	9,59	1,55	2,14	3,14		6,36	2,98	1,81	3,98		6,10
ZR-04	1,87	2,25	0,02	0,29	5,76				0,20	0,62	0,31	0,04			1,48	1,12	0,71	7,88	0,26	
ZR-05			1,22	4,31	0,50					0,18	0,36	1,08					0,02	1,07	3,67	
ZR-06			3,16	9,19	0,03					0,75	10,14	2,93					1,50	0,75	10,42	
ZR-07											2,64	1,12						3,24	1,88	
ZR-08			0,68	9,64	14,68				10,03	2,55	0,33	16,44				0,78	0,74	2,64	10,60	
ZR-09												10,06					18,18	4,53	41,51	
ZR-10			10,32	7,26	2,50	20,27				1,95	0,29	0,45	4,00				3,93	5,34	2,03	1,63
ZR-11										0,72	30,38	4,92				6,80	9,95	4,72	2,21	
ZR-12				46,01							43,75									
ZR-13				10,55							19,25							29,61		
ZR-14				0,41							7,93							7,58		
ZR-15				0,18							1,48							42,95		
ZR-16			0,19	0,76	3,72	0,70				40,41	17,96		1,45				5,11	0,60	0,15	0,43
ZR-17				0,70	2,05							0,15		0,08			4,92	67,92	15,35	
ZR-18			2,63	0,80	37,70					0,65	0,21	11,76					3,89	0,20		
ZR-19			3,11	0,41	20,02					0,94	3,02	3,21					12,89	3,87	0,21	
ZR-20		2,34	4,23	1,05	9,66				20,27	9,11	1,06	4,69				0,34	17,46	8,28		
ZR-21			3,33	27,03						2,60	1,31						0,60	5,33		
ZR-22			12,83	2,75	8,99					1,81	0,50	9,69					0,56	1,38	1,81	
ZR-23				1,60							67,76							10,97		
ZR-24				17,92							10,88							23,93		
ZR-25			10,42	0,44	2,54	2,43				3,42	1,93	2,33	0,03				0,69	5,96		0,19
ZR-26	1,96	0,23	0,19	0,16	0,49	0,01		0,44	1,52	1,11	0,06	0,58	3,01		0,02	0,36	0,85			0,16
ZR-27	0,26	9,41	15,39	0,07				0,19	0,08	4,25	2,47				0,63	29,61	0,51	0,16		
ZR-28	11,00		2,80	0,37	18,04			0,85		3,31	2,89	11,60			3,48		0,19	0,26	0,56	
ZR-29	0,74		6,76	16,93	7,61			0,88		3,92	0,29	12,21			5,79			21,51	3,63	
ZR-30	1,15		4,23	0,75	2,45	0,49	0,14	2,63		0,15	0,37	0,49	0,12	1,26	0,13		0,12	5,20	0,84	1,16
ZR-31			8,32	5,43	0,28	1,32	1,26			1,78	1,01	1,21	0,01	0,44			3,11		0,10	0,30
ZR-32				14,96	6,65		0,54				1,89	0,22	0,22	0,16				0,48	0,01	0,43
ZR-33	0,63	2,01	27,78	6,28	1,03			2,47	3,65	0,37	13,74	22,48			0,10	0,28	0,12	1,25	0,73	
ZR-34			0,65	9,27	14,11				9,64	2,45	0,32	15,80				0,75	0,75	2,53	10,17	
ZR-35			0,36	9,93	16,01					0,02	0,05	6,04					10,90	2,72	24,90	
ZR-36	2,76			4,09	8,69			12,08			8,50	2,92			23,72			2,28	0,36	
ZR-37			1,60	1,08		3,95				2,68	8,76		1,76				0,49	9,44		0,54
ZR-38	6,54		6,22		8,30	0,50		2,14		2,85	5,19	7,99	0,42		11,94		7,80	0,10	1,90	1,81
ZR-39	0,35		3,47	9,18	0,42	1,71		8,37		1,40	25,21	11,21			0,90		3,19	0,37	0,10	0,27
ZR-40	0,02		0,46	6,16	1,65	0,84		0,33		4,50	1,02	0,17	0,40		0,59		0,06	2,24	3,66	0,02
ZR-41			2,85		0,54	7,72	11,75			8,03	2,04	0,27	13,16	0,62			6,01	2,08	8,35	2,50
ZR-42			3,46	22,71	10,21	1,19	5,25			0,39	6,26	2,97		11,06			1,87	2,76	5,87	8,16
ZR-43			2,58	0,87	0,51					0,60	0,67	4,41					16,18	1,14	3,74	
ZR-44		2,37	2,26		3,02	0,18		0,78	1,04	1,89	2,90	0,15	4,34		2,84	0,36	0,68	0,65	0,92	0,52
ZR-45			1,01	0,76	0,53					5,83	0,19	1,93					66,18	3,04	12,31	
ZR-46		0,05	0,46	7,52	0,04	0,90			2,13			0,13	0,36				0,03	0,37	1,29	0,66

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 5.4.1.2-8
DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS POR ZONA DE RIEGO (%)
1982-1997

Zona	TC-001	TC-002	TC-003	TC-004	TC-005	TC-006	TC-007	TC-008	TC-009	TC-010	TC-011	TC-012	TC-013	TC-014	TC-015	TC-016	TC-017	TC-018	TC-019	TC-020
ZR-01	0,22		0,18	17,70	5,09	0,32		0,11		0,09	8,69	2,50	0,16		0,12		0,09	9,17	2,64	0,17
ZR-02	4,23	6,58	3,45	4,08	0,42	1,55	0,13	0,07	0,10	0,05	0,06	0,01	0,02		1,30	2,02	1,06	1,25	0,13	0,48
ZR-03	1,40	0,17	7,70	8,86	2,63	0,27				0,01	0,01				1,47	0,18	8,07	9,29	2,76	0,28
ZR-04	0,30	0,07	7,00	25,05	4,65			0,09	0,02	1,96	7,00	1,30			0,10	0,02	2,34	8,36	1,55	
ZR-05			1,63	31,92	7,78					0,10	1,87	0,46					0,48	9,41	2,29	
ZR-06			0,27	28,84	15,36					0,02	1,68	0,89					0,08	8,04	4,28	
ZR-07				48,44	3,98						3,40	0,28						13,09	1,08	
ZR-08		1,80	5,17	30,79	8,78				0,35	1,01	6,03	1,72				0,67	1,93	11,48	3,28	
ZR-09			1,09	13,25	25,70					0,63	7,64	14,82					0,36	4,42	8,58	
ZR-10			14,06	26,83	4,36	2,35				4,57	8,73	1,42	0,77				4,17	7,95	1,29	0,70
ZR-11		6,62	9,18	7,53	15,48				0,45	0,62	0,51	1,05				3,92	5,44	4,47	9,18	
ZR-12																		87,12		
ZR-13																		84,39		
ZR-14																		86,02		
ZR-15																		87,10		
ZR-16			17,79	13,24	7,14	0,61				1,21	0,90	0,49	0,04				10,57	7,86	4,24	0,36
ZR-17			9,59	8,05	18,09		3,08			0,65	0,55	1,23		0,21			5,68	4,77	10,72	
ZR-18			1,34	11,77	25,70					0,09	0,80	1,75					0,79	6,98	15,23	
ZR-19			1,49	11,52	25,80					0,10	0,78	1,75					0,88	6,83	15,29	
ZR-20		1,55	8,13	32,46	0,71				0,22	1,14	4,57	0,10				0,73	3,80	15,19	0,33	
ZR-21			11,11	28,94						6,44	16,77						3,69	9,61		
ZR-22			6,26	31,43	2,36					3,63	18,21	1,37					2,08	10,44	0,78	
ZR-23				95,88																
ZR-24				95,88																
ZR-25			4,37	1,39	6,38	0,67				0,21	0,07	0,30	0,03				3,58	1,14	5,22	0,55
ZR-26	10,90	0,01	4,49	6,50		0,21		0,03		0,01	0,02				6,62	0,01	2,73	3,95		0,13
ZR-27	2,58	3,75	19,25	20,26				0,06	0,09	0,45	0,47				0,23	0,33	1,70	1,79		
ZR-28	4,88		9,42	21,46	10,08			0,11		0,22	0,50	0,23			0,43		0,83	1,89	0,89	
ZR-29	15,50		22,42	4,60	2,70			0,30		0,44	0,09	0,05			1,66		2,40	0,49	0,29	
ZR-30	15,33		21,86	3,65	0,81	1,58		0,15		0,21	0,04	0,01	0,02		2,40		3,42	0,57	0,13	0,25
ZR-31			0,17	5,34	0,66	33,06	0,74				0,05	0,01	0,32	0,01			0,03	0,88	0,11	5,48
ZR-32				5,79	2,43	2,43	1,02				0,05	0,02	0,02	0,01				2,69	1,13	1,13
ZR-33	0,21	9,09	0,20	3,11	9,50				0,02		0,01	0,02			0,13	5,53	0,12	1,89	5,77	
ZR-34		0,95	14,10	1,56	3,55				0,11	1,67	0,18	0,42				0,89	13,14	1,45	3,31	
ZR-35			7,07	18,30	10,86					1,08	2,80	1,66					3,00	7,76	4,60	
ZR-36	0,91			29,35	3,55			0,05			1,58	0,19			0,24			7,89	0,96	
ZR-37			11,08	25,75		0,62				1,13	2,62		0,06				5,07	11,78		0,28
ZR-38	0,03		10,60	3,94	2,36	0,64				1,16	0,43	0,26	0,07		0,02		9,63	3,58	2,14	0,58
ZR-39	0,32		6,36	7,99	7,41	0,95		0,02		0,39	0,50	0,46	0,06		0,34		6,77	8,50	7,89	1,01
ZR-40	0,60		9,37	12,27	1,12	0,02		0,04		0,56	0,73	0,07			0,64		10,04	13,15	1,20	0,02
ZR-41			1,82	12,48	7,56	0,62	0,89			0,11	0,75	0,45	0,04	0,05			1,95	13,37	8,10	0,67
ZR-42			2,47	8,41	11,35	0,45	0,14			0,15	0,50	0,68	0,03	0,01			2,89	9,81	13,24	0,53
ZR-43			2,12		22,31					0,15		1,61					1,88		19,79	
ZR-44	0,06	0,57	6,11	2,44	5,47			0,01	0,09	1,02	0,41	0,91			0,09	0,78	8,41	3,36	7,53	
ZR-45			8,85	7,08	7,43					0,53	0,42	0,44					9,49	7,59	7,96	
ZR-46																				

CUADRO 5.4.1.2-8
DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS POR ZONA DE RIEGO (%)
1982-1997
(Continuación)

Zona	TC-022	TC-023	TC-024	TC-025	TC-026	TC-027	TC-028	TC-029	TC-030	TC-031	TC-032	TC-033	TC-034	TC-035	TC-036	TC-037	TC-038	TC-039	TC-040	TC-041
ZR-01	0,12		0,09	9,47	2,72	0,17		0,16		0,13	12,93	3,72	0,24		0,22		0,17	17,32	4,98	0,32
ZR-02	0,98	1,52	0,80	0,94	0,10	0,36	0,03	8,14	12,68	6,64	7,86	0,81	2,99	0,24	5,98	9,31	4,87	5,77	0,59	2,20
ZR-03	0,31	0,04	1,71	1,97	0,58	0,06		1,86	0,22	10,22	11,76	3,49	0,35		1,62	0,19	8,91	10,26	3,05	0,31
ZR-04	0,02	0,01	0,54	1,93	0,36			0,03	0,01	0,65	2,31	0,43			0,28	0,06	6,40	22,92	4,25	
ZR-05			0,30	5,81	1,42					0,71	13,94	3,40					0,73	14,28	3,48	
ZR-06			0,04	3,78	2,01					0,07	7,68	4,09					0,14	14,84	7,90	
ZR-07				6,05	0,50						7,76	0,64						13,67	1,12	
ZR-08		0,30	0,85	5,08	1,45				0,50	1,44	8,59	2,45				0,25	0,70	4,18	1,19	
ZR-09			0,20	2,39	4,64					0,28	3,38	6,56					0,17	2,01	3,89	
ZR-10			2,28	4,36	0,71	0,38				2,96	5,64	0,92	0,50				1,49	2,85	0,46	0,25
ZR-11		1,23	1,70	1,39	2,87				3,21	4,46	3,66	7,52				1,62	2,25	1,85	3,79	
ZR-12				2,49							10,38									
ZR-13				3,80							11,81									
ZR-14				3,02							10,96									
ZR-15				2,50							10,39									
ZR-16			3,30	2,45	1,32	0,11				8,65	6,43	3,47	0,30				4,36	3,25	1,75	0,15
ZR-17			1,78	1,49	3,35		0,57			4,66	3,91	8,79		1,50			2,35	1,97	4,43	
ZR-18			0,25	2,18	4,76					0,65	5,72	12,49					0,33	2,89	6,30	
ZR-19			0,28	2,13	4,78					0,72	5,60	12,53					0,37	2,82	6,32	
ZR-20		0,27	1,41	5,64	0,12				0,57	3,00	11,96	0,26				0,28	1,49	5,94	0,13	
ZR-21			2,01	5,23						2,82	7,35						1,68	4,37		
ZR-22			1,13	5,68	0,43					1,59	7,98	0,60					0,94	4,74	0,36	
ZR-23											2,65							1,47		
ZR-24											2,65							1,47		
ZR-25			4,27	1,36	6,23	0,65				14,42	4,58	21,06	2,20				7,28	2,31	10,63	1,11
ZR-26	2,49		1,02	1,48		0,05		12,04	0,01	4,96	7,18		0,23		17,21	0,02	7,09	10,27		0,33
ZR-27	0,32	0,46	2,36	2,48				2,05	2,97	15,24	16,04				0,40	0,58	3,00	3,16		
ZR-28	0,60		1,15	2,63	1,23			3,86		7,46	17,00	7,99			0,76		1,47	3,34	1,57	
ZR-29	2,53		3,65	0,75	0,44			10,82		15,64	3,21	1,88			3,49		5,04	1,03	0,61	
ZR-30	4,11		5,87	0,98	0,22	0,42		7,15		10,19	1,70	0,38	0,74		6,32		9,01	1,50	0,33	0,65
ZR-31			0,05	1,46	0,18	9,02	0,20			0,10	3,03	0,38	18,77	0,42			0,08	2,59	0,32	16,06
ZR-32				2,44	1,02	1,02	0,43				22,20	9,31	9,33	3,89				16,47	6,91	6,92
ZR-33	0,05	2,08	0,05	0,71	2,17			0,23	10,05	0,22	3,44	10,49			0,33	14,36	0,32	4,92	15,00	
ZR-34		0,25	3,76	0,42	0,95				1,00	14,80	1,64	3,72				1,52	22,48	2,49	5,65	
ZR-35			1,29	3,33	1,98					2,76	7,15	4,24					4,31	11,17	6,63	
ZR-36	0,26			8,30	1,01			0,29			9,37	1,13			0,94			30,30	3,67	
ZR-37			1,71	3,98		0,10				4,50	10,46		0,25				6,10	14,18		0,34
ZR-38	0,01		5,12	1,90	1,14	0,31		0,05		21,89	8,13	4,87	1,32		0,03		11,97	4,45	2,66	0,72
ZR-39	0,10		2,00	2,51	2,33	0,30		0,20		3,98	4,99	4,63	0,59		0,40		8,13	10,20	9,46	1,21
ZR-40	0,18		2,87	3,76	0,34	0,01		0,34		5,22	6,84	0,62	0,01		0,77		12,02	15,75	1,43	0,02
ZR-41			0,56	3,82	2,31	0,19	0,27			1,01	6,95	4,21	0,35	0,50			2,34	16,02	9,70	0,80
ZR-42			0,76	2,60	3,51	0,14	0,04			1,39	4,73	6,39	0,25	0,08			3,17	10,79	14,56	0,58
ZR-43			1,53		16,06					1,73		18,24					1,26		13,30	
ZR-44	0,08	0,69	7,42	2,96	6,65			0,07	0,65	6,99	2,79	6,25			0,12	1,09	11,75	4,69	10,52	
ZR-45			2,72	2,17	2,28					4,93	3,95	4,14					11,37	9,10	9,54	
ZR-46																				

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 5.4.1.2-9
DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS POR ZONA DE RIEGO (%)
1997-2006

Zona	TC-001	TC-002	TC-003	TC-004	TC-005	TC-006	TC-007	TC-008	TC-009	TC-010	TC-011	TC-012	TC-013	TC-014	TC-015	TC-016	TC-017	TC-018	TC-019	TC-020
ZR-01	0,22		0,18	17,70	5,09	0,32		0,11		0,09	8,69	2,50	0,16		0,12		0,09	9,17	2,64	0,17
ZR-02	4,23	6,58	3,45	4,08	0,42	1,55	0,13	0,07	0,10	0,05	0,06	0,01	0,02		1,30	2,02	1,06	1,25	0,13	0,48
ZR-03	1,40	0,17	7,70	8,86	2,63	0,27				0,01	0,01				1,47	0,18	8,07	9,29	2,76	0,28
ZR-04	0,30	0,07	7,00	25,05	4,65			0,09	0,02	1,96	7,00	1,30			0,10	0,02	2,34	8,36	1,55	
ZR-05			1,63	31,92	7,78					0,10	1,87	0,46					0,48	9,41	2,29	
ZR-06			0,27	28,84	15,36					0,02	1,68	0,89					0,08	8,04	4,28	
ZR-07				48,44	3,98						3,40	0,28						13,09	1,08	
ZR-08		1,80	5,17	30,79	8,78				0,35	1,01	6,03	1,72				0,67	1,93	11,48	3,28	
ZR-09			1,09	13,25	25,70					0,63	7,64	14,82					0,36	4,42	8,58	
ZR-10			14,06	26,83	4,36	2,35				4,57	8,73	1,42	0,77				4,17	7,95	1,29	0,70
ZR-11		6,62	9,18	7,53	15,48				0,45	0,62	0,51	1,05				3,92	5,44	4,47	9,18	
ZR-12																		87,12		
ZR-13																		84,39		
ZR-14																		86,02		
ZR-15																		87,10		
ZR-16			17,79	13,24	7,14	0,61				1,21	0,90	0,49	0,04				10,57	7,86	4,24	0,36
ZR-17			9,59	8,05	18,09		3,08			0,65	0,55	1,23		0,21			5,68	4,77	10,72	
ZR-18			1,34	11,77	25,70					0,09	0,80	1,75					0,79	6,98	15,23	
ZR-19			1,49	11,52	25,80					0,10	0,78	1,75					0,88	6,83	15,29	
ZR-20		1,55	8,13	32,46	0,71				0,22	1,14	4,57	0,10				0,73	3,80	15,19	0,33	
ZR-21			11,11	28,94						6,44	16,77						3,69	9,61		
ZR-22			6,26	31,43	2,36					3,63	18,21	1,37					2,08	10,44	0,78	
ZR-23																				
ZR-24																				
ZR-25			4,37	1,39	6,38	0,67				0,21	0,07	0,30	0,03				3,58	1,14	5,22	0,55
ZR-26	10,90	0,01	4,49	6,50		0,21		0,03		0,01	0,02				6,62	0,01	2,73	3,95		0,13
ZR-27	2,58	3,75	19,25	20,26				0,06	0,09	0,45	0,47				0,23	0,33	1,70	1,79		
ZR-28	4,88		9,42	21,46	10,08			0,11		0,22	0,50	0,23			0,43		0,83	1,89	0,89	
ZR-29	15,50		22,42	4,60	2,70			0,30		0,44	0,09	0,05			1,66		2,40	0,49	0,29	
ZR-30	15,33		21,86	3,65	0,81	1,58		0,15		0,21	0,04	0,01	0,02		2,40		3,42	0,57	0,13	0,25
ZR-31			0,17	5,34	0,66	33,06	0,74				0,05	0,01	0,32	0,01			0,03	0,88	0,11	5,48
ZR-32				5,79	2,43	2,43	1,02				0,05	0,02	0,02	0,01				2,69	1,13	1,13
ZR-33	0,21	9,09	0,20	3,11	9,50				0,02		0,01	0,02			0,13	5,53	0,12	1,89	5,77	
ZR-34		0,95	14,10	1,56	3,55				0,11	1,67	0,18	0,42				0,89	13,14	1,45	3,31	
ZR-35			7,07	18,30	10,86					1,08	2,80	1,66					3,00	7,76	4,60	
ZR-36	0,91			29,35	3,55			0,05			1,58	0,19			0,24			7,89	0,96	
ZR-37			11,08	25,75		0,62				1,13	2,62		0,06				5,07	11,78		0,28
ZR-38	0,03		10,60	3,94	2,36	0,64				1,16	0,43	0,26	0,07		0,02		9,63	3,58	2,14	0,58
ZR-39	0,32		6,36	7,99	7,41	0,95		0,02		0,39	0,50	0,46	0,06		0,34		6,77	8,50	7,89	1,01
ZR-40	0,60		9,37	12,27	1,12	0,02		0,04		0,56	0,73	0,07			0,64		10,04	13,15	1,20	0,02
ZR-41			1,82	12,48	7,56	0,62	0,89			0,11	0,75	0,45	0,04	0,05			1,95	13,37	8,10	0,67
ZR-42			2,47	8,41	11,35	0,45	0,14			0,15	0,50	0,68	0,03	0,01			2,89	9,81	13,24	0,53
ZR-43			2,12		22,31					0,15		1,61					1,88		19,79	
ZR-44	0,06	0,57	6,11	2,44	5,47			0,01	0,09	1,02	0,41	0,91			0,09	0,78	8,41	3,36	7,53	
ZR-45			8,85	7,08	7,43					0,53	0,42	0,44					9,49	7,59	7,96	
ZR-46		1,66	0,61	0,40	6,84	2,15			0,01			0,05	0,02			0,77	0,28	0,19	3,18	1,00

CUADRO 5.4.1.2-9
DISTRIBUCIÓN DE CULTIVOS POR ZONA DE RIEGO (%)
1997-2006
(Continuación)

Zona	TC-022	TC-023	TC-024	TC-025	TC-026	TC-027	TC-028	TC-029	TC-030	TC-031	TC-032	TC-033	TC-034	TC-035	TC-036	TC-037	TC-038	TC-039	TC-040	TC-041
ZR-01	0,12		0,09	9,47	2,72	0,17		0,16		0,13	12,93	3,72	0,24		0,22		0,17	17,32	4,98	0,32
ZR-02	0,98	1,52	0,80	0,94	0,10	0,36	0,03	8,14	12,68	6,64	7,86	0,81	2,99	0,24	5,98	9,31	4,87	5,77	0,59	2,20
ZR-03	0,31	0,04	1,71	1,97	0,58	0,06		1,86	0,22	10,22	11,76	3,49	0,35		1,62	0,19	8,91	10,26	3,05	0,31
ZR-04	0,02	0,01	0,54	1,93	0,36			0,03	0,01	0,65	2,31	0,43			0,28	0,06	6,40	22,92	4,25	
ZR-05			0,30	5,81	1,42					0,71	13,94	3,40					0,73	14,28	3,48	
ZR-06			0,04	3,78	2,01					0,07	7,68	4,09					0,14	14,84	7,90	
ZR-07				6,05	0,50						7,76	0,64						13,67	1,12	
ZR-08		0,30	0,85	5,08	1,45				0,50	1,44	8,59	2,45				0,25	0,70	4,18	1,19	
ZR-09			0,20	2,39	4,64					0,28	3,38	6,56					0,17	2,01	3,89	
ZR-10			2,28	4,36	0,71	0,38				2,96	5,64	0,92	0,50				1,49	2,85	0,46	0,25
ZR-11		1,23	1,70	1,39	2,87				3,21	4,46	3,66	7,52				1,62	2,25	1,85	3,79	
ZR-12				2,49							10,38									
ZR-13				3,80							11,81									
ZR-14				3,02							10,96									
ZR-15				2,50							10,39									
ZR-16			3,30	2,45	1,32	0,11				8,65	6,43	3,47	0,30				4,36	3,25	1,75	0,15
ZR-17			1,78	1,49	3,35		0,57			4,66	3,91	8,79		1,50			2,35	1,97	4,43	
ZR-18			0,25	2,18	4,76					0,65	5,72	12,49					0,33	2,89	6,30	
ZR-19			0,28	2,13	4,78					0,72	5,60	12,53					0,37	2,82	6,32	
ZR-20		0,27	1,41	5,64	0,12				0,57	3,00	11,96	0,26				0,28	1,49	5,94	0,13	
ZR-21			2,01	5,23						2,82	7,35						1,68	4,37		
ZR-22			1,13	5,68	0,43					1,59	7,98	0,60					0,94	4,74	0,36	
ZR-23																				
ZR-24																				
ZR-25			4,27	1,36	6,23	0,65				14,42	4,58	21,06	2,20				7,28	2,31	10,63	1,11
ZR-26	2,49		1,02	1,48		0,05		12,04	0,01	4,96	7,18		0,23		17,21	0,02	7,09	10,27		0,33
ZR-27	0,32	0,46	2,36	2,48				2,05	2,97	15,24	16,04				0,40	0,58	3,00	3,16		
ZR-28	0,60		1,15	2,63	1,23			3,86		7,46	17,00	7,99			0,76		1,47	3,34	1,57	
ZR-29	2,53		3,65	0,75	0,44			10,82		15,64	3,21	1,88			3,49		5,04	1,03	0,61	
ZR-30	4,11		5,87	0,98	0,22	0,42		7,15		10,19	1,70	0,38	0,74		6,32		9,01	1,50	0,33	0,65
ZR-31			0,05	1,46	0,18	9,02	0,20			0,10	3,03	0,38	18,77	0,42			0,08	2,59	0,32	16,06
ZR-32				2,44	1,02	1,02	0,43				22,20	9,31	9,33	3,89				16,47	6,91	6,92
ZR-33	0,05	2,08	0,05	0,71	2,17			0,23	10,05	0,22	3,44	10,49			0,33	14,36	0,32	4,92	15,00	
ZR-34		0,25	3,76	0,42	0,95				1,00	14,80	1,64	3,72				1,52	22,48	2,49	5,65	
ZR-35			1,29	3,33	1,98					2,76	7,15	4,24					4,31	11,17	6,63	
ZR-36	0,26			8,30	1,01			0,29			9,37	1,13			0,94			30,30	3,67	
ZR-37			1,71	3,98		0,10				4,50	10,46		0,25				6,10	14,18		0,34
ZR-38	0,01		5,12	1,90	1,14	0,31		0,05		21,89	8,13	4,87	1,32		0,03		11,97	4,45	2,66	0,72
ZR-39	0,10		2,00	2,51	2,33	0,30		0,20		3,98	4,99	4,63	0,59		0,40		8,13	10,20	9,46	1,21
ZR-40	0,18		2,87	3,76	0,34	0,01		0,34		5,22	6,84	0,62	0,01		0,77		12,02	15,75	1,43	0,02
ZR-41			0,56	3,82	2,31	0,19	0,27			1,01	6,95	4,21	0,35	0,50			2,34	16,02	9,70	0,80
ZR-42			0,76	2,60	3,51	0,14	0,04			1,39	4,73	6,39	0,25	0,08			3,17	10,79	14,56	0,58
ZR-43			1,53		16,06					1,73		18,24					1,26		13,30	
ZR-44	0,08	0,69	7,42	2,96	6,65			0,07	0,65	6,99	2,79	6,25			0,12	1,09	11,75	4,69	10,52	
ZR-45			2,72	2,17	2,28					4,93	3,95	4,14					11,37	9,10	9,54	
ZR-46		0,70	0,26	0,17	2,88	0,91			6,36	2,33	1,55	26,24	8,25			4,72	1,73	1,15	19,47	6,12

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 5.4.1.2-10
NECESIDADES NETAS MENSUALES (mm)
1950-1982

Zona de Riego	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Anual
ZR-01	29	0	0	0	0	11	53	111	152	153	130	75	714
ZR-02	33	1	0	0	0	19	60	118	157	160	134	79	760
ZR-03	33	1	0	0	0	21	59	117	157	159	134	78	758
ZR-04	24	0	0	0	0	2	39	105	148	153	129	73	673
ZR-05	29	0	0	0	0	10	53	111	152	153	130	75	714
ZR-06	27	0	0	0	0	6	50	110	151	153	129	75	702
ZR-07	27	0	0	0	0	6	51	110	151	153	130	75	702
ZR-08	28	0	0	0	0	8	56	112	151	154	130	75	714
ZR-09	28	0	0	0	0	9	56	112	151	154	130	75	716
ZR-10	25	0	0	0	0	9	59	109	140	138	123	77	681
ZR-11	27	0	0	0	0	5	55	111	150	154	130	75	706
ZR-12	26	0	0	0	0	3	53	110	150	154	130	75	700
ZR-13	25	0	0	0	0	3	52	109	149	154	129	74	695
ZR-14	27	0	0	0	0	6	55	111	150	154	130	75	709
ZR-15	28	0	0	0	0	6	55	111	151	154	130	75	710
ZR-16	28	0	0	0	0	7	56	112	151	154	130	75	712
ZR-17	29	0	0	0	0	8	57	114	154	158	133	77	730
ZR-18	29	0	0	0	0	8	58	116	156	160	135	79	742
ZR-19	29	0	0	0	0	8	58	116	156	160	135	79	742
ZR-20	28	0	0	0	0	6	56	111	151	154	130	76	711
ZR-21	25	0	0	0	0	10	60	109	140	139	123	78	683
ZR-22	25	0	0	0	0	11	58	108	140	138	123	77	681
ZR-23	26	0	0	0	0	3	44	108	149	153	129	73	685
ZR-24	29	0	0	0	0	7	49	110	150	154	129	74	703
ZR-25	30	0	0	0	0	16	56	114	154	157	132	77	737
ZR-26	32	0	0	0	0	21	58	116	156	159	134	78	753
ZR-27	35	0	0	0	0	21	62	120	160	161	136	81	777
ZR-28	35	0	0	0	0	19	64	121	162	161	137	81	780
ZR-29	37	1	0	0	0	21	65	122	162	162	137	82	790
ZR-30	36	0	0	0	0	21	64	121	161	161	137	81	783
ZR-31	33	0	0	0	0	16	60	118	160	160	136	80	764
ZR-32	33	0	0	0	0	16	59	119	159	161	136	80	763
ZR-33	32	0	0	0	0	18	57	117	157	159	134	79	754
ZR-34	29	0	0	0	0	11	54	112	151	154	130	75	715
ZR-35	29	0	0	0	0	11	56	112	151	154	130	75	718
ZR-36	30	0	0	0	0	13	56	113	152	154	130	76	724
ZR-37	29	0	0	0	0	11	55	111	151	154	130	75	716
ZR-38	29	0	0	0	0	12	56	112	151	154	130	76	720
ZR-39	23	0	0	0	0	16	64	110	138	133	119	74	677
ZR-40	22	0	0	0	0	12	61	109	138	133	119	73	668
ZR-41	23	0	0	0	0	15	63	109	137	132	118	73	671
ZR-42	21	0	0	0	0	11	59	104	133	128	115	71	642
ZR-43	24	0	0	0	0	12	61	114	142	137	123	75	688
ZR-44	32	0	0	0	0	16	59	117	157	159	134	78	752
ZR-45	32	0	0	0	0	16	59	117	156	158	134	78	750
ZR-46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Promedio	28	0	0	0	0	11	55	110	148	149	127	75	704

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 5.4.1.2-11
NECESIDADES NETAS MENSUALES (mm)
1982-1997

Zona de Riego	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Anual
ZR-01	32	0	0	0	0	11	56	107	144	149	129	82	711
ZR-02	35	1	0	0	0	21	63	120	162	166	135	71	775
ZR-03	32	2	0	0	0	29	70	120	145	138	115	65	715
ZR-04	39	0	0	0	0	2	45	107	139	146	135	101	713
ZR-05	37	0	0	0	0	12	57	114	150	152	133	87	743
ZR-06	40	0	0	0	0	8	56	114	148	150	135	95	746
ZR-07	39	0	0	0	0	7	55	114	147	149	135	97	744
ZR-08	33	0	0	0	0	9	58	112	142	143	126	86	710
ZR-09	33	0	0	0	0	8	54	106	138	145	129	90	701
ZR-10	34	0	0	0	0	7	52	109	140	145	130	92	710
ZR-11	28	0	0	0	0	8	62	113	139	134	116	73	674
ZR-12	0	0	0	0	0	21	91	112	73	23	16	2	338
ZR-13	0	0	0	0	0	18	88	111	76	28	20	3	343
ZR-14	0	0	0	0	0	26	92	114	75	25	17	3	351
ZR-15	0	0	0	0	0	26	93	114	74	23	16	2	348
ZR-16	29	0	0	0	0	11	63	114	139	134	116	73	679
ZR-17	30	0	0	0	0	11	65	117	142	138	119	75	697
ZR-18	31	0	0	0	0	12	66	119	144	140	120	76	708
ZR-19	31	0	0	0	0	12	66	119	144	140	120	76	708
ZR-20	31	0	0	0	0	8	61	112	140	139	121	80	693
ZR-21	32	0	0	0	0	7	51	106	136	143	128	91	693
ZR-22	32	0	0	0	0	8	49	105	136	143	128	90	690
ZR-23	54	0	0	0	0	0	40	119	163	177	164	127	843
ZR-24	59	0	0	0	0	3	45	121	165	177	165	129	864
ZR-25	23	0	0	0	0	18	59	113	156	158	125	57	709
ZR-26	39	0	0	0	0	26	66	120	152	152	130	80	766
ZR-27	37	0	0	0	0	20	58	121	168	173	143	80	802
ZR-28	37	0	0	0	0	18	60	121	169	174	144	81	805
ZR-29	41	0	0	0	0	21	63	123	169	173	146	86	821
ZR-30	44	0	0	0	0	20	65	122	164	169	148	96	829
ZR-31	40	0	0	0	0	16	62	118	163	168	145	92	803
ZR-32	31	0	0	0	0	18	61	118	162	166	132	63	752
ZR-33	38	0	0	0	0	22	65	119	151	151	129	79	752
ZR-34	34	0	0	0	0	16	64	114	141	138	118	74	698
ZR-35	38	0	0	0	0	13	62	114	144	145	128	87	731
ZR-36	45	0	0	0	0	14	63	116	151	157	141	100	786
ZR-37	37	0	0	0	0	13	62	114	143	142	126	85	722
ZR-38	24	0	0	0	0	15	62	112	147	144	117	58	679
ZR-39	34	0	0	0	0	19	68	116	135	128	114	77	692
ZR-40	33	0	0	0	0	15	66	115	134	127	114	77	682
ZR-41	35	0	0	0	0	19	68	115	134	126	113	77	686
ZR-42	31	0	0	0	0	14	64	110	128	120	107	73	648
ZR-43	26	0	0	0	0	13	60	115	144	139	122	72	691
ZR-44	30	0	0	0	0	19	70	116	145	143	124	76	723
ZR-45	37	0	0	0	0	22	73	120	139	132	117	79	719
ZR-46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Promedio	31	0	0	0	0	14	62	112	138	134	116	74	682

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 5.4.1.2-12
NECESIDADES NETAS MENSUALES (mm)
1997-2006

Zona de Riego	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Anual
ZR-01	32	0	0	0	0	11	56	107	144	149	129	82	711
ZR-02	35	1	0	0	0	21	63	120	162	166	135	71	775
ZR-03	32	2	0	0	0	29	70	120	145	138	115	65	715
ZR-04	38	0	0	0	0	2	44	103	137	145	132	99	699
ZR-05	37	0	0	0	0	12	57	114	150	152	133	87	743
ZR-06	40	0	0	0	0	8	56	114	148	150	135	95	746
ZR-07	40	0	0	0	0	7	55	114	147	149	135	97	744
ZR-08	33	0	0	0	0	9	58	112	142	143	126	86	710
ZR-09	33	0	0	0	0	8	54	106	138	145	129	90	701
ZR-10	34	0	0	0	0	7	52	109	140	145	130	92	710
ZR-11	28	0	0	0	0	8	62	113	139	134	116	73	674
ZR-12	0	0	0	0	0	21	91	112	73	23	16	2	338
ZR-13	0	0	0	0	0	18	88	111	76	28	20	3	343
ZR-14	0	0	0	0	0	26	92	114	75	25	17	3	351
ZR-15	0	0	0	0	0	26	93	114	74	23	16	2	348
ZR-16	6	0	0	0	0	1	9	15	21	22	19	12	104
ZR-17	30	0	0	0	0	11	65	117	142	138	119	75	697
ZR-18	31	0	0	0	0	12	66	119	144	140	120	76	708
ZR-19	31	0	0	0	0	12	66	119	144	140	120	76	708
ZR-20	31	0	0	0	0	8	61	112	140	139	121	80	693
ZR-21	32	0	0	0	0	7	51	105	136	143	128	91	693
ZR-22	32	0	0	0	0	8	49	105	136	143	128	90	690
ZR-23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZR-24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ZR-25	23	0	0	0	0	18	59	113	156	158	125	57	709
ZR-26	39	0	0	0	0	26	66	120	152	152	130	80	766
ZR-27	37	0	0	0	0	20	58	121	168	173	143	80	802
ZR-28	78	0	0	0	0	38	124	251	352	361	299	168	1672
ZR-29	41	0	0	0	0	21	63	123	169	173	146	86	821
ZR-30	44	0	0	0	0	20	65	122	164	169	148	96	829
ZR-31	40	0	0	0	0	16	62	118	163	168	145	92	803
ZR-32	31	0	0	0	0	18	61	118	162	166	132	63	752
ZR-33	38	0	0	0	0	22	65	119	151	151	129	79	752
ZR-34	34	0	0	0	0	16	64	114	141	138	118	74	698
ZR-35	38	0	0	0	0	13	62	114	144	145	128	87	731
ZR-36	45	0	0	0	0	14	63	116	151	156	141	99	786
ZR-37	37	0	0	0	0	13	62	114	143	142	126	85	722
ZR-38	24	0	0	0	0	15	62	112	147	144	117	58	679
ZR-39	34	0	0	0	0	19	68	116	135	128	114	77	692
ZR-40	33	0	0	0	0	15	66	115	134	127	114	77	682
ZR-41	35	0	0	0	0	19	68	115	134	126	113	77	686
ZR-42	31	0	0	0	0	14	64	110	128	120	107	73	648
ZR-43	26	0	0	0	0	13	60	115	144	139	122	72	691
ZR-44	30	0	0	0	0	19	70	116	145	143	124	76	723
ZR-45	37	0	0	0	0	22	73	120	139	132	117	79	719
ZR-46	31	0	0	0	0	20	60	117	162	165	131	63	749
Promedio	30	0	0	0	0	15	61	110	136	132	113	71	668

Fuente: Elaboración Propia

5.4.1.3 Proyección de Demandas

Con lo anterior fue posible evaluar la demanda a nivel anual, la que para el año 2006 se evalúa como 2.514,4 Mm³. Utilizando la proyección de crecimiento de superficies de la CNR que establece 207.000 ha para el año 2027, se puede proyectar la demanda de agua para riego, la que se muestra en el Cuadro 5.4.1.3-1. Es importante indicar que las demandas fueron calculadas usando el modelo MAGIC-Maipo que se describe posteriormente.

**CUADRO 5.4.1.3-1
PROYECCIÓN DE DEMANDAS Y SUPERFICIE**

Año	Superficie (ha)	Demanda (Mm ³ /año)	
		Nivel Cultivo	Nivel Bocatoma
2006	193.694	1.733,7	2.514,4
2007	194.328	1.739,4	2.522,6
2008	194.961	1.745,1	2.530,8
2009	195.595	1.750,7	2.539,1
2010	196.228	1.756,4	2.547,3
2011	196.862	1.762,1	2.555,5
2012	197.496	1.767,8	2.563,7
2013	198.129	1.773,4	2.572,0
2014	198.763	1.779,1	2.580,2
2015	199.396	1.784,8	2.588,4
2016	200.030	1.790,4	2.596,6
2017	200.664	1.796,1	2.604,9
2018	201.297	1.801,8	2.613,1
2019	201.931	1.807,5	2.621,3
2020	202.564	1.813,1	2.629,5
2021	203.198	1.818,8	2.637,8
2022	203.832	1.824,5	2.646,0
2023	204.465	1.830,1	2.654,2
2024	205.099	1.835,8	2.662,4
2025	205.732	1.841,5	2.670,7
2026	206.366	1.847,2	2.678,9
2027	207.000	1.852,8	2.687,1

Fuente: Elaboración Propia

5.4.2 DEMANDAS DE AGUA POTABLE

5.4.2.1 Generalidades

Es importante indicar que la principal fuente de información para este acápite es el estudio de la Ref. 1, mas las proyecciones de demanda realizadas por este Consultor.

Para efectuar el presente análisis se han dividido las demandas de agua potable en urbana y rural. La primera se encuentra asociada a las localidades perteneciente a áreas de las regiones Metropolitana, V y VI, abastecidas por una gran cantidad de empresas sanitarias, éstas son:

- En la Región Metropolitana:
 - Aguas Andinas S.A.
 - Aguas Cordillera S.A.
 - Aguas Manquehue S.A.
 - Aguas Los Domínicos S.A.
 - Servicio Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Maipú (SMAPA)
 - Aguas Santiago Poniente S.A. (ASP)
 - Servicomunal S.A.
 - Aguas Santiago S.A.
 - Empresa de Servicios Sanitarios Lo Prado S.A. - SEPRA
- En la V Región:
 - Empresas de Servicios Sanitarios de Valparaíso S.A. (ESVAL)
 - Cooperativa de Agua Potable Santo Domingo Ltda. (COOPAGUA)
- En la VI Región:
 - Empresa de Servicios Sanitarios del Bío-Bío S.A. (ESSBIO)

Por otra parte las aguas rurales están asociadas a los sistemas de agua potable rural ubicados dentro de la cuenca.

5.4.2.2 Producción de Agua Potable a Nivel Histórico en la Cuenca

La información de tipo histórico que se dispone de demandas es a nivel agregado para el período 1990-2005, dado que no se dispone de información para el período anterior ya que corresponde a la administración del Ex-SENDOS. En el Cuadro 5.4.2.2-1 se presenta cobertura de agua potable desagregada por compañía, y en el Cuadro 5.4.2.2-2, se presenta la producción histórica de agua en la cuenca. Es importante indicar que la información disponible se encuentra a nivel anual y sin desagregación entre fuente superficial y subterránea.

CUADRO 5.4.2.2-1
PRODUCCIÓN HISTÓRICA DE AGUA EN LA REGIÓN METROPOLITANA (Mm³)

Año	AGUAS. ANDINAS	S.M.A.P.A.	AGUAS MANQUEHUE	AGUAS CORDILLERA	SERVICOMUNAL	AGUAS LOS DOMINICOS
1990	530,5	40,8	0,8	32,9	3,6	1,3
1991	540,6	42,1	0,8	33,5	3,7	1,3
1992	472,6	43,1	0,6	28,8	4,4	0,8
1993	492,7	46,6	0,8	29,0	4,6	0,9
1994	511,3	50,5	0,9	28,2	5,5	1,0
1995	522,9	53,4	0,9	28,5	5,9	1,0
1996	535,5	56,9	0,9	29,2	6,3	1,0
1997	540,5	56,8	1,1	29,6	6,9	0,9
1998	548,9	57,0	1,6	35,1	7,3	1,3
1999	511,2	55,8	4,6	67,5	5,8	4,9
2000	535,0	77,6	5,2	65,1	6,3	9,6
2001	540,8	78,7	5,9	67,4	6,3	6,3
2002	554,8	81,4	1,3	69,2	7,0	9,4
2003	560,0	83,9	6,9	72,6	7,4	6,3
2004	543,5	77,1	7,2	70,0	7,9	6,3
2005	553,0	79,7	7,8	67,9	8,3	6,6

Fuente: Elaboración Propia a partir de información de la SISS

CUADRO 5.4.2.2-2
COBERTURA AGUA POTABLE HISTÓRICA
EN LA REGIÓN METROPOLITANA

Año	Empresa	Población	Agua Potable	
			Población Abastecida	Cobertura
		(Hab)	(Hab)	(%)
1990	EMOS S.A.	4.860.399	4.780.628	98,4%
	Lo Castillo S.A.	296.671	296.671	100,0%
	Manquehue S.A.	7.500	7.500	100,0%
	Los Dominicos S.A.	11.459	11.459	100,0%
	S. Municipal Maipú	376.056	367.517	97,7%
	Servicomunal S.A.	33.307	32.654	98,0%
	Total	5.585.392	5.496.429	98,4%
1991	EMOS S.A.	4.957.607	4.878.285	98,4%
	Lo Castillo S.A.	302.604	302.604	100,0%
	Manquehue S.A.	7.650	7.650	100,0%
	Los Dominicos S.A.	11.688	11.688	100,0%
	S. Municipal Maipú	383.577	379.741	99,0%
	Servicomunal S.A.	33.973	32.954	97,0%
	Total	5.697.099	5.612.922	98,5%
1992	EMOS S.A.	4.292.153	4.224.542	98,4%
	Lo Castillo S.A.	257.685	257.685	100,0%
	Manquehue S.A.	5.489	5.489	100,0%
	Los Dominicos S.A.	7.125	7.125	100,0%
	S. Municipal Maipú	389.357	385.463	99,0%
	Servicomunal S.A.	41.228	38.941	94,5%
	Total	4.993.037	4.919.245	98,5%
1993	EMOS S.A.	4.444.194	4.419.569	99,4%
	Lo Castillo S.A.	260.000	260.000	100,0%
	Manquehue S.A.	7.000	7.000	100,0%
	Los Dominicos S.A.	8.000	8.000	100,0%
	S. Municipal Maipú	420.000	417.759	99,5%
	Servicomunal S.A.	44.000	41.699	94,8%
	Total	5.183.194	5.154.027	99,4%
1994	EMOS S.A.	4.615.969	4.600.217	99,7%
	Lo Castillo S.A.	253.958	253.958	100,0%
	Manquehue S.A.	7.720	7.720	100,0%
	Los Dominicos S.A.	8.731	8.731	100,0%
	S. Municipal Maipú	455.670	454.307	99,7%
	Servicomunal S.A.	52.024	49.879	95,9%
	Total	5.394.072	5.374.812	99,6%

CUADRO 5.4.2.2-2
COBERTURA AGUA POTABLE HISTÓRICA
EN LA REGIÓN METROPOLITANA
(Continuación)

Año	Empresa	Población (Hab)	Agua Potable	
			Población Abastecida (Hab)	Cobertura (%)
1995	EMOS S.A.	4.728.579	4.713.512	99,7%
	Lo Castillo S.A.	257.132	257.132	100,0%
	Manquehue S.A.	8.000	8.000	100,0%
	Los Dominicos S.A.	8.939	8.939	100,0%
	S. Municipal Maipú	483.036	481.729	99,7%
	Servicomunal S.A.	55.500	53.384	96,2%
	Total	5.541.186	5.522.696	99,7%
1996	EMOS S.A.	4.849.180	4.836.011	99,7%
	Lo Castillo S.A.	264.112	264.112	100,0%
	Manquehue S.A.	8.000	8.000	100,0%
	Los Dominicos S.A.	9.091	9.091	100,0%
	S. Municipal Maipú	514.393	513.878	99,9%
	Servicomunal S.A.	59.219	57.011	76,9%
	Total	5.703.995	5.688.103	99,7%
1997	EMOS S.A.	4.897.121	4.885.101	99,8%
	A. Cordillera	267.712	267.712	100,0%
	Manquehue S.A.	10.000	10.000	100,0%
	Los Dominicos S.A.	8.540	8.540	100,0%
	S. Municipal Maipú	513.689	513.175	99,9%
	Servicomunal S.A.	63.132	62.232	98,6%
	Total	5.760.194	5.746.760	99,8%
1998	EMOS S.A.	4.969.207	4.969.207	100,0%
	A. Cordillera	317.693	317.693	100,0%
	Manquehue S.A.	14.880	14.880	100,0%
	Los Dominicos S.A.	11.551	11.541	99,9%
	S. Municipal Maipú	515.995	515.991	100,0%
	Servicomunal S.A.	67.086	66.199	98,7%
	Total	5.896.412	5.895.511	100,0%
1999	EMOS S.A.	4.961.161	4.961.161	100,0%
	A. Cordillera	291.493	288.715	99,0%
	Manquehue S.A.	13.055	13.055	100,0%
	Los Dominicos S.A.	11.978	11.968	99,9%
	S. Municipal Maipú	540.552	540.548	100,0%
	Servicomunal S.A.	71.252	69.245	97,2%
	Total	5.889.491	5.884.692	99,9%

CUADRO 5.4.2.2-2
COBERTURA AGUA POTABLE HISTÓRICA
EN LA REGIÓN METROPOLITANA
(Continuación)

Año	Empresa	Población	Agua Potable	
			Población Abastecida	Cobertura
		(Hab)	(Hab)	(%)
2000	EMOS S.A.	5.303.866	5.303.866	100,0%
	A. Cordillera	383.056	380.455	99,3%
	Manquehue S.A.	15.684	15.684	100,0%
	Los Dominicos S.A.	12.708	12.698	99,9%
	S. Municipal Maipú	547.875	547.871	100,0%
	Servicomunal S.A.	65.935	64.107	97,2%
	Total	6.329.124	6.324.681	99,9%
2001	A. Andinas	5.387.565	5.387.565	100,0%
	A. Cordillera	398.883	398.883	100,0%
	A. Manquehue	16.452	16.452	100,0%
	A. Los Dominicos	13.400	13.390	99,9%
	S. Municipal Maipú	570.964	570.964	100,0%
	Servicomunal S.A.	68.044	66.744	98,1%
	Total	6.455.308	6.453.998	100,0%
2002	A. Andinas	5.476.914	5.476.909	100,0%
	A. Cordillera	415.534	415.534	100,0%
	A. Manquehue	17.186	17.186	100,0%
	A. Los Dominicos	14.329	14.319	99,9%
	S. Municipal Maipú	600.158	600.158	100,0%
	Servicomunal S.A.	69.500	68.446	98,5%
	Total	6.593.621	6.592.552	100,0%
2003	A. Andinas	5.561.081	5.561.072	100,0%
	A. Cordillera	433.095	433.095	100,0%
	A. Manquehue	17.801	17.801	100,0%
	A. Los Dominicos	15.653	15.642	99,9%
	S. Municipal Maipú	618.446	618.446	100,0%
	Servicomunal S.A.	71.882	70.913	98,7%
	Total	6.717.958	6.716.969	100,0%
2004	A. Andinas	4.934.120	4.934.116	100,0%
	A. Cordillera	317.383	317.383	100,0%
	A. Manquehue	17.933	17.933	100,0%
	A. Los Dominicos	11.214	11.207	99,9%
	S. Municipal Maipú	597.685	597.685	100,0%
	Servicomunal S.A.	78.056	77.049	98,7%
	Total	5.956.391	5.955.373	100,0%

CUADRO 5.4.2.2-2
COBERTURA AGUA POTABLE HISTÓRICA
EN LA REGIÓN METROPOLITANA
(Continuación)

Año	Empresa	Población	Agua Potable	
			Población Abastecida	Cobertura
		(Hab)	(Hab)	(%)
2005	A. Andinas	4,979,538	4,979,534	100,0%
	A. Cordillera	321,897	321,897	100,0%
	A. Manquehue	26,194	26,194	100,0%
	A. Los Dominicos	17,168	17,157	99,9%
	S. Municipal Maipú	663,696	663,696	100,0%
	Servicomunal S.A.	80,747	79,796	98,8%
	Total	6,089,240	6,088,274	100,0%

Fuente: Súper Intendencia de Servicios Sanitarios

5.4.2.3 Demanda de Agua Potable Urbana

En este acápite se presentan las demandas de agua potable divididas en demandas de consumo o a nivel de usuario, y demandas de producción. La demanda de producción se calcula incluyendo las pérdidas de producción esperadas por la empresa sanitaria.

- a. **Aguas Andinas S.A.:** Corresponde a la principal empresa de agua potable de la cuenca, perteneciendo al Grupo Aguas. Es concesionaria de servicios públicos de producción y distribución de agua potable, y de recolección y disposición de aguas servidas en gran parte de la Región Metropolitana. Abastece del servicio de agua potable a una población aproximada de seis millones de habitantes, distribuida entre el Gran Santiago y las localidades periféricas. Éstas últimas se enumeran a continuación:

- o El Canelo
- o San Gabriel
- o San José de Maipo
- o Buin-Maipo
- o Talagante
- o El Monte
- o Pomaire
- o Valdivia de Paine
- o Isla de Maipú

- Curacaví
- Malloco-Peñaflor
- Calera de Tango
- Til Til
- Padre Hurtado

El sistema de abastecimiento de agua potable utilizado es mixto, puesto que se basa en fuentes superficiales en un 85% y en fuentes subterráneas el 15% restante. Las captaciones superficiales conforman tres sistemas independientes entre sí, mientras que las aguas subterráneas se captan desde diferentes sondajes ubicados en diferentes puntos de la cuenca, con un total de 161 sondajes de los cuales 101 se encuentran en operación. A continuación se presenta la descripción de cada sistema.

a.1 Sistema Maipo

El río Maipo corresponde a la fuente de recursos de aguas superficiales más importante de la cuenca. Desde el punto de vista de abastecimiento de agua potable, el río Maipo cuenta con una fuente, correspondiente al embalse el Yeso, éste entrega un caudal determinado al río según la demanda requerida. Las captaciones que permiten la posterior entrega para su uso potable son dos, la primera, Toma Independiente, ubicada en el sector de la Obra, y la segunda Toma Alternativa Canal San Carlos (Casas Viejas) captan las aguas desde el río Maipo, para ser conducidas a las plantas de tratamiento localizadas en el complejo Las Vizcachas.

a.2 Sistema Laguna Negra

Este sistema está conformado por dos lagunas de cabecera, ubicadas en quebradas afluentes del río Yeso, la Laguna Negra y la laguna Lo Encañado, además de un acueducto.

Las fuentes actuales que incluye este sistema son las siguientes:

- Laguna Negra
- Laguna Lo Encañado
- Drenes Azulillos
- Manzanito
- El Canelo
- El Manzano
- San Nicolás

Con respecto a la Laguna Negra, corresponde a un embalse natural ubicado en el sector cordillerano y descarga hacia la Laguna Lo Encañado. Por su parte el

acueducto Laguna Negra, nace desde el sector denominado Drenes Azuillos, recorre 60 km por la ribera derecha de los ríos Yeso y Maipo hasta la entrada de la Planta de Filtros Las Vizcachas. En su recorrido recibe el aporte de las captaciones Drenes Azuillo, Canal Romazas, Estero El Manzanito, Río Yeso, Estero San Nicolás, Estero El Manzano y Estero El Canelo.

Además de estas captaciones existen otras que actualmente se encuentran fuera de servicio, que son:

- La Cascada.
- San Gabriel
- Coyanco
- San José de Maipo
- Manzano Bajo
- Guayacán.

a.3 Sistema Santiago

El Sistema Santiago consta de una fuente superficial, correspondiente a la Quebrada de Ramón, y una fuente subterráneas captadas a través de los Drenes de Vitacura.

En el Cuadro 5.4.2.3-1 se presenta el resumen de las captaciones superficiales de la etapa de producción de este sistema y sus derechos de agua.

De acuerdo a lo señalado en los Planes de Desarrollo vigentes de Aguas Andinas S.A., para abastecer al Gran Santiago se dispone de un total de 161 sondajes, de los cuales 101 se encuentran en explotación. En relación a los caudales de derecho, estos alcanzan a 10.102 L/s, mientras que el nivel de explotación actual es de 5.057 L/s.

En el Cuadro 5.4.2.3-2 se muestran los caudales mensuales captados desde las fuentes existentes, tanto superficiales como subterráneas.

La proyección de las demandas de agua potable se realizó considerando la información del estudio presentado en la Ref. 1, los que a su vez obtuvieron esta información de la misma empresa Aguas Andinas, de los Planes de Desarrollo, y Estudios Tarifarios. Por su parte se estima que la fuente más confiable corresponde a los Estudios Tarifarios de las empresas, porque constituyen el resultado del análisis conjunto de los prestadores y del organismo regulador especializado en el sector.

CUADRO 5.4.2.3-1
CAPTACIONES SUPERFICIALES DE ETAPA PRODUCCIÓN

Captación	Derechos constituidos y/o en uso		Res. DGA	Capacidad (L/s)
	(L/s) (1)	Acciones		
Romazas	(*1)		s/Res	3.000
Río Yeso	(*2)		s/Res	1.500
Manzanito	377		Causal Rol 5669	800
San Nicolás	270		Causal Rol 5669	1.000
El Manzano	300		289	300
El Canelo Baja	220		Causal Rol 5669	220
San Gabriel	270		Causal Rol 5669	(*3)
Coyanco	300		Causal Rol 5669	(*3)
San José	300		Causal Rol 5669	(*3)
Toma Independiente	22.000 (eventuales)	1256 (*4)	s/i	22.000
Toma alternativa Canal San Carlos (Casas Viejas)	(*5)		s/i	12.000
Quebrada de Ramón	650		Causal Rol 2091	15.000
Canal de la Luz (Derechos Toma Ind. Canal San Carlos)		282 (*4)	s/i	
Embalse El Yeso	400 Mm ³ /año		389 (*6)	30.000

Nota:

- (1) Capacidad total en fuente con 90% de Prob. Excedencia, en mes de máximo consumo
 (*1) Utiliza derechos de Laguna Negra y Lo Encañado
 (*2) Utiliza derechos del Embalse El Yeso
 (*3) Fuera de Servicio
 (*4) Corresponde a acciones en río Maipo. Adicionalmente se dispone de 22 m³/s de derechos eventuales
 (*5) Utiliza derechos considerados en Toma Independiente
 (*6) Derechos eventuales en río Yeso. La capacidad del Embalse El Yeso es de 250 Mm³

Fuente: Aguas Andinas (2005)

CUADRO 5.4.2.3-2
CAUDALES CAPTADOS DESDE LAS FUENTES EXISTENTES QUE ABASTECEN EL GRAN SANTIAGO, CON UN 90% DE PROBABILIDAD DE EXCEDENCIA

Mes	Captaciones Superficiales (L/s)				Captaciones Subterráneas (L/s)
	Río Maipo	Embalse El Yeso	Laguna Negra	Quebrada Ramón	
Enero	19.016	0	1.087	91	4.613
Febrero	14.881	3.564	862	85	4.613
Marzo	11.167	6.299	703	67	4.613
Abril	8.189	8.435	664	49	4.613
Mayo	6.673	7.916	685	65	4.613
Junio	7.080	5.978	746	88	4.613
Julio	6.779	5.381	726	122	4.613
Agosto	6.982	4.924	821	156	4.613
Septiembre	7.530	4.658	985	173	4.613
Octubre	10.102	2.567	1.205	163	4.613
Noviembre	17.040	0	1.380	135	4.613
Diciembre	19.906	0	1.505	108	4.613

Fuente: Aguas Andinas (2005)

Para el área de concesión de Aguas Andinas, la proyección de consumos para el 4º Proceso Tarifario se señala en el Cuadro 5.4.2.3-3, a nivel de usuarios, para el conjunto de la empresa, considerando las proyecciones presentadas en el estudio de la Ref. 1 hasta el año 2025 y la extensión hasta el año 2027 realizado en el presente estudio.

**CUADRO 5.4.2.3-3
PROYECCIÓN DE CONSUMOS ANUALES
AGUAS ANDINAS**

Año	Población (millones)	Consumo Anual (Mm ³)	Consumo per Cápita (L/hab/día)	Caudal Medio (m ³ /s)
2006	5,08	409,4	220,7	13,0
2007	5,15	412,6	219,3	13,1
2008	5,23	415,9	218,0	13,2
2009	5,30	419,2	216,9	13,3
2010	5,36	422,2	215,9	13,4
2011	5,42	425,2	214,9	13,5
2012	5,49	428,1	213,8	13,6
2013	5,55	431,0	212,7	13,7
2014	5,61	434,0	211,8	13,8
2015	5,68	437,0	210,9	13,9
2016	5,74	439,9	209,9	14,0
2017	5,81	442,9	209,0	14,0
2018	5,87	445,9	208,0	14,1
2019	5,94	448,9	207,0	14,2
2020	6,00	451,0	206,0	14,3
2021	6,06	452,9	204,9	14,4
2022	6,11	454,8	203,9	14,4
2023	6,17	456,6	202,8	14,5
2024	6,22	458,3	201,8	14,5
2025	6,28	459,8	200,7	14,6
2026	6,28	460,9	201,1	14,6
2027	6,34	463,6	200,5	14,7

Nota: La proyección de los Planes de Desarrollo y del Estudio Tarifario alcanza hasta el 2019; para los años futuros se proyectó en forma tendencial el consumo per cápita y la población, para obtener el consumo anual.

Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

A partir de la información disponible, los consumos anuales a nivel de usuario y de las distribuciones históricas de la demanda mensual se proyectó el consumo mensual a nivel de fuente, considerando una pérdida promedio de 32,8%, que se compone de una pérdida del 25% a nivel de redes de distribución y de 10% por tratamiento, que afecta a las fuentes superficiales, y que representan el 78,1% del total.

En el Cuadro 5.4.2.3-4 se presentan los volúmenes mensuales y totales anual demandados a nivel de producción, expresados en (L/s), además de la demanda de producción anual en m³ a través de los años. Los datos actualizados proporcionados fueron por Aguas Andinas S.A., además se hizo una proyección hasta el año 2027.

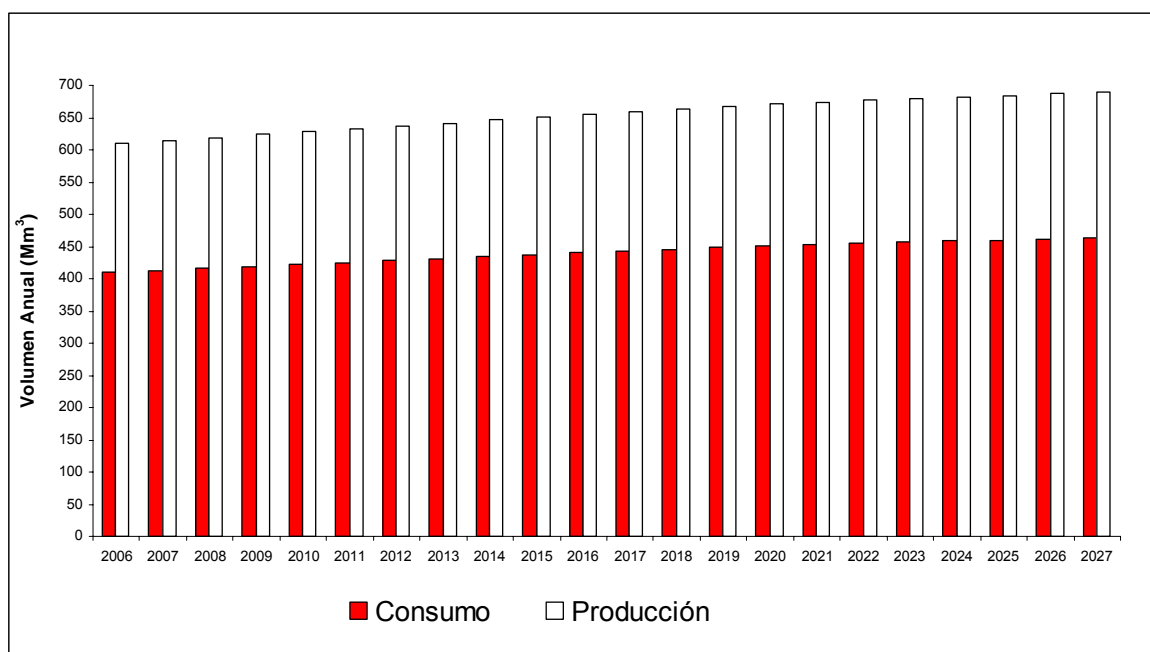
**CUADRO 5.4.2.3-4
PROYECCIÓN DE PRODUCCIÓN
AGUAS ANDINAS S.A.**

Año	Ene (m³/s)	Feb (m³/s)	Mar (m³/s)	Abr (m³/s)	May (m³/s)	Jun (m³/s)	Jul (m³/s)	Ago (m³/s)	Sep (m³/s)	Oct (m³/s)	Nov (m³/s)	Dic (m³/s)	Caudal Medio (m³/s)	Producción Anual Mm³
2006	22,2	23,8	20,5	20,4	18,0	17,2	15,9	15,8	16,8	16,8	21,5	23,4	19,3	609,3
2007	22,4	24,0	20,7	20,5	18,1	17,4	16,0	15,9	16,9	16,9	21,6	23,6	19,5	614,1
2008	22,7	24,2	20,8	20,7	18,2	17,5	16,2	16,1	17,0	17,1	21,8	23,8	19,6	619,0
2009	22,8	24,4	21,0	20,9	18,4	17,7	16,3	16,2	17,2	17,2	22,0	23,9	19,8	623,9
2010	22,9	24,6	21,1	21,0	18,5	17,8	16,4	16,3	17,3	17,3	22,1	24,1	19,9	628,4
2011	23,1	24,7	21,3	21,2	18,7	17,9	16,5	16,4	17,4	17,5	22,3	24,3	20,1	632,9
2012	23,2	24,9	21,4	21,3	18,8	18,0	16,6	16,5	17,5	17,6	22,5	24,4	20,2	637,2
2013	23,4	25,1	21,6	21,4	18,9	18,2	16,8	16,6	17,6	17,7	22,6	24,6	20,3	641,5
2014	23,6	25,3	21,7	21,6	19,0	18,3	16,9	16,8	17,8	17,8	22,8	24,8	20,5	646,0
2015	23,7	25,4	21,9	21,7	19,2	18,4	17,0	16,9	17,9	17,9	22,9	25,0	20,6	650,3
2016	23,9	25,6	22,0	21,9	19,3	18,5	17,1	17,0	18,0	18,1	23,1	25,1	20,8	654,8
2017	24,0	25,8	22,2	22,0	19,4	18,7	17,2	17,1	18,1	18,2	23,2	25,3	20,9	659,2
2018	24,2	25,9	22,3	22,2	19,6	18,8	17,3	17,2	18,2	18,3	23,4	25,5	21,0	663,6
2019	24,4	26,1	22,5	22,3	19,7	18,9	17,4	17,3	18,4	18,4	23,5	25,6	21,2	668,1
2020	24,5	26,2	22,6	22,4	19,8	19,0	17,5	17,4	18,5	18,5	23,7	25,8	21,3	671,2
2021	24,6	26,4	22,7	22,5	19,9	19,1	17,6	17,5	18,5	18,6	23,8	25,9	21,4	674,1
2022	24,7	26,5	22,8	22,6	19,9	19,2	17,7	17,6	18,6	18,7	23,9	26,0	21,5	676,9
2023	24,8	26,6	22,9	22,7	20,0	19,2	17,7	17,6	18,7	18,8	23,9	26,1	21,5	679,5
2024	24,9	26,7	22,9	22,8	20,1	19,3	17,8	17,7	18,7	18,8	24,0	26,2	21,6	682,0
2025	25,0	26,8	23,0	22,9	20,2	19,4	17,9	17,8	18,8	18,9	24,1	26,3	21,7	684,4
2026	25,1	26,9	23,1	23,0	20,2	19,4	17,9	17,8	18,9	19,0	24,2	26,4	21,8	688,2
2027	25,1	27,0	23,2	23,1	20,3	19,5	18,0	17,9	19,0	19,0	24,3	26,5	21,9	690,7

Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

Finalmente, considerando las demandas de producción y consumo anuales proyectados en Mm³ para el período 2006 al 2027, presentadas en los Cuadros 5.4.2.3-3 y 5.4.2.3-4 se tiene el gráfico representativo de ambas demandas proyectadas, el que se presenta en la Figura 5.4.2.3-1.

FIGURA 5.4.2.3-1
PROYECCIÓN DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN ANUAL (Mm³)
AGUAS ANDINAS S.A.



Fuente: Elaboración Propia

b. Aguas Cordillera S.A.

Aguas Cordillera S.A. es una empresa perteneciente al Grupo Aguas que atiende los servicios sanitarios a parte de la zona nororiente del Gran Santiago, cubriendo una superficie de 6.200 ha, que incluye a las comunas de Las Condes, Vitacura, y Lo Barnechea.

El sistema de agua potable produce cerca de 75 Mm³ de agua anualmente a la salida de sus plantas, de los cuales un 18% corresponde a fuentes hídricas subterráneas y un 82% a fuentes hídricas superficiales. Las aguas subterráneas son extraídas del acuífero AC-05 según la clasificación presentada en la Figura 5.1.2-1.

Los recursos superficiales provienen de los ríos Mapocho y Maipo, y en menor medida de los esteros Arrayán, Las Hualtatas y El Manzano; mientras que los recursos subterráneos son captados mediante sondajes desde acuíferos pertenecientes a la cuenca del río Mapocho. En el Cuadro 5.4.2.3-5 se presentan las

fuentes superficiales y sus capacidades y en la Cuadro 5.4.2.3-6 las fuentes subterráneas.

**CUADRO 5.4.2.3-5
FUENTES SUPERFICIALES**

Planta	Fuente Superficial	Capacidad (L/s)
Arrayán	Estero Arrayán	300
La Dehesa	Embalse La Dehesa	350
Lo Gallo	Río Mapocho	1.900
Padre Hurtado	Canal Las Perdices	1.000
San Enrique	Río Mapocho	2.000
Vitacura	Río Mapocho	270

Fuente: Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

**CUADRO 5.4.2.3-6
FUENTES SUBTERRÁNEAS – SONDAJES**

Total de Sondeos	Nº de Sondeos en explotación	Caudal de derecho (*) (L/s)	Caudal de explotación actual (L/s)	Acuífero
39	35	2.055	1.900	AC-

Nota: (*) Incluye derechos en trámite.

Fuente: Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

Para el área de concesión de Aguas Cordillera, la proyección de consumo para el 4º Proceso Tarifario se presenta en el Cuadro 5.4.2.3-7, a nivel de usuarios.

A partir de los consumos anuales a nivel de usuario y de las distribuciones históricas de la demanda mensual se proyectó el consumo mensual a nivel de fuente, considerando lo señalado por la empresa en cuanto a que la pérdida promedio alcanza el 15%, y que se compone de una pérdida del 15% a nivel de redes de distribución y que no incluye pérdidas por tratamiento.

En el Cuadro 5.4.2.3-8 se presentan los volúmenes mensuales y totales anual demandados a nivel de producción, expresados en (L/s), además de la demanda de producción anual en m³ a través de los años. Los datos actualizados fueron proporcionados por Aguas Cordillera S.A., además se hizo una proyección hasta el año 2027.

Por último, considerando las demandas de producción y consumo anuales proyectadas en Mm^3 para el período 2006 al 2027, presentadas en los cuadros anteriores, se tiene la Figura 5.4.2.3-2 representativa de ambas demandas proyectadas.

CUADRO 5.4.2.3-7
PROYECCIÓN DE CONSUMOS ANUALES
AGUAS CORDILLERA S.A.

Año	Población (millones)	Consumo Anual (Mm^3)	Consumo per Cápita (L/hab/día)	Caudal Medio (m^3/s)
2006	0,33	59,9	502,9	1,9
2007	0,33	60,5	500,2	1,9
2008	0,34	61,0	497,1	1,9
2009	0,34	61,5	493,0	1,9
2010	0,35	62,0	489,0	2,0
2011	0,35	62,5	485,1	2,0
2012	0,36	63,1	481,4	2,0
2013	0,37	63,6	477,6	2,0
2014	0,37	64,2	475,3	2,0
2015	0,37	64,7	473,3	2,1
2016	0,38	65,3	471,3	2,1
2017	0,38	65,9	469,4	2,1
2018	0,39	66,4	467,4	2,1
2019	0,39	67,0	465,5	2,1
2020	0,40	67,6	463,6	2,1
2021	0,40	68,1	461,7	2,2
2022	0,41	68,7	459,8	2,2
2023	0,41	69,3	457,7	2,2
2024	0,42	69,8	455,9	2,2
2025	0,42	70,4	453,9	2,2
2026	0,46	70,9	423,4	2,2
2027	0,46	71,4	422,1	2,3

Nota: La proyección del Plan de Desarrollo y del Estudio Tarifario alcanza hasta el 2019; para los años futuros se proyectó en forma tendencial el consumo per cápita y la población, para obtener el consumo anual

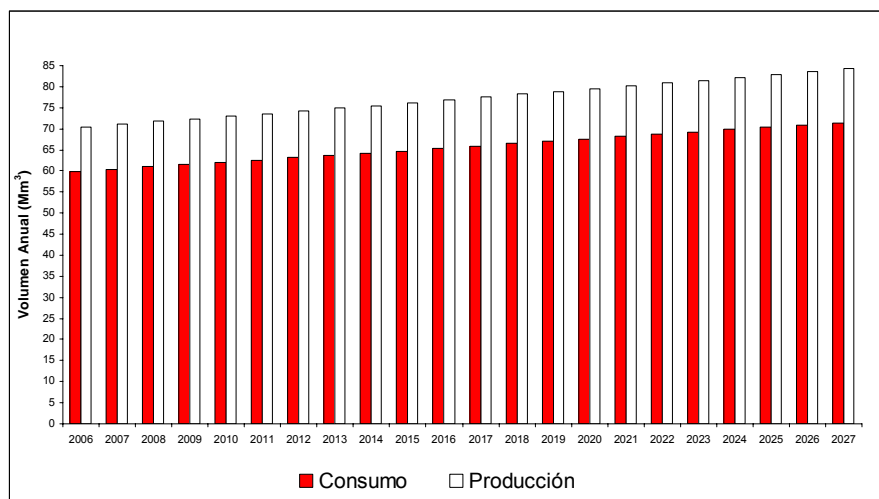
Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

**CUADRO 5.4.2.3-8
PROYECCIÓN DE PRODUCCIÓN
AGUAS CORDILLERA S.A.**

Año	Ene (m³/s)	Feb (m³/s)	Mar (m³/s)	Abr (m³/s)	May (m³/s)	Jun (m³/s)	Jul (m³/s)	Ago (m³/s)	Sep (m³/s)	Oct (m³/s)	Nov (m³/s)	Dic (m³/s)	Caudal Medio (m³/s)	Producción Anual Mm³
2006	2,6	2,8	2,4	2,4	2,1	2,0	1,8	1,8	1,9	1,9	2,5	2,7	2,2	70,5
2007	2,6	2,8	2,4	2,4	2,1	2,0	1,9	1,8	2,0	2,0	2,5	2,7	2,3	71,1
2008	2,6	2,8	2,4	2,4	2,1	2,0	1,9	1,9	2,0	2,0	2,5	2,8	2,3	71,7
2009	2,6	2,8	2,4	2,4	2,1	2,0	1,9	1,9	2,0	2,0	2,5	2,8	2,3	72,3
2010	2,7	2,9	2,5	2,4	2,2	2,1	1,9	1,9	2,0	2,0	2,6	2,8	2,3	72,9
2011	2,7	2,9	2,5	2,5	2,2	2,1	1,9	1,9	2,0	2,0	2,6	2,8	2,3	73,6
2012	2,7	2,9	2,5	2,5	2,2	2,1	1,9	1,9	2,0	2,0	2,6	2,8	2,4	74,2
2013	2,7	2,9	2,5	2,5	2,2	2,1	2,0	1,9	2,1	2,1	2,6	2,9	2,4	74,9
2014	2,8	3,0	2,5	2,5	2,2	2,1	2,0	2,0	2,1	2,1	2,7	2,9	2,4	75,5
2015	2,8	3,0	2,6	2,5	2,2	2,2	2,0	2,0	2,1	2,1	2,7	2,9	2,4	76,2
2016	2,8	3,0	2,6	2,6	2,3	2,2	2,0	2,0	2,1	2,1	2,7	2,9	2,4	76,8
2017	2,8	3,0	2,6	2,6	2,3	2,2	2,0	2,0	2,1	2,1	2,7	3,0	2,5	77,5
2018	2,9	3,1	2,6	2,6	2,3	2,2	2,0	2,0	2,1	2,2	2,8	3,0	2,5	78,2
2019	2,9	3,1	2,7	2,6	2,3	2,2	2,1	2,0	2,2	2,2	2,8	3,0	2,5	78,8
2020	2,9	3,1	2,7	2,7	2,3	2,2	2,1	2,1	2,2	2,2	2,8	3,1	2,5	79,5
2021	2,9	3,1	2,7	2,7	2,4	2,3	2,1	2,1	2,2	2,2	2,8	3,1	2,5	80,2
2022	2,9	3,2	2,7	2,7	2,4	2,3	2,1	2,1	2,2	2,2	2,9	3,1	2,6	80,9
2023	3,0	3,2	2,7	2,7	2,4	2,3	2,1	2,1	2,2	2,2	2,9	3,1	2,6	81,5
2024	3,0	3,2	2,8	2,7	2,4	2,3	2,1	2,1	2,3	2,3	2,9	3,2	2,6	82,2
2025	3,0	3,2	2,8	2,8	2,4	2,3	2,2	2,1	2,3	2,3	2,9	3,2	2,6	82,8
2026	3,0	3,3	2,8	2,8	2,5	2,4	2,2	2,2	2,3	2,3	2,9	3,2	2,7	83,6
2027	3,1	3,3	2,8	2,8	2,5	2,4	2,2	2,2	2,3	2,3	3,0	3,2	2,7	84,2

Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

**FIGURA 5.4.2.3-2
PROYECCIÓN DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN ANUAL (Mm³)
AGUAS CORDILLERA S.A.**



Fuente: Elaboración Propia

c. Aguas Manquehue S.A.

Empresa perteneciente al Grupo Aguas. Forma parte de Aguas Andinas S.A, desde el 30 de enero de 2001. Su área de concesión cubre los sectores de Santa María de Manquehue, Los Trapenses en La Dehesa, Chicureo en Colina y una parte de Huechuraba. Las fuentes de recursos son superficiales y subterráneas. En el caso de las fuentes superficiales, posee dos captaciones superficiales, el Estero Las Hualtatas y el Canal La Dehesa. Las aguas de ambas captaciones son conducidas a la Planta de Filtros Punta de Águilas que posee una capacidad de producción de 300 L/s. En el Cuadro 5.4.2.3-9 se indican sus principales características. Con respecto a las aguas subterráneas, se tiene que las características de las explotaciones se presentan en el Cuadro 5.4.2.3-10 y que el agua se extrae de los acuíferos AC-01, AC-03, AC-05 y AC-06.

**CUADRO 5.4.2.3-9
CAPTACIONES SUPERFICIALES**

Fuente	Captación	Capacidad (L/s)
Río Mapocho	Planta elevadora Las Pataguas desde el Canal La Dehesa	180
Esteros Las Hualtatas	Punta de Águila	300

Fuente: Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

**CUADRO 5.4.2.3-10
FUENTES SUBTERRÁNEAS – SONDAJES**

Situación Actual de Sondeos	Nº de Sondeos	Caudal de derecho (L/s)
En explotación	16	380.28
Fuera de servicio	12	169.57
Uso futuro	3	46.00
Total	31	595.85

Fuente: Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

Para el área de concesión de Aguas Manquehue, la proyección de demanda de consumo para el 4º Proceso Tarifario se presenta en el Cuadro 5.4.2.3-11

A partir de los consumos anuales a nivel de usuario y de las distribuciones históricas de la demanda mensual se proyectó el consumo mensual a nivel de fuente, considerando una pérdida promedio de 15%, que corresponde a las pérdidas a nivel de tratamiento y de distribución propuesto por Aguas Manquehue S.A. en su Plan de Desarrollo.

En el Cuadro 5.4.2.3-12 se presentan los volúmenes mensuales y totales anual demandados a nivel de producción, además de la demanda de producción anual en Mm^3 . Los datos actualizados fueron proporcionados por Aguas Manquehue S.A., además se hizo una proyección hasta el año 2027.

**CUADRO 5.4.2.3-11
PROYECCIÓN DE CONSUMOS ANUALES
AGUAS MANQUEHUE S.A.**

Año	Población (millones de habitantes)	Consumo Anual (Mm^3)	Consumo per Cápita (L/hab/día)	Caudal Medio (L/s)
2006	0,03	8,1	807,2	256,1
2007	0,03	8,8	813,5	278,8
2008	0,03	9,8	819,0	309,8
2009	0,04	11,1	811,9	353,3
2010	0,04	12,5	794,5	394,9
2011	0,05	13,7	774,0	433,8
2012	0,05	14,9	754,3	472,4
2013	0,06	16,1	734,5	510,3
2014	0,07	17,4	716,2	553,0
2015	0,07	18,8	699,1	594,9
2016	0,08	20,0	683,6	634,9
2017	0,09	21,3	669,8	674,9
2018	0,09	22,5	656,7	712,1
2019	0,10	23,6	647,3	748,8
2020	0,10	24,3	635,9	769,2
2021	0,11	24,8	622,3	787,4
2022	0,11	25,5	612,0	810,1
2023	0,12	26,2	599,7	830,5
2024	0,13	26,8	587,1	850,9
2025	0,13	27,5	575,8	873,6
2026	0,14	28,2	569,8	894,3
2027	0,14	28,9	560,1	915,4

Nota: La proyección del Plan de Desarrollo y del Estudio Tarifario alcanza hasta el 2019; para los años futuros se proyectó en forma tendencial el consumo per cápita y la población, para obtener el consumo anual

Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

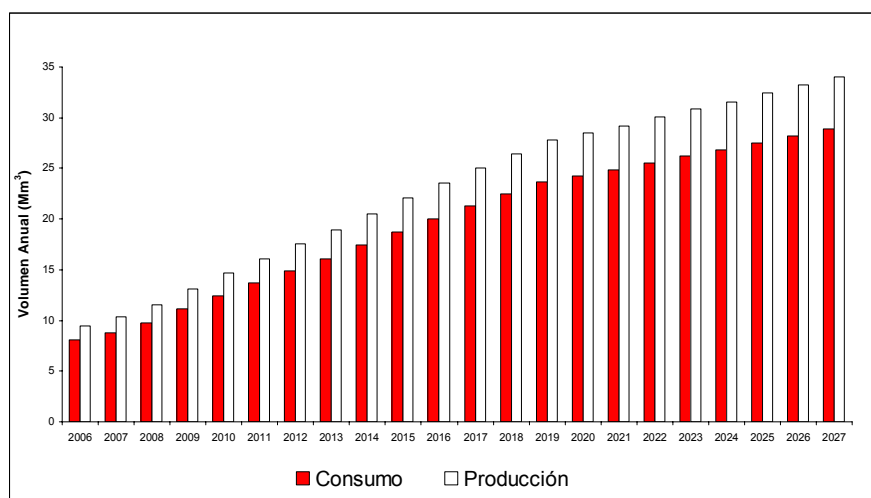
Por último, considerando las demandas de producción y consumo anuales proyectadas en Mm^3 para el período 2006 al 2027, presentadas anteriormente, se tiene el gráfico de la Figura 5.4.2.3-3 representativo de ambas demandas proyectadas.

CUADRO 5.4.2.3-12
PROYECCIÓN DE PRODUCCIÓN
AGUAS MANQUEHUE S.A.

Año	Ene (m³/s)	Feb (m³/s)	Mar (m³/s)	Abr (m³/s)	May (m³/s)	Jun (m³/s)	Jul (m³/s)	Ago (m³/s)	Sep (m³/s)	Oct (m³/s)	Nov (m³/s)	Dic (m³/s)	Caudal Medio (m³/s)	Producción Anual (Mm³)
2006	0,346	0,371	0,320	0,317	0,280	0,270	0,248	0,247	0,261	0,261	0,334	0,365	0,302	9,5
2007	0,377	0,404	0,349	0,345	0,306	0,294	0,271	0,269	0,284	0,284	0,365	0,398	0,329	10,3
2008	0,419	0,451	0,388	0,384	0,339	0,327	0,302	0,299	0,317	0,317	0,406	0,442	0,366	11,5
2009	0,477	0,513	0,443	0,438	0,387	0,372	0,343	0,342	0,361	0,361	0,462	0,504	0,417	13,1
2010	0,533	0,573	0,494	0,489	0,432	0,416	0,383	0,381	0,402	0,402	0,515	0,563	0,465	14,7
2011	0,586	0,630	0,544	0,538	0,475	0,456	0,421	0,419	0,444	0,444	0,568	0,619	0,512	16,1
2012	0,638	0,686	0,591	0,585	0,517	0,496	0,459	0,455	0,481	0,481	0,617	0,673	0,557	17,5
2013	0,690	0,741	0,639	0,632	0,559	0,538	0,495	0,493	0,520	0,52	0,667	0,727	0,602	18,9
2014	0,748	0,803	0,692	0,686	0,607	0,582	0,537	0,535	0,566	0,566	0,723	0,789	0,653	20,5
2015	0,804	0,862	0,743	0,737	0,65	0,624	0,577	0,572	0,607	0,607	0,778	0,847	0,701	22,1
2016	0,859	0,922	0,794	0,787	0,695	0,668	0,616	0,614	0,648	0,648	0,830	0,907	0,749	23,6
2017	0,913	0,980	0,845	0,836	0,740	0,710	0,657	0,652	0,689	0,689	0,882	0,962	0,796	25,0
2018	0,962	1,034	0,893	0,883	0,780	0,749	0,692	0,687	0,728	0,728	0,931	1,017	0,840	26,4
2019	1,011	1,084	0,937	0,927	0,820	0,788	0,727	0,722	0,763	0,763	0,979	1,067	0,882	27,8
2020	1,040	1,116	0,964	0,954	0,844	0,809	0,748	0,743	0,785	0,785	1,006	1,096	0,908	28,5
2021	1,063	1,141	0,985	0,975	0,863	0,829	0,765	0,760	0,804	0,804	1,029	1,122	0,928	29,2
2022	1,093	1,173	1,012	1,002	0,887	0,853	0,786	0,782	0,826	0,826	1,058	1,154	0,954	30,1
2023	1,122	1,205	1,038	1,028	0,908	0,874	0,806	0,801	0,847	0,847	1,085	1,183	0,979	30,8
2024	1,150	1,234	1,065	1,055	0,933	0,896	0,827	0,822	0,869	0,869	1,114	1,214	1,004	31,6
2025	1,179	1,265	1,091	1,082	0,957	0,918	0,847	0,842	0,891	0,891	1,140	1,243	1,029	32,4
2026	1,208	1,295	1,117	1,108	0,980	0,939	0,867	0,862	0,912	0,912	1,168	1,273	1,053	33,2
2027	1,236	1,326	1,144	1,135	1,004	0,961	0,888	0,882	0,934	0,934	1,196	1,303	1,079	34,0

Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

FIGURA 5.4.2.3-3
PROYECCIÓN DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN ANUAL (Mm³)
AGUAS MANQUEHUE



Fuente: Elaboración Propia

d. Aguas Los Domínicos S.A.

Esta empresa sirve el sector de Los Domínicos en la comuna de Las Condes, y de igual forma pertenece al Grupo Aguas.

Se abastece con aguas superficiales desde el río Mapocho, a través de una captación en el canal El Bollo de 600 L/s de capacidad. Las aguas captadas son conducidas por una tubería de 400 mm y 400 m de longitud, al recinto Los Dominicos donde se ubican dos pequeños embalses de 10.000 y 40.000 m³ respectivamente. Además recibe además aguas provenientes de la empresa Aguas Cordillera S.A.

Para el área de concesión de la empresa, la proyección de demanda de consumo para el 4º Proceso Tarifario a nivel de usuarios, se presenta en el Cuadro 5.4.2.3-13.

**CUADRO 5.4.2.3-13
PROYECCIÓN DE CONSUMOS ANUALES
AGUAS LOS DOMÍNICOS S.A.**

Año	Población (Millones)	Consumo Anual (Mm³)	Consumo per Cápita (L/hab/día)	Caudal Medio (L/s)
2006	0,018	4,4	670,4	140
2007	0,019	4,5	649,6	143
2008	0,020	4,6	631,1	145
2009	0,021	4,6	610,4	147
2010	0,022	4,7	587,5	148
2011	0,023	4,7	566,6	149
2012	0,024	4,7	547,6	150
2013	0,025	4,8	530,1	151
2014	0,026	4,8	514,0	152
2015	0,027	4,8	499,3	154
2016	0,028	4,9	485,6	155
2017	0,029	4,9	472,9	156
2018	0,030	5,0	461,1	157
2019	0,030	5,0	450,2	159
2020	0,031	5,1	443,6	161
2021	0,032	5,1	433,4	162
2022	0,033	5,1	423,7	163
2023	0,034	5,2	414,5	164
2024	0,035	5,2	408,3	166
2025	0,036	5,3	400,1	167
2026	0,004	5,3	394,3	169
2027	0,004	5,4	386,7	170

Nota: La proyección del Plan de Desarrollo y del Estudio Tarifario alcanza hasta el 2019; para los años futuros se proyectó en forma tendencial el consumo per cápita y la población, para obtener el consumo anual.

Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

A partir de los consumos anuales a nivel de usuario y de las distribuciones históricas de la demanda mensual se proyectó el consumo mensual a nivel de fuente, considerando una pérdida promedio de 15%, que corresponde las pérdidas a nivel de distribución. En el Cuadro 5.4.2.3-14 se indican los volúmenes mensuales y totales anual demandados a nivel de producción, expresados en (L/s), datos actualizados proporcionados por Aguas Los Dominicos S.A.

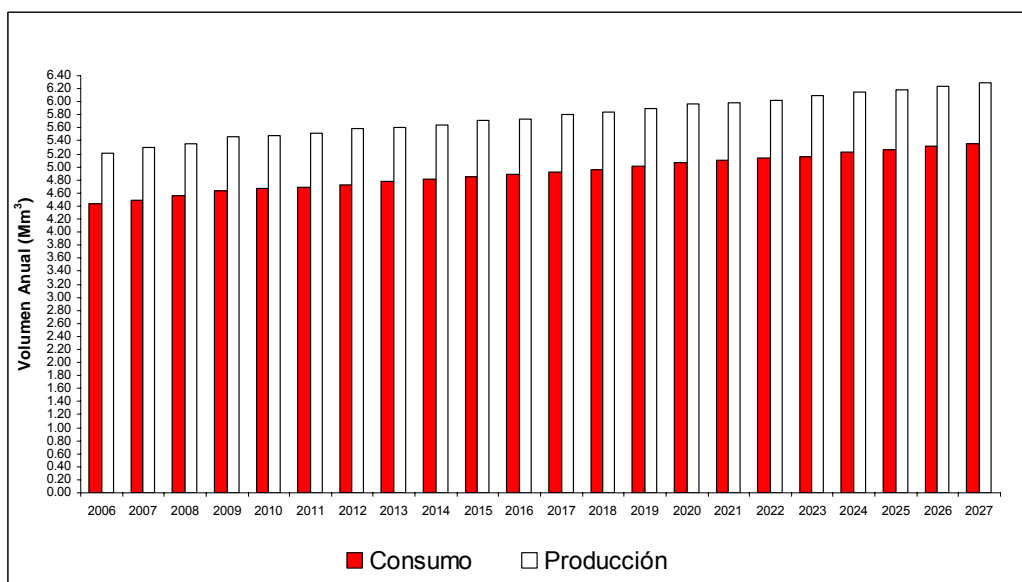
CUADRO 5.4.2.3-14
PROYECCIÓN DE DEMANDAS A NIVEL DE PRODUCCIÓN (L/S)
AGUAS LOS DOMÍNICOS S.A.

Año	Ene (L/s)	Feb (L/s)	Mar (L/s)	Abr (L/s)	May (L/s)	Jun (L/s)	Jul (L/s)	Ago (L/s)	Sep (L/s)	Oct (L/s)	Nov (L/s)	Dic (L/s)	Caudal Medio (L/s)	Producción Anual (Mm ³)
2006	190	203	175	174	153	147	136	135	143	144	183	199	165	9,5
2007	193	207	178	177	156	150	138	138	145	146	187	203	168	10,3
2008	195	210	180	180	158	151	140	139	148	148	189	206	170	11,5
2009	199	213	184	182	160	155	142	141	150	151	192	209	173	13,1
2010	200	214	184	183	162	155	143	142	150	151	193	211	174	14,7
2011	202	217	186	185	163	156	144	143	152	153	195	212	175	16,1
2012	203	217	187	186	163	157	146	144	153	153	196	213	177	17,5
2013	204	219	189	187	166	159	147	146	154	155	198	216	178	18,9
2014	206	221	190	189	166	160	147	146	155	156	199	217	179	20,5
2015	208	223	192	191	168	161	149	148	157	157	200	218	181	22,1
2016	209	224	193	192	169	162	150	148	158	159	202	220	182	23,6
2017	212	227	195	194	170	164	152	151	159	160	204	222	184	25,0
2018	212	228	196	196	172	165	152	151	161	161	206	224	185	26,4
2019	215	231	199	197	174	167	154	153	162	163	208	226	187	27,8
2020	217	234	200	200	176	169	156	155	164	165	210	229	189	28,5
2021	219	235	202	201	176	170	156	155	165	165	211	230	190	29,2
2022	221	236	204	202	178	171	158	157	166	167	213	232	191	30,1
2023	221	237	204	203	179	172	159	157	167	167	214	233	193	30,8
2024	224	240	207	206	182	174	161	160	169	170	217	237	195	31,6
2025	225	241	208	207	182	175	161	160	170	171	218	238	196	32,4
2026	227	243	210	209	184	177	163	162	172	173	220	241	198	33,2
2027	228	245	211	211	186	178	164	163	173	174	222	243	200	34,0

Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

Por último, considerando las demandas de producción y consumo anuales proyectadas en Mm³ para el período 2006 al 2027 se tiene el gráfico de la Figura 5.4.2.3-4 representativo de ambas demandas proyectadas.

FIGURA 5.4.2.3-4
PROYECCIÓN DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN ANUAL (Mm³)
AGUAS LOS DOMÍNICOS S.A.



Fuente: Elaboración Propia

e. Servicio Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Maipú - SMAPA

El sector operacional del Servicio Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Maipú (SMAPA), abastece a las comunas de Estación Central, Cerrillos y Maipú. Sus fuentes corresponden a aguas subterráneas captadas mediante sondajes

La producción proviene de la explotación del acuífero existente en el área de concesión del servicio (con profundidades que varían entre los 100 y 150 m aprox.), mediante 98 sondajes de captación operativos, de un total de 123 que captan sus aguas desde el acuífero AC-06 y AC-07.

En general, la caracterización del servicio está definida por una serie de plantas que agrupan varios sondajes que impulsan a un estanque común. Existen también pozos aislados que impulsan directamente a la red de distribución.

La información histórica entre el año 2001 y 2005 de demandas a nivel de producción fue proporcionada por la empresa. La proyección de demandas hasta el año 2025 fue proporcionado por la empresa, mientras que la extensión hasta el año 2027 fue realizada en el marco del presente estudio. Los resultados de este análisis se presentan en el Cuadro 5.4.2.3-15.

CUADRO 5.4.2.3-15
PROYECCIÓN DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN DE AGUA POTABLE
SMAPA

Año	Consumo (Mm³)	Producción (Mm³)	Pérdidas (%)
2004	46,7	77,7	39,9
2005	48,2	78,2	38,3
2010	53,5	82,0	34,7
2015	56,1	81,4	31,0
2020	57,7	80,6	28,5
2025	59,0	80,5	26,7

Nota: Caudal de consumo y proyecciones 2006 en adelante corresponde a información proporcionada por la Empresa

Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

Con respecto a las proyecciones de demanda, se realizó una extensión hasta el año 2027 de la demanda de producción, y luego considerando la información del porcentaje de pérdidas anuales, se calculó la demanda de consumo.

Las proyecciones consideran que a partir del año 2010 existe una reducción de pérdidas de distribución en la red, por lo que el caudal a producir va disminuyendo con el tiempo, aún cuando la demanda de consumo va permanentemente en aumento. A continuación se presenta la parte de la información base para la el calculo de demandas hasta el 2027, en lo que a pérdidas se refiere.

En el Cuadro 5.4.2.3-16 se muestran los volúmenes mensuales y total anual demandados a nivel de producción, expresados en (L/s), además de la demanda de consumo anual en m³ hasta el año 2027.

**CUADRO 5.4.2.3-16
PROYECCIÓN PRODUCCIÓN
SMAPA**

Año	Ene (m³/s)	Feb (m³/s)	Mar (m³/s)	Abr (m³/s)	May (m³/s)	Jun (m³/s)	Jul (m³/s)	Ago (m³/s)	Sep (m³/s)	Oct (m³/s)	Nov (m³/s)	Dic (m³/s)	Caudal Medio (m³/s)	Producción Anual (Mm³)
2006	2,9	2,9	2,7	2,4	2,2	2,2	2,1	2,2	2,3	2,5	2,7	2,9	2,5	78,9
2007	2,9	2,9	2,7	2,5	2,2	2,2	2,2	2,2	2,3	2,5	2,7	2,9	2,5	79,7
2008	3,0	2,9	2,7	2,5	2,3	2,2	2,2	2,2	2,4	2,5	2,8	2,9	2,6	80,4
2009	3,0	0,3	2,8	2,5	2,3	2,2	2,2	2,3	2,4	2,6	0,3	3,0	2,6	81,2
2010	3,0	3,0	2,8	2,5	2,3	2,3	2,2	2,3	2,4	2,6	2,8	3,0	2,6	82,0
2011	3,0	3,0	2,8	2,5	2,3	2,3	2,2	2,3	2,4	2,6	2,8	3,0	2,6	81,9
2012	3,0	3,0	2,8	2,5	2,3	2,2	2,2	2,3	2,4	0,3	2,8	0,3	2,6	81,7
2013	3,0	3,0	2,8	2,5	2,3	2,2	2,2	2,3	2,4	2,6	2,8	3,0	2,6	81,6
2014	3,0	3,0	2,8	2,5	2,3	2,2	2,2	2,3	2,4	2,6	0,0	3,0	2,6	81,5
2015	3,0	3,0	2,8	2,5	2,3	2,2	2,2	2,3	2,4	2,6	2,8	3,0	2,6	81,4
2016	3,0	3,0	2,8	2,5	2,3	2,2	2,2	2,3	2,4	2,6	0,3	3,0	2,6	81,2
2017	3,0	3,0	2,8	2,5	2,3	2,2	2,2	2,3	2,4	2,6	2,8	2,9	2,6	81,1
2018	3,0	2,9	2,8	2,5	2,3	2,2	2,2	2,3	2,4	2,6	0,3	0,3	2,6	80,9
2019	3,0	2,9	2,8	2,5	2,3	2,2	2,2	2,3	2,4	2,6	2,8	2,9	2,6	80,8
2020	3,0	2,9	2,7	2,5	2,3	2,2	2,2	2,2	2,4	2,6	0,3	2,9	2,6	80,6
2021	3,0	2,9	2,7	2,5	2,3	2,2	2,2	2,2	2,4	2,6	2,8	2,9	2,6	80,6
2022	3,0	2,9	2,7	2,5	2,3	2,2	2,2	2,2	2,4	2,6	2,8	2,9	2,6	80,6
2023	3,0	2,9	2,7	2,5	2,3	2,2	2,2	2,2	2,4	2,6	2,8	2,9	2,6	80,5
2024	3,0	2,9	2,7	2,5	2,3	2,2	2,2	2,2	2,4	2,6	2,8	2,9	2,6	80,5
2025	3,0	2,9	2,7	2,5	2,3	2,2	2,2	2,2	2,4	2,6	2,8	2,9	2,6	80,5
2026	3,0	2,9	2,7	2,5	2,3	2,2	2,2	2,2	2,4	2,6	2,8	2,9	2,6	80,5
2027	3,0	2,9	2,7	2,5	2,3	2,2	2,2	2,2	2,4	2,5	2,8	2,9	2,6	80,5

Nota: Datos año 1991 obtenido de Plan de Desarrollo (1992) considerando 40% pérdidas
 Período 1992 a 2000 interpolado
 Período 2001 a 2005 datos históricos proporcionados por SMAPA
 Período 2006 a 2025 datos proyectados proporcionados por SMAPA

Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

Posteriormente considerando las pérdidas planteadas en el Cuadro 5.4.2.3-15 para cada año, Se asume que el valor de entre los años descritos permanece constante. Lo mismo ocurre para las pérdidas del año 2026 y 2027.

A continuación se presenta en el Cuadro 5.4.2.3-17 un resumen de los valores de demanda de producción, pérdidas consideradas y demanda de consumo, calculadas con los valores de demanda de producción y pérdidas.

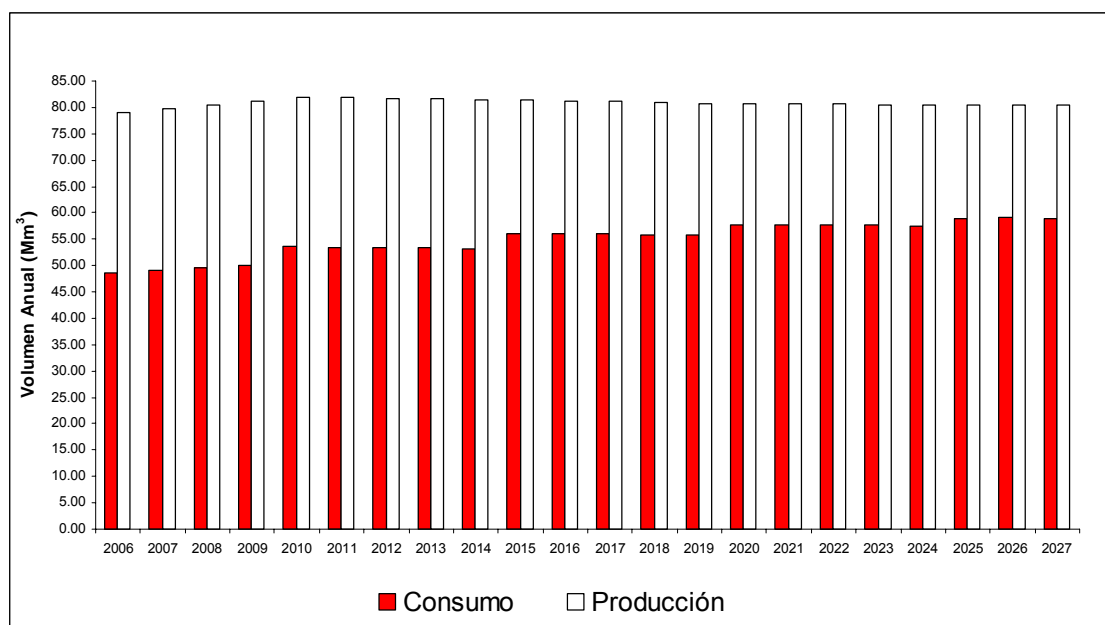
**CUADRO 5.4.2.3-17
DEMANDAS DE PRODUCCIÓN Y CONSUMO
SMAPA**

Año	Producción Anual (Mm³)	Consumo Anual (Mm³)	Pérdidas (%)
2006	78,9	48,7	38,3
2007	79,7	49,2	38,3
2008	80,4	49,6	38,3
2009	81,2	50,1	38,3
2010	82,0	53,5	34,7
2011	81,9	53,5	34,7
2012	81,7	53,4	34,7
2013	81,6	53,3	34,7
2014	81,5	53,2	34,7
2015	81,4	56,1	31,0
2016	81,2	56,0	31,0
2017	81,1	55,9	31,0
2018	80,9	55,8	31,0
2019	80,8	55,7	31,0
2020	80,6	57,7	28,5
2021	80,6	57,6	28,5
2022	80,6	57,6	28,5
2023	80,5	57,6	28,5
2024	80,5	57,6	28,5
2025	80,5	59,0	26,7
2026	80,5	59,0	26,7
2027	80,5	59,0	26,7

Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

Finalmente en la Figura 5.4.2.3-5 se muestra la proyección de consumo anual y de producción anual en Mm³, para el período 2006 a 2027.

FIGURA 5.4.2.3-5
PROYECCIÓN DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN ANUAL (Mm³)
SMAPA



Fuente: Elaboración Propia

f. Aguas Santiago Poniente S.A. - ASP

La zona de territorio operacional de los servicios de distribución de agua potable está ubicada en la comuna de Lo Prado, correspondiente a un área total aproximada de 1.055 ha, de las cuales el área neta a ocupar por el proyecto “Loteo Industrial Lo Prado” en el horizonte de 5 años alcanzaría a 812,3 ha.

El área de concesión se abastece con recursos provenientes de captaciones de agua subterránea en los terrenos de proyecto los que captan sus aguas desde el acuífero AC-06. Se cuenta con derechos de aguas constituidas por 580 L/s de ejercicio permanente y continuo (ver Cuadro 5.4.2.3-18), los cuales son suficientes para atender la demanda de los próximos 5 años.

En el Cuadro 5.4.2.3-19 se muestra el caudal anual de consumo y de producción, obtenidos del Plan de Desarrollo de la empresa, además de la extensión hasta el año 2027 realizado por este Consultor.

**CUADRO 5.4.2.3-18
DERECHOS DE AGUA**

Pozo Nº	Caudal (L/s)	Resolución DGA Nº	Condición Actual
1	41	261 del 14/6/95	Sin Habilitar
2	48	261 del 14/6/95	Sin Habilitar
3	70	261 del 14/6/95	Sin Habilitar
4	56	261 del 14/6/95	Sin Habilitar
5	74	261 del 14/6/95	Sin Habilitar
6	16	261 del 14/6/95	Sin Habilitar
7	74	261 del 14/6/95	Sin Habilitar
8	63	261 del 14/6/95	Sin Habilitar
10	54	En trámite	Sin Habilitar
11	68	674 del 10/8/99	En uso
12	55	En trámite	s/i
13	57	En trámite	Sin Habilitar
14	70	666 del 10/8/99	En uso
15	57	En trámite	s/i
17	100	En trámite	Sin Habilitar
22	80	En trámite	Sin Habilitar

Nota: s/i : sin información

**CUADRO 5.4.2.3-19
PROYECCIÓN DE CONSUMOS ANUALES
AGUAS SANTIAGO PONIENTE S.A.**

Año	Caudal de Consumo (L/s)	Consumo Anual (Mm ³)	Caudal de Producción (L/s)	Producción Anual (Mm ³)
2006	88,6	2,8	104,3	3,3
2007	111,5	3,5	131,1	4,1
2008	140,7	4,4	165,6	5,2
2009	165,7	5,2	194,9	6,1
2010	195,3	6,2	229,8	7,2
2011	211,2	6,7	248,5	7,8
2012	237,7	7,5	279,7	8,8
2013	274,1	8,6	322,4	10,2
2014	313,1	9,9	368,3	11,6
2015	345,6	10,9	406,6	12,8
2016	388,2	12,2	456,7	14,4
2017	421,0	13,3	495,3	15,6
2018	460,4	14,5	541,6	17,1
2019	501,2	15,8	589,6	18,6
2020	543,5	17,1	639,4	20,2
2021	587,4	18,5	690,9	21,8
2022	632,7	20,0	744,3	23,5
2023	679,5	21,4	799,4	25,2
2024	727,9	23,0	856,2	27,0
2025	777,7	24,5	914,9	28,9
2026	825,9	26,0	971,4	30,6
2027	874,3	27,6	1.028,2	32,4

Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

En el Cuadro 5.4.2.3-20 se presenta la proyección mensual y total anual de las demandas de producción. Considerando que desde el año 2025 al 2027 los valores corresponden a una extensión realizada por este Consultor.

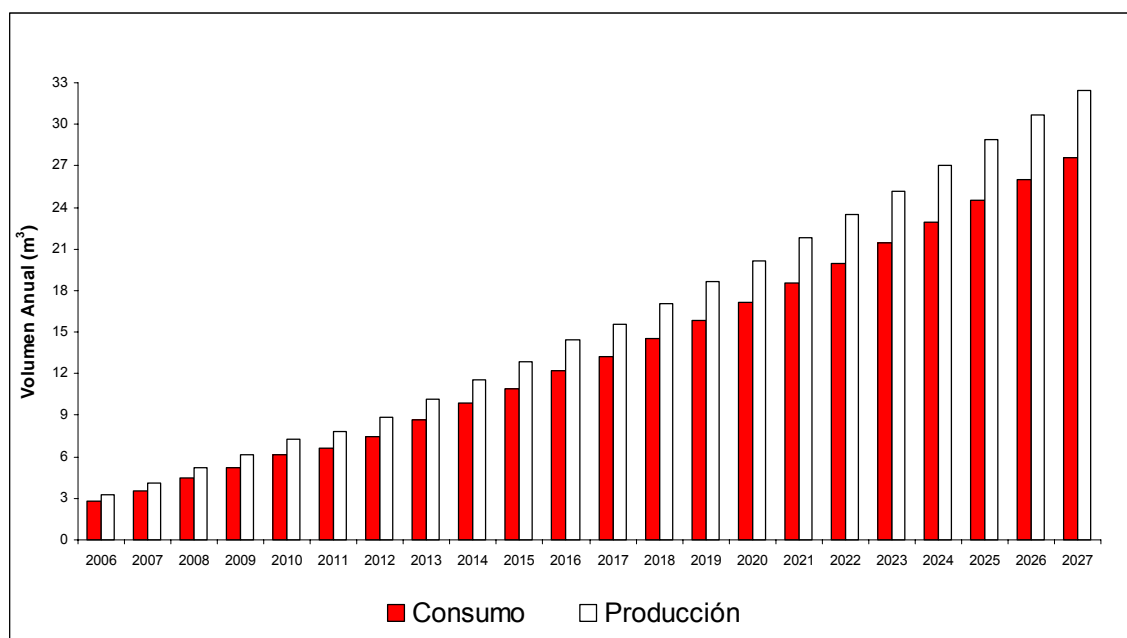
**CUADRO 5.4.2.3-20
DEMANDAS DE PRODUCCIÓN
AGUAS SANTIAGO PONIENTE S.A.**

Año	Ene (L/s)	Feb (L/s)	Mar (L/s)	Abr (L/s)	May (L/s)	Jun (L/s)	Jul (L/s)	Ago (L/s)	Sep (L/s)	Oct (L/s)	Nov (L/s)	Dic (L/s)	Caudal Medio (L/s)	Producción Anual (Mm ³)
2006	120	129	111	110	97	93	86	85	90	91	116	126	104	3,3
2007	151	162	139	138	122	117	108	107	114	114	146	159	131	4,1
2008	190	204	176	175	154	148	136	135	144	144	184	200	166	5,2
2009	224	240	207	205	181	174	161	159	169	170	217	236	195	6,1
2010	264	283	244	242	214	205	189	188	199	200	255	278	230	7,3
2011	286	306	264	262	231	222	205	203	215	216	276	301	249	7,9
2012	322	345	297	295	260	250	230	229	242	243	311	338	280	8,8
2013	371	397	342	340	300	288	266	264	279	281	358	390	322	10,2
2014	424	454	391	388	342	329	303	301	319	321	409	446	368	11,6
2015	468	501	431	429	378	363	335	333	352	354	452	492	407	12,8
2016	525	563	485	481	424	408	376	374	396	397	508	553	457	14,4
2017	570	611	526	522	460	442	408	405	429	431	550	599	495	15,6
2018	623	668	575	571	503	483	446	443	469	471	602	655	542	17,1
2019	678	727	626	622	548	526	486	482	511	513	655	713	590	18,6
2020	735	788	678	674	594	571	527	523	554	556	711	774	639	20,2
2021	795	852	733	728	642	617	569	565	599	601	768	836	691	21,8
2022	856	918	790	785	692	664	613	609	645	648	827	901	744	23,5
2023	919	985	848	843	743	713	658	654	693	696	888	967	799	25,2
2024	985	1.056	908	903	796	764	705	700	742	745	952	1.036	856	27,0
2025	1.052	1.128	971	964	850	817	753	748	793	796	1.017	1.107	915	28,9
2026	1.116	1.197	1.030	1.023	902	867	799	794	842	845	1.079	1.174	972	30,7
2027	1.182	1.267	1.090	1.083	955	918	846	840	891	894	1.143	1.243	1.029	32,5

Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

En la Figura 5.4.2.3-6 se muestra la proyección de consumo anual y de producción anual en Mm^3 , para el período 2006 a 2027.

FIGURA 5.4.2.3-6
PROYECCIÓN DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN ANUAL (Mm³)
AGUAS SANTIAGO PONIENTE S.A.



Fuente: Elaboración Propia

g. Servicomunal S.A.

Esta empresa abastece de agua potable a las localidades de Lampa, Colina y Esmeralda. Abastece de agua potable 17.600 clientes, hasta enero del 2004, con una facturación anual de 4,8 Mm³.

Las fuentes de abastecimiento de la empresa corresponden exclusivamente a aguas subterráneas, las cuales son captadas por pozos profundos desde los acuíferos AC-01, AC-03, y AC-04 y desinfectadas por medio de cloración. Estas captaciones se ubican en los siguientes centros de producción, que corresponden a:

- Planta Esmeralda: abastece las localidades o poblados de Esmeralda (6 pozos), Coquimbo (4 pozos) y Lo Seco (1 pozo); funcionan 11 pozos en total.
- Planta Colina: funcionan 7 pozos; abastece Colina (5 pozos), San Miguel (1 pozo), Reina Sur y San Luis (1 pozo).

En el Cuadro 5.4.2.3-21 se presentan las características de los sondajes.

CUADRO 5.4.2.3-21
CAPTACIONES SISTEMA COLINA – ESMERALDA

Sondaje	Caudal de Derecho (L/s)	Caudal de Diseño (L/s)
Esmeralda 1	30	28
Esmeralda 2	40	25
Esmeralda 3	40	18
Esmeralda 4	25	25
Esmeralda 5	28	30
Esmeralda 6	32,5	30
Coquimbo 1	11	30
Coquimbo 2	18,5	25
Coquimbo 4	15	25
Coquimbo 6	18	30
Lo Seco 1	8	2
Colina 1	22	18
Colina 2	18,5	20
Colina 3	40	30
Colina 4	20	20
Colina 5	54	45
Aconcagua 1	30	25
San Miguel 1	80	60

Nota: Caudal de operación es menor o igual a caudal de derecho.

Fuente: Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

- Planta Lampa: Abastece Lampa y Sol de Septiembre a través de 4 sondajes en operación, de un total de 5 existentes y 2 proyectados a futuro, tal como se muestra en el Cuadro 5.4.2.3-22.

CUADRO 5.4.2.3-22
CAPTACIONES SISTEMA LAMPA

Fuentes actuales				
Sondajes	Caudal de Diseño (L/s)	Caudal de Explotación (L/s)	Caudal de Derecho (L/s)	Res. DGA N°
Lampa 1	14	14	22	220 11-7-1984
Lampa 2	12	12	70	220 11-7-1984
Lampa 3	0	0	10	220 11-7-1984
Lampa 4	27,5	27,5	27,5	862 11-11-1996
Lampa 5	42,5	39,3	39,3	Traslado de derechos Res. DGA N°1667 del 22-dic-2004
Fuentes futuras a construir				
Lampa 6	36	36	36	Proyectada para año 2010
Lampa 7	36	36	36	Reserva al 2010

Nota: Con las inversiones en sondajes 6 y 7 se elimina déficit futuro de demanda

Fuente: Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

En el Cuadro 5.4.2.3-23 se muestra la proyección de demanda anual para el sector de Colina y Esmeralda. Dada la falta de información para el sector de Lampa, se adoptó la proyectada en el Plan de Desarrollo del 1994. Las demandas fueron proyectadas hasta el año 2027.

**CUADRO 5.4.2.3-23
PROYECCIÓN DE DEMANDAS ANUALES
SERVICOMUNAL S.A.**

Año	Demanda de Consumo			Demanda de Producción		
	Colina (L/s)	Lampa (L/s)	Total (L/s)	Total (Mm ³ /año)	Total (L/s)	Total (Mm ³ /año)
2006	138,9	54,0	192,9	6,1	284,5	9,0
2007	142,5	63,0	205,5	6,5	303,1	9,6
2008	146,0	75,0	221,0	7,0	326,0	10,3
2009	151,5	88,0	239,5	7,6	353,2	11,1
2010	157,2	115,0	272,2	8,6	401,5	12,7
2011	163,3	136,0	299,3	9,4	441,4	13,9
2012	169,6	160,0	329,6	10,4	486,1	15,3
2013	176,3	189,0	365,3	11,5	538,8	17,0
2014	183,2	223,0	406,2	12,8	599,1	18,9
2015	190,5	262,0	452,5	14,3	667,4	21,0
2016	198,1	310,0	508,1	16,0	749,4	23,6
2017	206,1	365,0	571,1	18,0	842,3	26,6
2018	214,5	431,0	645,5	20,4	952,1	30,0
2019	222,9	508,0	730,9	23,0	1.078,0	34,0
2020	232,3	599,0	831,3	26,2	1.226,1	38,7
2021	242,2	642,9	885,1	27,9	1.305,5	41,2
2022	252,4	720,2	972,6	30,7	1.434,5	45,2
2023	263,1	802,1	1.065,2	33,6	1.571,0	49,5
2024	274,1	888,7	1.162,8	36,7	1.715,0	54,1
2025	285,6	979,9	1.265,5	39,9	1.866,5	58,9
2026	296,6	1.060,8	1.357,4	42,8	2.004,3	63,2
2027	307,6	1.147,4	1.455,0	45,9	2.148,3	67,7

Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

Las demandas de consumo fueron extendidas separando por localidad, para los años 2026 y 2027.

En el Cuadro 5.4.2.3-24 se presentan los volúmenes mensuales y total anual demandados a nivel de producción, expresados en (L/s).

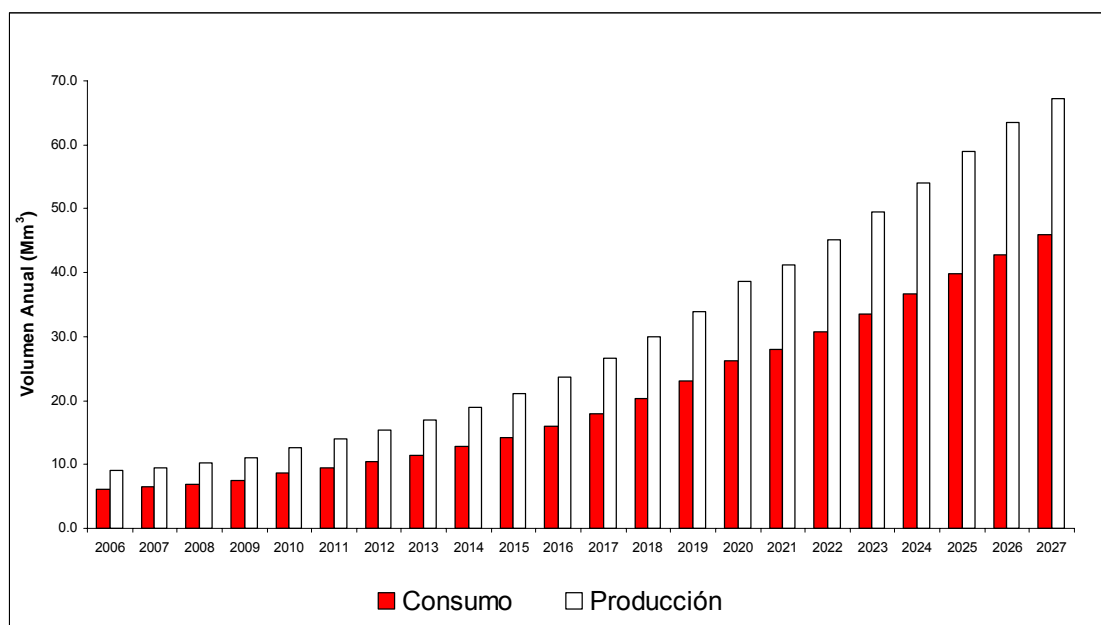
CUADRO 5.4.2.3-24
DEMANDAS A NIVEL DE PRODUCCIÓN
SERVICOMUNAL S.A.

Año	Ene (L/s)	Feb (L/s)	Mar (L/s)	Abr (L/s)	May (L/s)	Jun (L/s)	Jul (L/s)	Ago (L/s)	Sep (L/s)	Oct (L/s)	Nov (L/s)	Dic (L/s)	Caudal Medio (L/s)	Producción Anual (Mm ³)
2006	344	388	331	321	257	237	211	199	211	261	320	343	285	9,0
2007	367	413	352	342	274	252	225	212	224	278	340	366	303	9,6
2008	394	444	379	368	295	271	241	228	241	299	366	393	326	10,3
2009	427	482	411	399	319	294	262	247	261	324	397	426	353	11,1
2010	486	547	467	453	363	334	297	281	297	368	451	484	401	12,6
2011	534	602	513	499	399	367	327	309	327	405	496	532	441	13,9
2012	588	663	565	549	439	405	360	340	360	446	546	586	486	15,3
2013	652	735	626	609	487	448	399	377	399	494	605	650	539	17,0
2014	725	817	697	677	541	499	444	420	443	550	673	723	599	18,9
2015	807	910	776	754	603	556	494	467	494	612	750	805	667	21,0
2016	906	1.022	871	846	677	624	555	525	555	688	842	904	749	23,6
2017	1.019	1.149	979	951	761	701	624	590	623	773	946	1.016	842	26,6
2018	1.152	1.298	1.107	1.075	860	792	705	667	705	873	1.069	1.148	952	30,0
2019	1.304	1.470	1.253	1.218	974	897	799	755	798	989	1.211	1.300	1.078	34,0
2020	1.483	1.672	1.426	1.385	1.108	1.021	908	859	907	1.125	1.377	1.479	1.226	38,7
2021	1.579	1.780	1.518	1.475	1.180	1.087	967	914	966	1.198	1.466	1.575	1.305	41,2
2022	1.735	1.956	1.668	1.620	1.296	1.194	1.063	1.005	1.062	1.316	1.611	1.730	1.434	45,2
2023	1.900	2.142	1.827	1.774	1.420	1.308	1.164	1.100	1.163	1.441	1.764	1.895	1.571	49,5
2024	2.075	2.339	1.994	1.937	1.550	1.428	1.270	1.201	1.269	1.573	1.926	2.069	1.715	54,1
2025	2.258	2.545	2.170	2.108	1.687	1.554	1.383	1.307	1.381	1.712	2.096	2.251	1.867	58,9
2026	2.428	2.736	2.333	2.266	1.814	1.671	1.487	1.405	1.485	1.840	2.253	2.420	2.012	63,4
2027	2.603	2.933	2.500	2.429	1.944	1.791	1.593	1.506	1.591	1.713	2.415	2.594	2.134	67,3

Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

En la Figura 5.4.2.3-7 se presenta la proyección de consumo anual y de producción anual en Mm³, para el período 2006 a 2027.

FIGURA 5.4.2.3-7
PROYECCIÓN DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN ANUAL (Mm³)
SERVICOMUNAL S.A.



Fuente: Elaboración Propia

h. Aguas Santiago S.A.

Aguas Santiago S.A., corresponde a la ex empresa de Servicio de Agua Potable Barnechea S.A. Abastece de agua potable a las urbanizaciones Valle Escondido y Nueva Suiza.

Su fuente de aguas es subterránea, y son extraídas de 14 pozos, de los cuales se encuentran operativos sólo 5. Dentro de sus pozos operativos cuenta con dos captaciones de aguas subterráneas que proveen al sector, ambos en riberas del río Mapocho. Por su parte el Plan de Desarrollo Lo Barnechea de Julio de 2005, indica que el servicio de agua potable de Lo Barnechea cuenta con tres captaciones de aguas subterráneas ubicados en las riberas del río Mapocho, la que captan desde el acuífero AC-05.

De acuerdo al Plan de Desarrollo Aguas Santiago S.A. "Valle Escondido", hasta Septiembre de 2005, la concesión abarcaba una superficie de 190,1 ha, con una población de 336 habitantes.

Los caudales anuales de consumo y producción para ambos sistemas en conjunto se muestran en el Cuadro 5.4.2.3-25, así como las pérdidas por distribución propuestas por Aguas Santiago S.A., las que van disminuyendo en el tiempo desde un 23% a un 19%.

**CUADRO 5.4.2.3-25
PROYECCIÓN DE DEMANDAS ANUALES**

Año	Consumo		Producción		Pérdidas (%)
	(L/s)	(Mm ³ /año)	(L/s)	(Mm ³ /año)	
2006	45,3	1,4	58,8	1,9	29,9
2007	47,2	1,5	61,3	1,9	29,9
2008	49,9	1,6	64,8	2,0	29,9
2009	52,7	1,7	67,5	2,1	28,2
2010	54,8	1,7	70,3	2,2	28,2
2011	56,4	1,8	72,3	2,3	28,2
2012	57,7	1,8	74,0	2,3	28,2
2013	59,0	1,9	75,6	2,4	28,2
2014	60,3	1,9	76,4	2,4	26,6
2015	61,5	1,9	77,9	2,5	26,6
2016	62,7	2,0	79,4	2,5	26,6
2017	64,0	2,0	80,0	2,5	25,0
2018	65,2	2,1	81,5	2,6	25,0
2019	66,3	2,1	82,9	2,6	25,0
2020	66,9	2,1	82,6	2,6	23,5
2021	67,8	2,1	83,7	2,6	23,5
2022	68,5	2,2	84,5	2,7	23,5
2023	69,1	2,2	85,3	2,7	23,5
2024	69,7	2,2	86,0	2,7	23,5
2025	70,3	2,2	86,7	2,7	23,5
2026	70,9	2,2	87,5	2,8	23,5
2027	71,5	2,3	88,2	2,8	23,5

Nota: Considera las demandas de Lo Barnechea y Valle Escondido

Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

La proyección de los volúmenes mensuales y total anual de las demandas totales a nivel de producción de Aguas Santiago S.A. se muestran en el Cuadro 5.4.2.3-26, expresadas en (L/s). Al igual que en el cuadro anterior se extienden las demandas hasta el año 2027.

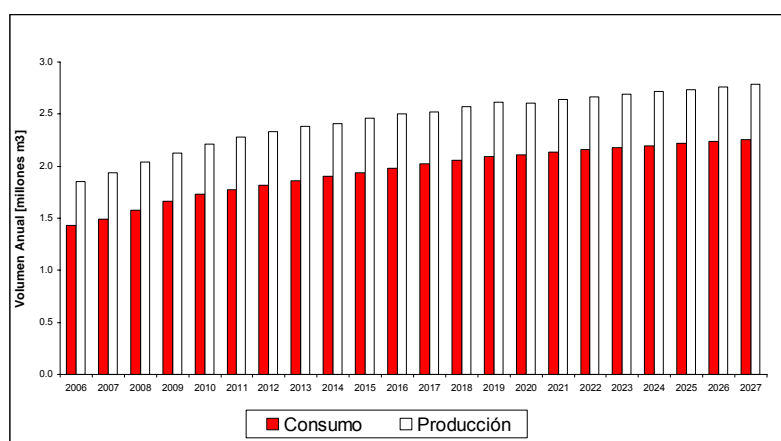
En la Figura 5.4.2.3-8 se presenta la proyección de consumo anual y de producción anual en Mm³, para el período 2005 a 2027.

**CUADRO 5.4.2.3-26
PROYECCIÓN DE PRODUCCIÓN
AGUAS SANTIAGO S.A.**

Año	Ene (L/s)	Feb (L/s)	Mar (L/s)	Abr (L/s)	May (L/s)	Jun (L/s)	Jul (L/s)	Ago (L/s)	Sep (L/s)	Oct (L/s)	Nov (L/s)	Dic (L/s)	Caudal Medio (L/s)	Producción Anual (Mm ³)
2006	98,1	89,4	67,5	48,9	43,9	39,9	38,1	38,7	48,3	51,9	67,4	75,6	58,8	1,9
2007	102,3	93,3	70,4	51,0	45,7	41,7	39,7	40,3	50,4	54,2	70,3	78,8	61,3	1,9
2008	108,1	98,6	74,4	53,9	48,3	44	42,0	42,6	53,2	57,2	74,2	83,3	64,8	2,0
2009	112,7	102,7	77,5	56,2	50,4	45,9	43,7	44,4	55,5	59,6	77,4	86,8	67,5	2,1
2010	117,2	106,8	80,6	58,4	52,4	47,7	45,5	46,2	57,7	62,0	80,5	90,3	70,3	2,2
2011	120,6	109,9	83,0	60,1	53,9	49,1	46,8	47,5	59,4	63,8	82,8	92,9	72,3	2,3
2012	123,4	112,5	84,9	61,5	55,2	50,2	47,9	48,6	60,7	65,3	84,7	95,1	74,0	2,3
2013	126,1	115,0	86,8	62,9	56,4	51,4	49,0	49,7	62,1	66,8	86,6	97,2	75,6	2,4
2014	127,4	116,1	87,7	63,5	56,9	51,9	49,4	50,2	62,7	67,4	87,5	98,1	76,4	2,4
2015	129,9	118,5	89,4	64,8	58,1	52,9	50,4	51,2	64,0	68,8	89,2	100,1	77,9	2,5
2016	132,5	120,8	91,2	66,0	59,2	53,9	51,4	52,2	65,2	70,1	91,0	102,1	79,4	2,5
2017	133,5	121,7	91,9	66,5	59,7	54,4	51,8	52,6	65,7	70,7	91,7	102,9	80,0	2,5
2018	135,9	123,9	93,5	67,7	60,7	55,3	52,8	53,6	66,9	71,9	93,3	104,7	81,5	2,6
2019	138,2	126,0	95,1	68,9	61,8	56,3	53,7	54,5	68,0	73,2	94,9	106,5	82,9	2,6
2020	137,8	125,7	94,8	68,7	61,6	56,1	53,5	54,3	67,9	73,0	94,7	106,2	82,6	2,6
2021	139,6	127,3	96,1	69,6	62,4	56,9	54,2	55	68,7	73,9	95,9	107,6	83,7	2,6
2022	141,0	128,5	97,0	70,3	63	57,4	54,7	55,6	69,4	74,6	96,8	108,6	84,5	2,7
2023	142,3	129,7	97,9	70,9	63,6	57,9	55,2	56,1	70,1	75,3	97,7	109,6	85,3	2,7
2024	143,5	130,9	98,8	71,5	64,2	58,4	55,7	56,6	70,7	76,0	98,6	110,6	86,0	2,7
2025	144,7	131,9	99,6	72,1	64,7	58,9	56,2	57,0	71,2	76,6	99,4	111,5	86,7	2,7
2026	146,0	133,0	101,0	73,0	65,0	59,0	57,0	57,0	72,0	77,0	100,0	112,5	87,8	2,8
2027	147,0	134,0	101,0	73,0	66,0	60,0	57,0	58,0	72,0	78,0	101,0	113,5	88,5	2,8

Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

**FIGURA 5.4.2.3-8
PROYECCIÓN DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN ANUAL (Mm³)
AGUAS SANTIAGO S.A.**



Fuente: Elaboración Propia

i. Empresa de Servicios Sanitarios Lo Prado S.A. - SEPPRA

La Empresa de Servicios Sanitarios de Lo Prado S.A. sirve un área urbanizada ubicada en la comuna de Pudahuel al poniente de la ciudad de Santiago. Esta área corresponde a terrenos que se ubican dentro de la urbanización denominada antiguamente “Ciudad Jardín Lo Prado”, hoy “Ciudad de los Valles” que abarca una superficie aproximada de 494 ha. El área de concesión limita al sur y al oriente con el cerro Lo Aguirre, al norte con la Ruta 68 y al poniente con terrenos particulares.

La fuente de abastecimiento es de aguas subterráneas, las que se captan mediante una batería de sondajes. Según lo indicado en el Plan de Desarrollo, a futuro se incorporan 2 sondajes adicionales a los 5 existentes, y en conjunto permitirán captar en situación de régimen 340 L/s, los que son suficientes para atender las necesidades de producción. Este caudal es captado desde los acuíferos AC-.04, AC-06 y AC-07.

Los caudales de producción y de derecho de las captaciones son las que se muestran en el Cuadro 5.4.2.3-27.

**CUADRO 5.4.2.3-27
FUENTES SUBTERRÁNEAS - SONDAJES**

Situación Actual de Sondajes	Nº de Sondajes	Capacidad Actual de Producción (L/s)	Caudal de derecho (L/s)
Derechos Aprobados	3	s/i	300
	2	140	140
Derechos en Trámite	2	58	60
Total	7	-	500

Nota: s/i: sin información

En el Cuadro 5.4.2.3-28 se muestran los caudales anuales de producción y consumo. Las pérdidas de distribución consideradas son del 15% en promedio.

Tanto la demanda de consumo como de producción fueron proyectadas según la tendencia que indican los valores obtenidos de los estudios previos. Para el caso de la demanda de producción la extensión de sus valores se obtuvo por medio de los valores mensuales, extendidos cada uno por separado, para luego obtener un valor anual, los que se presentan en la tabla a continuación. Por su parte los valores mensuales de la demanda por producción y su resultado anual hasta el año 2027 se encuentran en el Cuadro 5.4.2.3-29.

CUADRO 5.4.2.3-28
PROYECCIÓN DE DEMANDAS ANUALES
EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS LO PRADO S.A.

Año	Consumo		Producción	
	(L/s)	(Mm ³ /año)	(L/s)	(Mm ³ /año)
2006	10,0	0,3	11,8	0,4
2007	14,3	0,5	16,9	0,5
2008	21,1	0,7	24,9	0,8
2009	25,8	0,8	30,3	1,0
2010	30,1	0,9	35,5	1,1
2011	33,6	1,1	39,6	1,2
2012	38,2	1,2	44,9	1,4
2013	42,5	1,3	50,0	1,6
2014	47,4	1,5	55,7	1,8
2015	52,1	1,6	61,3	1,9
2016	56,9	1,8	67,0	2,1
2017	61,3	1,9	72,1	2,3
2018	66,2	2,1	77,9	2,5
2019	70,9	2,2	83,4	2,6
2020	75,6	2,4	89,0	2,8
2021	80,4	2,5	94,6	3,0
2022	85,2	2,7	100,3	3,2
2023	90,1	2,8	106,0	3,3
2024	95,0	3,0	111,7	3,5
2025	99,9	3,1	117,5	3,7
2026	104,0	3,3	123,2	3,9
2027	108,9	3,4	128,9	4,1

Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

La proyección mensual de los volúmenes y el total anual de producción de la Empresa de Servicios Sanitarios de Lo Prado S.A. se muestran en el Cuadro 5.4.2.3-29, expresados en (L/s), hasta el año 2027.

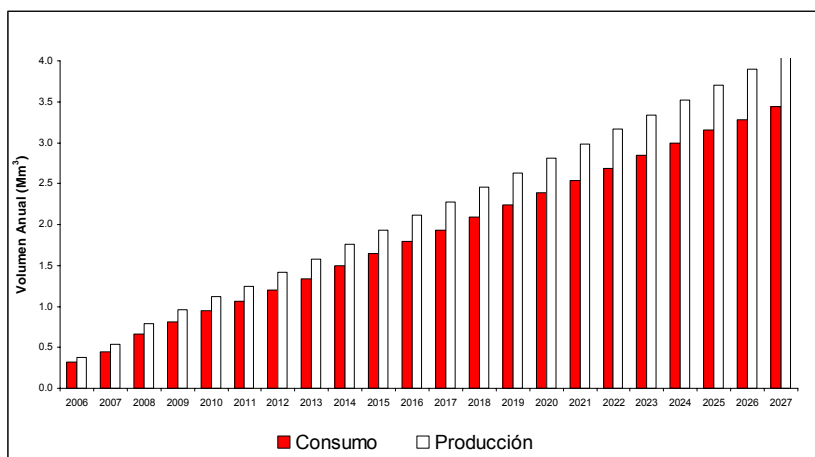
CUADRO 5.4.2.3-29
PROYECCIÓN DE PRODUCCIÓN
EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS LO PRADO S.A.

Año	Ene (L/s)	Feb (L/s)	Mar (L/s)	Abr (L/s)	May (L/s)	Jun (L/s)	Jul (L/s)	Ago (L/s)	Sep (L/s)	Oct (L/s)	Nov (L/s)	Dic (L/s)	Caudal Medio (L/s)	Producción Anual (Mm ³)
2006	19,7	17,9	13,5	9,8	8,8	8,0	7,6	7,8	9,7	10,4	13,5	15,2	11,8	0,4
2007	28,2	25,7	19,4	14,1	12,6	11,5	10,9	11,1	13,9	14,9	19,4	21,7	16,9	0,5
2008	41,5	37,9	28,6	20,7	18,6	16,9	16,1	16,4	20,4	22	28,5	32	24,9	0,8
2009	50,5	46,1	34,8	25,2	22,6	20,6	19,6	19,9	24,9	26,8	34,7	38,9	30,3	1,0
2010	59,2	54	40,8	29,5	26,5	24,1	23	23,3	29,2	31,3	40,7	45,6	35,5	1,1
2011	66,1	60,2	45,5	32,9	29,5	26,9	25,6	26,0	32,5	35	45,4	50,9	39,6	1,2
2012	74,9	68,3	51,5	37,3	33,5	30,5	29,1	29,5	36,9	39,6	51,4	57,7	44,9	1,4
2013	83,4	76	57,4	41,6	37,3	34	32,4	32,9	41,1	44,2	57,3	64,3	50	1,6
2014	92,9	84,7	63,9	46,3	41,5	37,8	36,1	36,6	45,7	49,2	63,8	71,6	55,7	1,8
2015	102,2	93,2	70,4	51,0	45,7	41,6	39,7	40,3	50,3	54,1	70,2	78,8	61,3	1,9
2016	111,8	101,9	76,9	55,7	50,0	45,5	43,4	44,0	55,0	59,2	76,8	86,1	67	2,1
2017	120,3	109,7	82,8	59,9	53,8	49,0	46,7	47,4	59,2	63,7	82,6	92,7	72,1	2,3
2018	129,9	118,5	89,4	64,8	58,1	52,9	50,4	51,2	64	68,8	89,2	100,1	77,9	2,5
2019	139,1	126,8	95,7	69,3	62,2	56,7	54,0	54,8	68,5	73,6	95,5	107,2	83,4	2,6
2020	148,5	135,4	102,2	74	66,4	60,5	57,6	58,5	73,1	78,6	102	114,4	89	2,8
2021	157,8	143,9	108,6	78,7	70,6	64,3	61,3	62,2	77,7	83,6	108,4	121,6	94,6	3,0
2022	167,3	152,5	115,1	83,4	74,8	68,1	64,9	65,9	82,4	88,6	114,9	128,9	100,3	3,2
2023	176,8	161,2	121,7	88,1	79,0	72,0	68,6	69,7	87	93,6	121,4	136,2	106	3,3
2024	186,3	169,9	128,2	92,9	83,3	75,9	72,3	73,4	91,7	98,7	128	143,6	111,7	3,5
2025	195,9	178,7	134,9	97,7	87,6	79,8	76,1	77,2	96,5	103,7	134,6	151	117,5	3,7
2026	205,8	187,0	141,3	102,4	91,8	83,7	79,8	81,0	101,1	109,0	140,8	158,6	123,5	3,9
2027	215,3	195,7	147,9	107,2	96,1	87,6	83,5	84,7	105,8	114,1	147,4	166,0	129,3	4,1

Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

En la Figura 5.4.2.3-9 se muestra la proyección de consumo anual y de producción anual en Mm³, para el período 2004 a 2027.

FIGURA 5.4.2.3-9
PROYECCIÓN DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN ANUAL (Mm³)
EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS LO PRADO S.A.



Fuente: Elaboración Propia

j. Empresa de Servicios Sanitarios de Valparaíso - ESVAL

ESVAL, Dentro de la cuenca del Maipo, abastece desde fuentes superficiales mediante una captación en el río Maipo en el sector Lo Gallardo, y desde fuentes subterráneas mediante sondajes. Las aguas captadas provienen de fuentes superficiales y subterráneas, abasteciendo el área de concesión denominada Litoral Sur.

Las localidades que son abastecidas por este servicio corresponden a:

- El Tabo - El Tabito
- Isla Negra - Punta de Tralca
- El Quisco
- Algarrobo
- San Juan - Lo Gallardo
- San Antonio
- Cartagena
- San Sebastián - Costa Azul
- Las Cruces

Dentro de estas plantas de abastecimiento, la más importante del Litoral Sur corresponde a la Planta de Tratamiento de agua potable de San Juan de Lillo, aportando en la actualidad más del 80% de los recursos que se utilizan en esta zona.

Esta planta funciona en forma permanente durante todo el año y recibe las aguas superficiales captadas desde el río Maipo mediante una obra ubicada en la ribera Norte del río.

Además, existe una serie de sondajes en San Juan de Lillo, los cuales complementan el abastecimiento de las demandas de agua potable de la planta del mismo nombre. La batería de sondajes existentes funciona en forma muy esporádica en los meses de invierno y en forma un poco más continua en la temporada de verano. Este sistema de captación actualmente cuenta con 7 pozos, de los cuales funcionan 6. La captación superficial posee derechos de agua igual a su capacidad instalada de 1.000 L/s. Los siete sondajes cuentan con un total de 454 L/s de derechos de agua y una capacidad actual de producción de 350 L/s.

En el Cuadro 5.4.2.3-30 se muestran los caudales anuales de producción y consumo. Las pérdidas de distribución consideradas son del 25% en promedio. Tanto la demanda de consumo como de producción fueron proyectadas según la tendencia que indican los valores obtenidos de los estudios previos. Para el caso de la demanda de producción la extensión de sus valores se obtuvo por medio de los valores mensuales, extendidos cada uno por separado, para luego obtener un valor anual.

En el Cuadro 5.4.2.3-31 se muestra la proyección mensual de los volúmenes de producción de la empresa y el total anual, expresados en (L/s), hasta el año 2027.

**CUADRO 5.4.2.3-30
PROYECCIÓN DE DEMANDAS ANUALES
ESVAL S.A.**

Año	Consumo		Producción	
	(L/s)	(Mm ³ /año)	(L/s)	(Mm ³ /año)
2006	283,2	8,9	388,0	12,2
2007	287,4	9,1	392,0	12,4
2008	290,7	9,2	397,0	12,5
2009	294,2	9,3	402,0	12,7
2010	297,9	9,4	406,0	12,8
2011	301,4	9,5	411,0	13,0
2012	304,7	9,6	415,0	13,1
2013	308,0	9,7	420,0	13,2
2014	311,4	9,8	426,0	13,4
2015	315,1	9,9	431,0	13,6
2016	319,2	10,1	436,0	13,7
2017	323,2	10,2	442,0	13,9
2018	327,3	10,3	447,0	14,1
2019	331,4	10,5	453,0	14,3
2020	335,6	10,6	459,0	14,5
2021	339,8	10,7	465,0	14,7
2022	343,8	10,8	471,0	14,9
2023	348,0	11,0	477,0	15,0
2024	352,4	11,1	483,0	15,2
2025	356,8	11,3	489,0	15,4
2026	359,2	11,3	497,4	15,7
2027	363,5	11,5	503,6	15,9

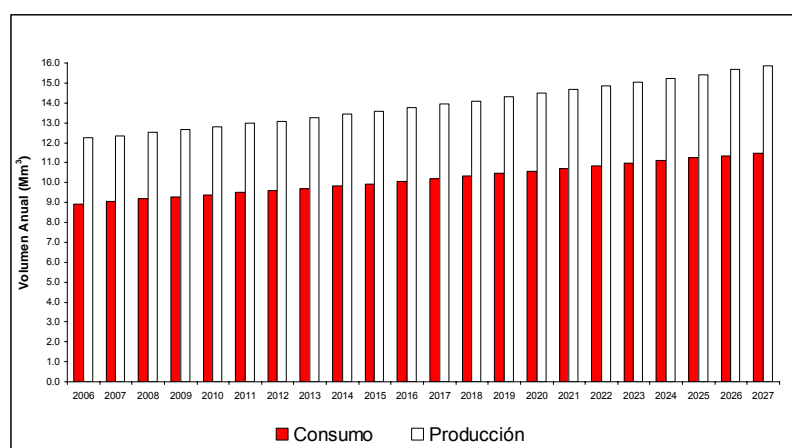
Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

**CUADRO 5.4.2.3-31
PROYECCIÓN DE PRODUCCIÓN
ESVAL S.A.**

Año	Ene (L/s)	Feb (L/s)	Mar (L/s)	Abr (L/s)	May (L/s)	Jun (L/s)	Jul (L/s)	Ago (L/s)	Sep (L/s)	Oct (L/s)	Nov (L/s)	Dic (L/s)	Caudal Medio (L/s)	Producción Anual (Mm ³)
2006	593	657	388	354	297	283	297	297	330	365	377	434	388	12,2
2007	600	665	393	358	300	286	300	300	334	370	382	439	392	12,4
2008	608	673	398	362	304	290	304	304	338	374	387	444	397	12,5
2009	615	681	402	367	308	293	308	308	342	379	391	450	402	12,7
2010	622	689	407	371	311	297	311	311	346	383	395	454	406	12,8
2011	629	696	411	375	314	300	314	314	350	387	400	459	411	13,0
2012	635	703	415	379	318	303	318	318	354	391	404	464	415	13,1
2013	643	712	421	383	322	307	322	322	358	396	409	470	420	13,2
2014	651	721	426	388	326	311	326	326	362	401	414	476	426	13,4
2015	660	730	431	393	330	315	330	330	367	406	420	482	431	13,6
2016	668	740	437	398	334	319	334	334	372	411	425	488	436	13,7
2017	676	749	442	403	338	323	338	338	376	416	430	494	442	13,9
2018	685	758	448	408	342	327	342	342	381	421	435	500	447	14,1
2019	693	768	453	413	347	331	347	347	386	427	441	507	453	14,3
2020	702	777	459	419	351	335	351	351	391	432	447	513	459	14,5
2021	711	787	465	424	356	339	356	356	396	438	452	520	465	14,7
2022	720	798	471	429	360	344	360	360	401	443	458	526	471	14,9
2023	730	808	477	435	365	348	365	365	406	449	464	533	477	15,0
2024	739	818	483	441	370	353	370	370	411	455	470	540	483	15,2
2025	749	829	490	446	374	357	374	374	417	461	476	547	489	15,4
2026	759	839	496	452	379	362	379	379	422	467	482	554	497	15,7
2027	768	849	502	458	384	366	384	384	427	473	488	561	504	15,9

Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

**FIGURA 5.4.2.3-10
PROYECCIÓN DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN ANUAL (Mm³)
ESVAL S.A.**



Fuente: Elaboración Propia

k. Cooperativa de Agua Potable Santo Domingo Ltda. - COOPAGUA

El área de concesión de la empresa corresponde a los sectores urbanos de la provincia de San Antonio en la V Región. Específicamente el área urbana de la comuna de Santo Domingo, Balneario de Carabineros, Club de Golf, Villa la Hornilla, Población SERVIU, Villa Santo Domingo y desarrollos futuros.

Coopagua cuenta con dos fuentes de abastecimiento, una superficial en el río Maipo de 200 L/s de capacidad y una subterránea que consiste en un sondaje de 57 L/s de capacidad ubicado en las inmediaciones de la PTAP. Sin embargo, durante los meses punta (Dic a Marzo), la fuente de captación corresponde al río Maipo en forma exclusiva, de manera de facilitar la recuperación de las aguas subterráneas.

En el cuadro 5.4.2.3-32 se muestran los caudales anuales de producción y consumo. Las pérdidas de distribución consideradas son del 10% en promedio.

Tanto la demanda de consumo como de producción fueron proyectadas según la tendencia que indican los valores obtenidos de los estudios previos. Para el caso de la demanda de producción la extensión de sus valores se obtuvo por medio de los valores mensuales, extendidos cada uno por separado, para luego obtener un valor anual. Por su parte los valores mensuales de la demanda por producción y su resultado anual hasta el año 2027 se encuentran el Cuadro 5.4.2.3-33.

En la Figura 5.4.2.3-11 se muestra la proyección de consumo anual y de producción anual en Mm^3 , para el período 2005 a 2025.

**CUADRO 5.4.2.3-32
PROYECCIÓN DE DEMANDAS ANUALES
COOPAGUA**

Año	Caudal de Consumo		Caudal de Producción	
	(L/s)	(Mm ³ /año)	(L/s)	(Mm ³ /año)
2006	56,0	1,8	62,0	2,0
2007	57,3	1,8	63,0	2,0
2008	59,6	1,9	66,0	2,1
2009	61,0	1,9	67,0	2,1
2010	62,5	2,0	69,0	2,2
2011	64,0	2,0	70,0	2,2
2012	65,6	2,1	72,0	2,3
2013	67,3	2,1	74,0	2,3
2014	69,1	2,2	76,0	2,4
2015	70,9	2,2	78,0	2,5
2016	72,8	2,3	80,0	2,5
2017	74,7	2,4	82,0	2,6
2018	76,8	2,4	84,0	2,6
2019	78,9	2,5	87,0	2,7
2020	80,0	2,5	89,0	2,8
2021	82,0	2,6	91,0	2,9
2022	84,2	2,7	94,0	3,0
2023	86,3	2,7	96,0	3,0
2024	88,5	2,8	98,0	3,1
2025	90,8	2,9	101,0	3,2
2026	95,4	3,0	103,7	3,3
2027	97,6	3,1	106,1	3,3

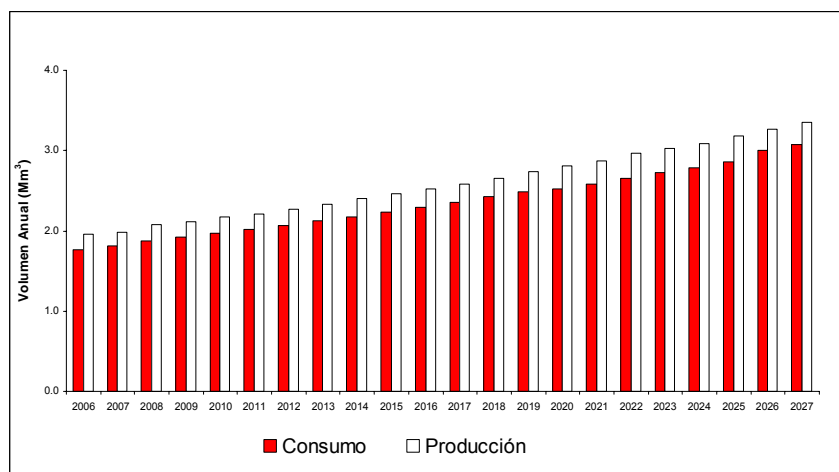
Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

CUADRO 5.4.2.3-33
DEMANDAS A NIVEL DE PRODUCCIÓN
COOPAGUA

Año	Ene (L/s)	Feb (L/s)	Mar (L/s)	Abr (L/s)	May (L/s)	Jun (L/s)	Jul (L/s)	Ago (L/s)	Sep (L/s)	Oct (L/s)	Nov (L/s)	Dic (L/s)	Caudal Medio (L/s)	Producción Anual (Mm ³)
2006	116	117	69	58	33	23	25	26	41	54	84	98	62	116
2007	119	120	71	59	34	23	25	27	42	55	86	100	63	119
2008	123	125	73	61	35	24	26	28	44	57	89	104	66	123
2009	126	128	75	63	36	24	27	28	45	58	91	107	67	126
2010	129	131	77	64	37	25	28	29	46	60	94	109	69	129
2011	133	134	79	66	38	26	28	30	47	61	96	112	70	133
2012	136	137	81	68	39	26	29	31	48	63	98	115	72	136
2013	140	141	83	69	40	27	30	31	50	65	101	118	74	140
2014	143	145	85	71	41	28	30	32	51	66	104	121	76	143
2015	147	148	87	73	42	28	31	33	52	68	106	124	78	147
2016	151	152	90	75	43	29	32	34	54	70	109	127	80	151
2017	155	156	92	77	45	30	33	35	55	72	112	131	82	155
2018	159	161	94	79	46	31	34	36	57	74	115	134	84	159
2019	164	165	97	81	47	32	35	37	58	76	118	138	87	164
2020	167	169	99	83	48	32	36	38	59	77	121	141	89	167
2021	172	174	102	85	49	33	36	39	61	79	124	145	91	172
2022	176	178	105	88	51	34	37	40	63	81	127	149	94	176
2023	181	183	107	90	52	35	38	41	64	84	131	152	96	181
2024	185	187	110	92	53	36	39	42	66	86	134	156	98	185
2025	190	192	113	94	55	37	40	43	67	88	137	160	101	190
2026	194	196	116	96	56	38	41	44	68	90	140	164	104	194
2027	199	201	118	98	57	39	42	45	70	93	144	167	106	199

Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

FIGURA 5.4.2.3-11
PROYECCIÓN DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN ANUAL (Mm³)
COOPAGUA



Fuente: Elaboración Propia

I. Empresa de Servicios Sanitarios del Bío-Bío – ESSBIO

Primeramente el sistema de San Francisco de Mostazal, perteneciente a ESSBIO, abastece a la totalidad del área urbana habitada, extendiéndose incluso a sectores que han sobrepasado el límite urbano estipulado en el plano regulador vigente. La fuente del recurso es subterránea y es extraída mediante tres sondajes cuyas características se presentan en el Cuadro 5.4.2.3-34.

**CUADRO 5.4.2.3-34
CARACTERÍSTICA DE SONDAJE EN SERVICIO**

Recinto	Sondaje N°	Año Construcción	Caudal (L/s)	
			Gasto cte (1)	Operac (2)
San Guillermo	805	1969	50	43,1
	806	1969	50	36,1
	1169	1995	35	31,9

(1) Caudales de prueba obtenidos durante la construcción del sondaje.

(2) Caudales de explotación actuales

Por su parte el sistema de agua potable de Codegua – La Punta, otorga servicio a la totalidad del área urbana habilitada en ambas localidades. La superficie del área de concesión abarca, en total, a aproximadamente 351,4 ha en la localidad de Codegua y 302,7 ha en La Punta, considerando las áreas de expansión.

Las fuentes del sistema de abastecimiento de agua potable de Codegua, están constituidos por un dren gravitacional, ubicado al oriente de la localidad, en el lecho del estero Codegua, en el sector denominado La Leonera. Además cuenta con tres sondajes, de los cuales dos operan. Por otra parte, el sistema de agua potable de La Punta, se abastece mediante captaciones subterráneas, contando con una batería de tres sondajes (uno sin habilitar) en el recinto Conde de la Conquista, que se ubica al norte de la localidad.

En el Cuadro 5.4.2.3-35 se muestran los caudales anuales de producción y consumo, asumiendo una pérdida por distribución del 15%.

La proyección mensual de los volúmenes de producción de ESSBIO S.A., así como el total anual se muestran en el Cuadro 5.4.2.3-36, expresados en (L/s) hasta el año 2027.

En la Figura 5.4.2.3-12 se muestra la proyección de consumo anual y de producción anual en Mm^3 , para el período 2005 a 2027.

CUADRO 5.4.2.3-35
PROYECCIÓN DE DEMANDAS ANUALES
EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS DEL BÍO-BÍO

Año	Consumo		Producción			Total
			Codegua	La Punta	Total	
	(L/s)	(Mm ³ /año)	(L/s)	(L/s)	(L/s)	(Mm ³ /año)
2006	30,5	0,96	19,5	16,4	35,9	1,13
2007	30,6	0,97	19,5	16,5	36,0	1,14
2008	30,8	0,97	19,6	16,6	36,2	1,14
2009	30,9	0,97	19,6	16,7	36,3	1,14
2010	30,9	0,98	19,6	16,8	36,4	1,15
2011	30,9	0,98	19,6	16,8	36,4	1,15
2012	31,1	0,98	19,7	16,9	36,6	1,15
2013	31,2	0,98	19,7	17,0	36,7	1,16
2014	31,2	0,98	19,7	17,0	36,7	1,16
2015	31,3	0,99	19,7	17,1	36,8	1,16
2016	31,5	0,99	19,8	17,2	37,0	1,17
2017	31,5	0,99	19,8	17,3	37,1	1,17
2018	31,6	1,00	19,9	17,3	37,2	1,17
2019	31,7	1,00	19,9	17,4	37,3	1,17
2020	31,7	1,00	19,9	17,4	37,3	1,18
2021	31,8	1,00	19,9	17,5	37,4	1,18
2022	31,8	1,00	19,9	17,5	37,5	1,18
2023	31,9	1,01	20,0	17,6	37,5	1,18
2024	31,9	1,01	20,0	17,6	37,6	1,18
2025	32,0	1,01	20,0	17,6	37,6	1,19
2026	32,1	1,01	20,1	17,9	37,9	1,20
2027	32,2	1,01	20,1	17,9	38,0	1,20

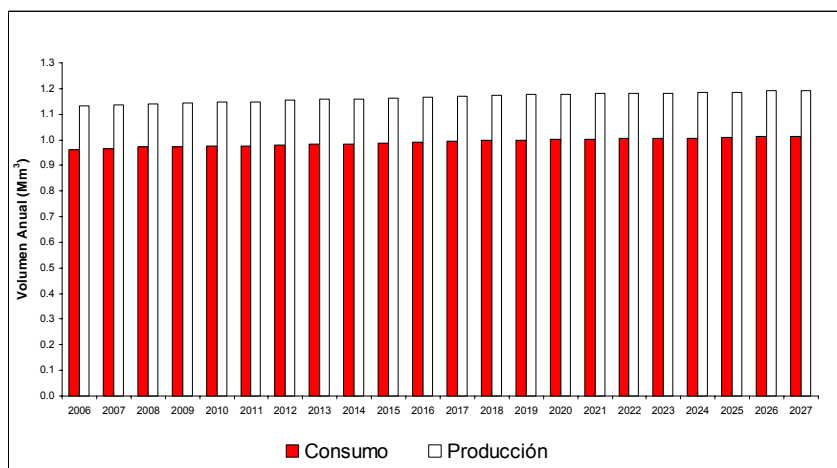
Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

CUADRO 5.4.2.3-36
PROYECCIÓN DE PRODUCCIÓN
EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS DEL BÍO-BÍO

Año	Ene (L/s)	Feb (L/s)	Mar (L/s)	Abr (L/s)	May (L/s)	Jun (L/s)	Jul (L/s)	Ago (L/s)	Sep (L/s)	Oct (L/s)	Nov (L/s)	Dic (L/s)	Caudal Medio (L/s)	Producción Anual (Mm ³)
2006	46,4	51,9	43,0	39,6	32,5	27,9	25,4	26,2	28,4	32,2	37,2	41,3	35,9	1,13
2007	46,5	52,1	43,1	39,7	32,6	27,9	25,5	26,2	28,5	32,3	37,3	41,4	36,0	1,14
2008	46,8	52,4	43,4	40,0	32,8	28,1	25,6	26,4	28,7	32,4	37,5	41,7	36,2	1,14
2009	46,9	52,5	43,5	40,1	32,9	28,2	25,7	26,5	28,7	32,5	37,6	41,8	36,3	1,14
2010	47,1	52,6	43,6	40,2	32,9	28,2	25,8	26,5	28,8	32,6	37,7	41,9	36,4	1,15
2011	47,1	52,6	43,6	40,2	32,9	28,2	25,8	26,5	28,8	32,6	37,7	41,9	36,4	1,15
2012	47,3	52,9	43,8	40,4	33,1	28,4	25,9	26,7	29,0	32,8	37,9	42,1	36,6	1,15
2013	47,5	53,1	43,9	40,5	33,2	28,5	26,0	26,8	29,1	32,9	38,0	42,3	36,7	1,16
2014	47,5	53,1	43,9	40,5	33,2	28,5	26,0	26,8	29,1	32,9	38,0	42,3	36,7	1,16
2015	47,6	53,2	44,1	40,6	33,3	28,5	26,1	26,8	29,1	33,0	38,1	42,4	36,8	1,16
2016	47,9	53,5	44,3	40,8	33,5	28,7	26,2	27,0	29,3	33,2	38,4	42,6	37,0	1,17
2017	48,0	53,6	44,4	40,9	33,6	28,8	26,3	27,1	29,4	33,3	38,5	42,7	37,1	1,17
2018	48,1	53,7	44,5	41,0	33,6	28,8	26,3	27,1	29,4	33,4	38,5	42,8	37,2	1,17
2019	48,2	53,8	44,6	41,1	33,7	28,9	26,4	27,2	29,5	33,4	38,6	42,9	37,3	1,18
2020	48,3	53,9	44,7	41,2	33,7	28,9	26,4	27,2	29,5	33,5	38,7	43,0	37,3	1,18
2021	48,4	54,0	44,8	41,2	33,8	29,0	26,5	27,3	29,6	33,5	38,8	43,1	37,4	1,18
2022	48,5	54,1	44,8	41,3	33,9	29,0	26,5	27,3	29,6	33,6	38,8	43,1	37,5	1,18
2023	48,6	54,2	44,9	41,4	33,9	29,1	26,6	27,4	29,7	33,7	38,9	43,2	37,5	1,18
2024	48,6	54,3	45,0	41,4	34,0	29,1	26,6	27,4	29,7	33,7	39,0	43,3	37,6	1,19
2025	48,7	54,4	45,0	41,5	34,0	29,2	26,6	27,4	29,8	33,8	39,0	43,3	37,6	1,19
2026	48,8	54,5	45,1	41,6	34,1	29,3	26,7	27,5	29,9	33,9	39,1	43,4	37,8	1,19
2027	48,8	54,6	45,2	41,6	34,1	29,3	26,7	27,5	29,9	33,9	39,2	43,5	37,9	1,19

Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

FIG. 5.4.2.3-12
PROYECCIÓN DE CONSUMO Y PRODUCCIÓN ANUAL (Mm³)
EMPRESA DE SERVICIOS SANITARIOS DEL BÍO-BÍO



Fuente: Elaboración Propia

5.4.2.4 Demanda de Agua Potable Rural

En el caso de la cuenca del Maipo, se encuentran habilitados en la Región Metropolitana, la cantidad de 100 APR de acuerdo a información proporcionada por la DOH Regional, éstos se encuentran repartidos de la siguiente forma según provincias:

• Melipilla	35	• Talagante	19
• Chacabuco	24	• Maipo	16
• Cordillera	3	• Santiago	3

Los APR se agrupan en Comités o Cooperativas que se encargan de abastecer de agua potable a pequeñas ciudades y localidades rurales, cuyo número de habitantes es marginal frente a localidades importantes.

La DOH cuenta con un programa de proyectos a desarrollar, que se han denominado “Plan de Desarrollo de Agua Potable Rural en la Región Metropolitana de Santiago, para el período 2006 a 2011”. En los Cuadros 5.4.2.4-1 a 5.4.2.4-3 se muestran los proyectos de APR propuestos en este Plan.

CUADRO 5.4.2.4-1
PLAN DE DESARROLLO DE AGUA POTABLE RURAL EN LA REGIÓN
METROPOLITANA DE SANTIAGO, 2006 A 2011
PROGRAMA DE PROYECTOS EN EJECUCIÓN

Nº	Nombre Proyecto	Comuna	Nº Habit.	2007	2008	2009	2010	2011
Proyectos de Continuidad								
1	Inst. Servicio Quilapilún Bajo	Colina	200	X				
2	Mej. Servicio Chiñihue	El Monte	4.073	X				
3	Mej. Servicio La Viluma	Melipilla	672	X	X			
4	Mej. Servicio Los Maitenes de Ulmén	Melipilla	803		X	X		
5	Inst. Servicio Las Lomas de Culiprán	Melipilla	1.120	X	X			
6	Inst. Servicio La Vega	Melipilla	360	X	X			
7	Inst. Servicio El Curato	Padre Hurtado	456	X				
8	Mej. Servicio Rangué Los Hornos	Paine	2.288	X	X			
9	Mej. Servicio Melocotón	San José de Maipo	1.525	X	X			
10	Inst. Servicio Caleu	Til Til	744	X				
Proyectos de Mejoramiento								
11	Mej. Servicio Quilapilún Alto	Colina	325	X	X			
12	Mej. Servicio Chacabuco	Colina	1.614	X	X			
13	Mej. Servicio Lo Alvarado	Curacaví	888	X	X			
14	Mej. Servicio María Pinto	María Pinto	1.390	X	X			
15	Mej. Servicio Lo Ovalle	María Pinto	1.245	X	X			
16	Mej. Servicio Ibacache	María Pinto	1.370	X	X			
17	Mej. Servicio Santa Elisa	Melipilla	1.494	X	X			

Fuente: DOH Región Metropolitana

CUADRO 5.4.2.4-2
PLAN DE DESARROLLO DE AGUA POTABLE RURAL EN LA REGIÓN
METROPOLITANA DE SANTIAGO, 2006 A 2011
PROGRAMA DE PROYECTOS CON ETAPAS PENDIENTES POR EJECUTAR

Nº	Nombre Proyecto	Comuna	Nº Habit.	2007	2008	2009	2010	2011
Proyectos de Continuidad								
1	Inst. Servicio La Estancilla	Buín	1.500		X	X	X	X
2	Mej. Servicio Villa Peldehue	Colina	270	X	X	X	X	
3	Inst. Servicio La Red	El Monte	400	X	X	X	X	
4	Mej. Servicio Puntilla de Lonquén	Isla de Maipo	678		X	X	X	X
5	Mej. Servicio Los Rulos	María Pinto	4.900	X	X			
6	Mej. Servicio Huechún Bajo	Melipilla	1.464	X	X			
7	Inst. Servicio Pabellón	Melipilla	2.064		X	X	X	X
8	Inst. Servicio Tantehue	Melipilla	390		X	X	X	X
9	Inst. Servicio Chocalán	Melipilla	1.062		X	X	X	X
10	Mej. Servicio Sta. Marta Las Turbinas	Paine	2.070	X	X			
Proyectos de Mejoramiento								
11	Mej. Servicio Santa Filomena	Buín	850			X	X	X
12	Mej. Campusano La Estancilla	Buín	1.560	X	X	X		
13	Mej. Servicio Los Diecisiete	Colina	390		X	X		
14	Mej. Servicio Reina Norte	Colina	650		X	X		
15	Mej. Servicio Santa Marta de Liray	Colina	2.340			X	X	
16	Mej. Servicio El Colorado	Colina	1.500		X	X		
17	Mej. Servicio Hermanos Carrera	Colina	1.600		X	X		
18	Mej. Servicio Sta. Filomena San Luis	Colina	1.350		X	X		
19	Mej. Servicio Las Rosas	Curacaví	318		X	X		
20	Mej. Servicio Paico Alto	El Monte	740			X	X	
21	Mej. Servicio Gacitúa	Isla de Maipo	4.050		X	X	X	
22	Mej. Servicio La Islita	Isla de Maipo	6.200		X	X	X	
23	Mej. Servicio San Vicente de Naltahua	Isla de Maipo	1.220		X	X		
24	Mej. Servicio Olea	Isla de Maipo	1.160		X	X		
25	Mej. Servicios Villa Las Mercedes	Isla de Maipo	1.100	X	X	X		
26	Mej. Servicio El Lucero	Lampa	700	X	X	X		
27	Mej. Servicio Las Mercedes	María Pinto	1.608			X	X	X
28	Mej. Servicio El Rosario	María Pinto	470		X	X		
29	Mej. Servicio Monte Las Mercedes	María Pinto	546	X	X	X		
30	Mej. Servicio San José de Melipilla	Melipilla	2.900	X	X	X		
31	Mej. Servicio Rumay Campolindo	Melipilla	1.900		X	X	X	
32	Mej. Servicio Puangue	Melipilla	1.700		X	X		
33	Mej. Servicio Esperanza Sta Mónica	Padre Hurtado	3.000			X	X	X
34	Mej. Servicio Aguila Norte - Sur	Paine	1.900		X	X		
35	Mej. Servicio Huelquén	Paine	4.500		X	X		
36	Mej. Servicio Pelvin	Peñaflor	600	X	X	X		
37	Mej. Servicio Noviciado - Peralito	Pudahuel	2.800		X	X		
38	Mej. Servicio Casas de Pudahuel	Pudahuel	342		X	X		
38	Mej. Servicio El Romeral	San Bernardo	912			X	X	X
40	Mej. Servicio El Espinalillo	Til Til	234		X	X		
41	Mej. Servicios Montenegro	Til Til	s/i			X	X	X

Fuente: DOH Región Metropolitana

CUADRO 5.4.2.4-3
PLAN DE DESARROLLO DE AGUA POTABLE RURAL EN LA REGIÓN
METROPOLITANA DE SANTIAGO, 2006 A 2011
PROGRAMA DE PROYECTOS POR INICIAR

Nº	Nombre Proyecto	Comuna	Nº Habit.	2007	2008	2009	2010	2011
Proyectos Nuevos								
1	Santa Marta del Estero	San José Maipo	235	X	X	X	X	X
2	Santa Elena	Colina	240	X	X	X	X	X
3	Chorrillos	Lampa	250	X	X	X	X	X
4	El Badén	Lampa	390	X	X	X	X	
5	El Taco	Lampa	250	X	X	X	X	X
6	Lipangue	Lampa	250		X	X	X	X
7	Poli San José	Lampa	450		X	X	X	
8	Cmpto. Pte. Maipo Ribera Sur	Buin	700		X	X	X	X
9	Flor de Maipo	Buin	450		X	X	X	X
10	Las Acacias de Viluco	Buin	330		X	X	X	X
11	Las Delicias de Viluco	Buin	480		X	X	X	X
12	Sta. Victoria de Viluco	Buin	460		X	X	X	
13	El Acacio	Calera de Tango	250		X	X	X	
14	El Copihue Sector 2	Calera de Tango	470		X	X	X	
15	Los Tilos	Calera de Tango	470		X	X	X	X
16	San Ignacio	Calera de Tango	700		X	X	X	X
17	Tanguito	Calera de Tango	900		X	X	X	X
18	Villorio Los Tilos	Calera de Tango	380		X	X	X	X
19	Alhué	Curacaví	500		X	X	X	X
20	El Pangue	Curacaví	400		X	X	X	X
21	La Hacienda (Los Naranjos)	Curacaví	500		X	X	X	X
22	Las Achiras	Curacaví	600		X	X	X	X
23	Lo Aguila	Curacaví	450		X	X	X	X
24	Carmen de las Rosas	Melipilla	900		X	X	X	X
25	Alvarez	Isla de Maipo	500		X	X	X	X
26	El Sotillo	Padre Hurtado	260		X	X	X	X
27	Santa Corina	Peñaflor	400		X	X	X	X

Fuente: DOH Región Metropolitana

La demanda total anual y mensual de producción de aguas subterráneas por concepto de APR, y su proyección futura se realizó considerando un 2% de crecimiento anual, que considera los actuales y los nuevos proyectos de APR a constituirse en la cuenca, según lo recomendado en la Metodología de Preparación y Evaluación de Proyectos de Agua Potable del Ministerio de Planificación. Para el cálculo se consideró una dotación de 120 L/hab/día.

En el Cuadro 5.4.2.4-4 se muestra la proyección de los volúmenes de demanda mensuales y total anual de agua a nivel de los APR de la Región Metropolitana, expresados en (L/s) hasta el año 2027.

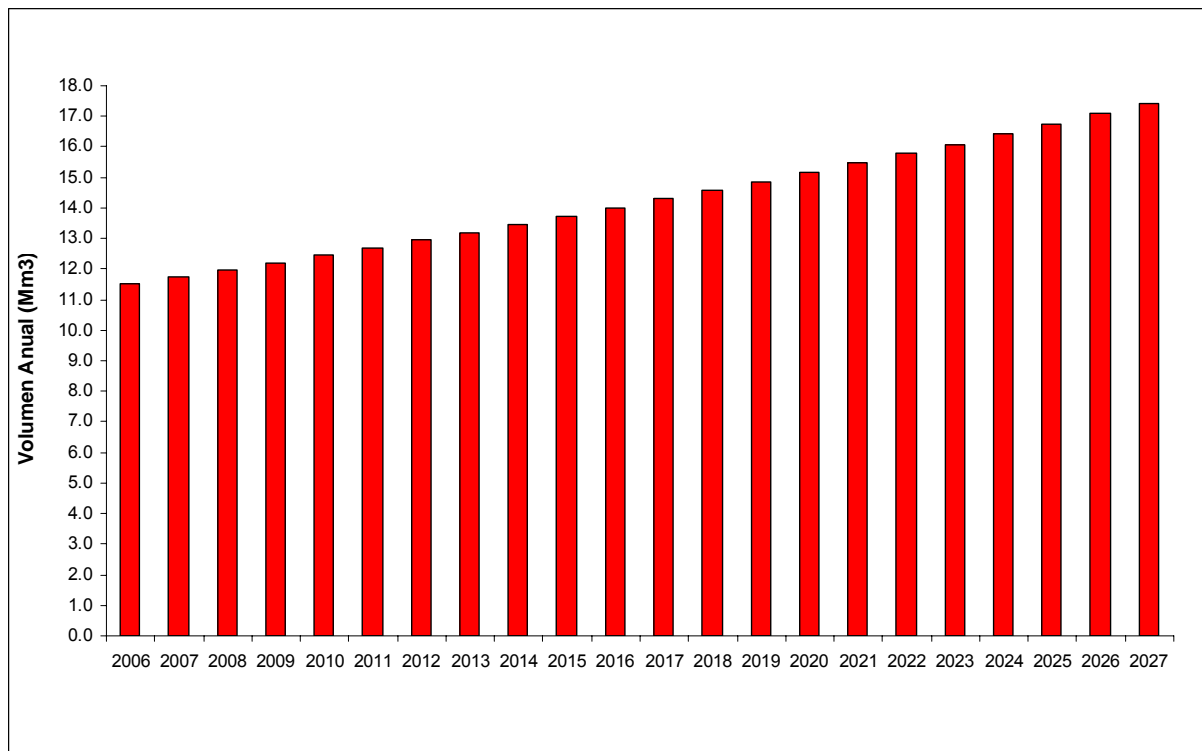
CUADRO 5.4.2.4-4
PROYECCIÓN DE PRODUCCIÓN ANUAL Y MENSUAL – APR

Año	Ene (L/s)	Feb (L/s)	Mar (L/s)	Abr (L/s)	May (L/s)	Jun (L/s)	Jul (L/s)	Ago (L/s)	Sep (L/s)	Oct (L/s)	Nov (L/s)	Dic (L/s)	Caudal Medio (L/s)	Producción Anual (Mm ³)
2006	394	403	325	310	253	227	217	225	270	306	347	375	304	9,59
2007	402	411	331	316	258	232	222	229	275	312	354	383	310	9,78
2008	410	419	338	322	263	237	226	234	281	318	361	390	316	9,97
2009	418	428	345	329	269	241	230	239	286	325	368	398	322	10,15
2010	427	436	351	335	274	246	235	243	292	331	375	406	329	10,38
2011	435	445	359	342	280	251	240	248	298	338	383	414	335	10,56
2012	444	454	366	349	285	256	245	253	304	345	391	422	342	10,79
2013	453	463	373	356	291	261	249	258	310	351	398	431	349	11,01
2014	462	472	380	363	297	266	254	264	316	358	406	440	356	11,23
2015	471	482	388	370	303	272	260	269	322	366	415	448	363	11,45
2016	480	491	396	377	309	277	265	274	329	373	423	457	370	11,67
2017	490	501	404	385	315	283	270	280	335	380	431	466	378	11,92
2018	500	511	412	393	321	288	275	285	342	388	440	476	385	12,14
2019	510	522	420	401	328	294	281	291	349	396	449	485	393	12,39
2020	520	532	428	409	334	300	287	297	356	404	458	495	401	12,65
2021	530	543	437	417	341	306	292	303	363	412	467	505	409	12,90
2022	541	553	446	425	348	312	298	309	370	420	476	515	417	13,15
2023	552	565	455	434	355	318	304	315	378	428	486	525	425	13,40
2024	563	576	464	442	362	325	310	321	385	437	495	536	434	13,69
2025	574	587	473	451	369	331	316	328	393	446	505	546	442	13,94
2026	585	599	482	460	376	337	322	334	401	454	515	556	452	14,24
2027	596	610	491	468	383	344	328	340	408	463	524	567	460	14,51

Fuente: Modificado a partir de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

En la Figura 5.4.2.4-1 se muestra para los APR la proyección de producción anual en Mm³, para el período 2005 a 2027.

FIGURA 5.4.2.4-1
PROYECCIÓN DE PRODUCCIÓN ANUAL APR (Mm³)



Fuente: Elaboración Propia

5.4.2.5 Demanda Total

Finalmente se presenta en el Cuadro 5.4.2.5-1 la distribución de fuentes (entre superficial y subterránea) para las distintas sanitarias. Posteriormente, en el Cuadro 5.4.2.5-2 se presenta la variación de la producción total y desagregada desde el año 2007 al 2027, lo que a su vez se presenta gráficamente en la Figura 5.4.2.5-1.

**CUADRO 5.4.2.5-1
DISTRIBUCIÓN FUENTES (%)**

Empresa	Superficial	Subterránea
Aguas Andinas	85	15
Aguas Cordillera	82	18
Aguas Manquehue	54	46
Aguas Los Domínicos	100	0
SMAPA	0	100
ASP	0	100
SERVICOMUNAL	0	100
AS	0	100
SEPRA	0	100
ESSVAL	80	20
COOPAGUA	80	20
ESSBIO	0	100
APR's	6	94

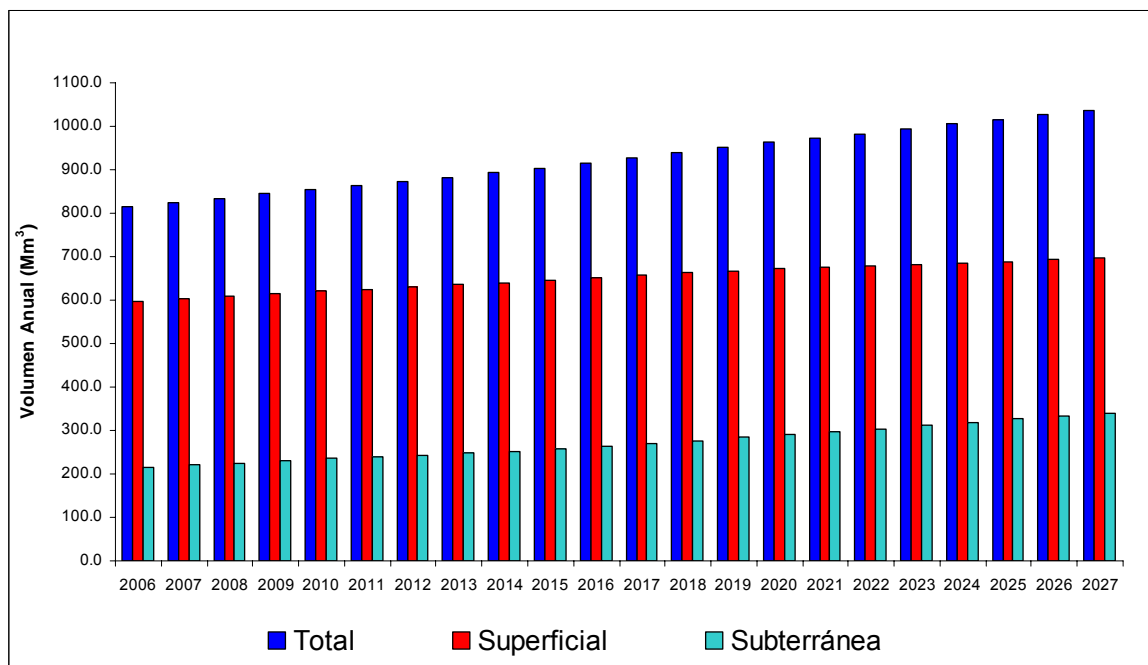
Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 5.4.2.5-2
PRODUCCIÓN TOTAL EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO (Mm³)**

Año	Total	Superficial	Subterránea
2006	814,5	597,9	216,6
2007	823,6	603,1	220,5
2008	833,7	608,7	225,1
2009	844,2	614,5	229,7
2010	855,0	619,8	235,2
2011	863,9	625,1	238,8
2012	873,4	630,4	243,0
2013	883,3	635,5	247,8
2014	893,9	640,9	253,0
2015	904,5	646,3	258,3
2016	915,8	651,6	264,3
2017	927,3	657,0	270,3
2018	939,3	662,3	277,0
2019	951,9	667,7	284,3
2020	963,3	671,5	291,8
2021	972,4	675,1	297,3
2022	983,3	678,8	304,5
2023	994,2	682,3	311,9
2024	1005,3	685,6	319,7
2025	1016,6	688,9	327,7
2026	1026,2	693,5	332,8
2027	1037,3	696,8	340,5

Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 5.4.2.5-1
PROYECCIÓN DE PRODUCCIÓN ANUAL (Mm³)



Fuente: Elaboración Propia

5.4.3 DEMANDAS DE AGUA PARA ELECTRICIDAD

Es importante indicar que la información contenida en el presente capítulo se ha extraído del estudio de la Ref. 18 en el se han estimado las demandas de recursos hídricos, por usos para cada cuenca y subcuenca del área de interés, actualizado a marzo 2006.

El uso de recursos hídricos para generación de energía eléctrica corresponde principalmente a las centrales hidroeléctricas del Sistema Interconectado Central (SIC), las que utilizan recursos superficiales a través del ejercicio de derechos de aprovechamiento de aguas de tipo no consuntivo. También destacan las centrales termoeléctricas del SIC. Por último, también existen usos asociados a minicentrales hidroeléctricas, de empresas (industriales o mineras) o particulares, que utilizan recursos superficiales, para generar la energía necesaria para sus propios requerimientos.

La información base utilizada en el estudio de la Ref. 18 se obtuvo principalmente a través de las páginas web de la Comisión Nacional de Energía, del Centro de

Despacho Económico de Carga, y de las propias empresas generadoras. En forma complementaria, se solicitó información específica a cooperativas eléctricas sobre la existencia de minicentrales hidroeléctricas y se utilizó la información de derechos de aguas disponible en el CIRH de la DGA, para confrontar los caudales de derechos de aguas superficiales no consuntivos constituidos con los caudales efectivos de uso actual, según información de la CNE. En el Cuadro 5.4.3-1 se presentan las características principales de las centrales, y en el Cuadro 5.4.3-2 se presenta la energía máxima generable, la energía generada el año 2006, y el factor de planta de algunas centrales, definido como la razón entre la energía generada y la energía generable.

**CUADRO 5.4.3-1
CARACTERÍSTICAS CENTRALES**

Central (Nombre y Tipo)	Propietario	Ubicación	Potencia Nominal (MW)	Q Diseño (m ³ /s)	Fuente de Información
Central Hidroeléctrica Alfalfal - Pasada	AES Gener S.A.	San José de Maipo	160,0	30,0	www.cdec-sic.cl
Central Hidroeléctrica Maitenes - Pasada	AES Gener S.A.	San José de Maipo	30,8	11,3	www.cdec-sic.cl
Central Hidroeléctrica Volcán - Pasada	AES Gener S.A.	El Volcán	13,0	9,1	www.cdec-sic.cl
Central Hidroeléctrica Carbomet - Pasada	Carbomet S.A.	San Bernardo	10,9	30,0	www.cdec-sic.cl
Central Hidroeléctrica Florida - Pasada	Soc. del Canal del Maipo	La Florida	28,0	30,0	www.cdec-sic.cl
Central Hidroeléctrica Puntilla - Pasada	E. E. Puntilla S. A.	Pirque	14,7	20,0	www.cdec-sic.cl
Central Hidroeléctrica Queltehues - Pasada	AES Gener S.A.	Queltehues	41,1	28,1	www.cdec-sic.cl
Central Termoeléctrica Renca	Soc. Eléctrica de Santiago S.A.	Renca	100,0	360,0	www.cdec-sic.cl
Central Termoeléctrica Nueva Renca	Soc. Eléctrica Santiago S.A.	Renca	379,0	180,0	www.cdec-sic.cl
Central Hidroeléctrica Carena - Pasada	Colbún S.A.	Puangué	9,6	s/i	www.cenelca.cl

En lo que respecta a la situación futura de las demandas de agua, se tiene que las demandas adicionales de agua serán dadas por las nuevas centrales que entren en operación. De los proyectos identificados, sólo las centrales del Alto Maipo tienen una fecha de puesta en servicio. Las características de estas centrales, y su fecha de puesta en marcha, se presentan en el Cuadro 5.4.3-2.

CUADRO 5.4.3-2
CARACTERÍSTICAS CENTRALES FUTURAS

CENTRAL (NOMBRE Y TIPO)	PROPIETARIO	UBICACIÓN	POTENCIA NOMINAL (MW)	Q Diseño (m³/s)	Puesta en Marcha
Central Hidroeléctrica Alfalfal II- Pasada	AES Gener S.A.	San José de Maipo	279,4	27	2010
Central Hidroeléctrica Las Lajas - Pasada	AES Gener S.A.	San José de Maipo	259,6	65	2010

Fuente: AES Gener S.A.

5.4.4 DEMANDAS DE AGUA SECTOR INDUSTRIAL Y MINERO

La mayoría de los procesos industriales requiere un consumo continuo de agua para poder desarrollar sus actividades de manera óptima, razón por la cual, es necesario evaluar y cuantificar el uso actual del recurso hídrico empleado en este ítem. Para esto, en el estudio de la Ref. 18, se recopiló los caudales de uso correspondientes a la cuenca, presentados en el estudio realizado para la DGA por IPLA en 1996, "Análisis Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos de Chile". En él, IPLA estimó, mediante una proyección de la variación del PIB entre 1993 y 2017, las demandas futuras, cuya variación se supuso proporcionalmente al aumento del PIB correspondiente a cada región y a cada sector industrial, ligando de esta forma la demanda hídrica con el crecimiento económico del sector correspondiente.

La metodología utilizada en el estudio de la Ref. 18 se considera como situación base las demandas calculadas en el año 1993 por IPLA. Dichas demandas se proyectaron hasta el año 2005 utilizando datos reales sobre la variación del Producto Interno Bruto asociado a cada sector industrial.

Desde el sitio web del Banco Central (www.bcentral.cl), se obtuvieron los valores anuales del PIB por región del país, para el período 1996-2003, así como el PIB nacional correspondiente a los años 2004-2005. Lo anterior permitió obtener la variación porcentual del PIB entre el período 1997-2003. Para los años 1994 a 1996, se han calculado las demandas mediante la proyección de la variación del PIB utilizada por IPLA en su estudio, mientras que para los años 2004-2005, se ha desagregado el valor del PIB nacional para la Región Metropolitana, de manera proporcional a lo observado en el período 1996-2003.

Es importante indicar que si bien es cierto se conoce la demanda a nivel de subcuenca, la información disponible no permite identificar la fuente de agua exacta, tanto a nivel de curso superficial como de acuífero subterráneo.

En el Cuadro 5.4.4-1, se presentan la variación del PIB en el período de interés, considerando sólo los rubros que demandan potencialmente recursos hídricos superficiales. En general, la mayoría de las actividades fueron agrupadas en el ítem referente a industria manufacturera, en ausencia de una discretización sectorial más fina del Producto Interno Bruto.

CUADRO 5.4.4-1
VARIACIÓN REGIONAL DEL PIB Y FACTOR DE ACTUALIZACIÓN
PERÍODO 1994-2005: VALOR HISTÓRICO
PERÍODO 2006-2027: PIB PROMEDIO

Año	Minería		Industria Manufacturera	
	PIB (%)	Factor	PIB (%)	Factor
1993	-	1,000	-	1,000
1994	4,80	1,048	2,70	1,027
1995	4,80	1,098	2,70	1,055
1996	4,80	1,151	2,70	1,083
1997	5,40	1,213	0,74	1,091
1998	-6,01	1,140	4,27	1,138
1999	-1,18	1,127	1,67	1,157
2000	5,09	1,184	1,66	1,176
2001	-2,55	1,154	-0,26	1,173
2002	0,06	1,155	1,60	1,192
2003	1,73	1,175	3,85	1,238
2004	16,69	1,371	9,85	1,360
2005	6,64	1,462	6,64	1,450
2006	3,98	1,520	3,98	1,507
2007	3,98	1,580	3,98	1,567
2008	3,98	1,643	3,98	1,630
2009	3,98	1,709	3,98	1,695
2010	3,98	1,777	3,98	1,762
2011	3,98	1,847	3,98	1,832
2012	3,98	1,921	3,98	1,905
2013	3,98	1,997	3,98	1,981
2014	3,98	2,077	3,98	2,060
2015	3,98	2,160	3,98	2,142
2016	3,98	2,245	3,98	2,227
2017	3,98	2,335	3,98	2,316
2018	3,98	2,428	3,98	2,408
2019	3,98	2,524	3,98	2,504
2020	3,98	2,625	3,98	2,603
2021	3,98	2,729	3,98	2,707
2022	3,98	2,838	3,98	2,815
2023	3,98	2,951	3,98	2,927
2024	3,98	3,068	3,98	3,043
2025	3,98	3,190	3,98	3,164
2026	3,98	3,317	3,98	3,290
2027	3,98	3,449	3,98	3,421

Fuente: Banco Central

Estos valores permitieron proyectar las demandas de recurso hídrico asociadas a cada cuenca, según se presenta en cada capítulo correspondiente.

A continuación se presentan en los Cuadros 5.4.4-2 a 5.4.4-4 las demandas correspondientes al uso industrial del recurso hídrico, desagregado por rubro, para el año 1993, obtenidas del estudio de IPLA.

CUADRO 5.4.4-2
DEMANDAS DE RECURSO HÍDRICO PARA USO INDUSTRIAL EN 1993
SUBCUENCA DEL MAIPO MEDIO (0751)

RUBRO	DEMANDA NETA		DEMANDA BRUTA	
	m ³ /mes	L/s	m ³ /mes	L/s
Procesamiento Aves de Corral	72.000	28	90.000	35
Frigoríficos, Mataderos y Procesamiento de Carnes	1.000	0	1.250	0
Producción de Vinos y Licores	50.000	19	70.000	27
Industrias Químicas	18.000	7	48.600	19
Alimentación, Conservas y Agroindustrias	46.000	18	69.000	27
Papeles e Impresos	4.000	2	10.520	4
Elaboración de Productos Lácteos	4.000	2	4.440	2
Otros	15.000	6	18.000	7
TOTAL	210.000	81	311.810	120
TOTAL (m³/año)	2.520.000		3.741.720	

Fuente: Análisis Uso Actual y Futuro de Los Recursos Hídricos de Chile, Informe Final, IPLA, 1996

En los Cuadros 5.4.4-5 a 5.4.4-7 se presentan los resultados obtenidos de la proyección de las demandas citadas anteriormente, hasta el año 2005.

CUADRO 5.4.4-3
DEMANDAS DE RECURSO HÍDRICO PARA USO INDUSTRIAL EN 1993
SUBCUENCA DEL MAPOCHO (0572-0573)

RUBRO	DEMANDA NETA		DEMANDA BRUTA	
	m ³ /mes	L/s	m ³ /mes	L/s
Frigoríficos, Mataderos y Procesamiento de Carnes	171.000	66	213.750	82
Procesamiento Aves de Corral	180.000	69	225.000	87
Elaboración de Productos Lácteos	193.000	74	214.230	83
Alimentación, Conservas y Agroindustrias	1.751.000	676	2.626.500	1.013
Producción de Vinos y Licores	167.000	64	233.800	90
Embotelladoras y Cervecerías	685.000	264	959.000	370
Textiles y Cueros	844.000	326	1.012.800	391
Papeles e Impresos	3.191.000	1.231	8.392.330	3.238
Petróleo y Derivados	333.000	128	362.970	140
Metalurgia y Galvanoplastia	1.206.000	465	1.423.080	549
Fabricación de Cemento	660.000	255	904.200	349
Otros	1.524.000	588	1.828.800	706
TOTAL	10.905.000	4.207	18.396.460	7.097
TOTAL m³/año	130.860.000		220.757.520	

Fuente: Análisis Uso Actual y Futuro de Los Recursos Hídricos de Chile, Informe Final, IPLA, 1996

CUADRO 5.4.4-4
DEMANDAS DE RECURSO HÍDRICO PARA USO INDUSTRIAL EN 1993
SUBCUENCA MAIPO BAJO (0574)

RUBRO	DEMANDA NETA		DEMANDA BRUTA	
	m ³ /mes	L/s	m ³ /mes	L/s
Textiles y Cueros	20.000	8	24.700	10
Industrias Químicas	1.000	0	2.700	1
Otros	500	0	600	0
TOTAL	21.500	8	28.000	11
TOTAL m³/año	258.000		336.000	

Fuente: Análisis Uso Actual y Futuro de Los Recursos Hídricos de Chile, Informe Final, IPLA, 1996

CUADRO 5.4.4-5
DEMANDAS DE RECURSO HÍDRICO PARA USO INDUSTRIAL
PERÍODO 1993-2005, CUENCA DEL MAIPO
SUBCUENCA DEL MAIPO MEDIO (0571)

AÑO	FACTOR	DEMANDAS NETAS		DEMANDAS BRUTAS	
		m ³ /año	L/s	m ³ /año	L/s
1993	1,000	2.520.000	80	3.741.720	119
1994	1,048	2.640.960	84	3.921.323	124
1995	1,098	2.767.726	88	4.109.546	130
1996	1,151	2.900.577	92	4.306.804	137
1997	1,213	3.057.319	97	4.539.537	144
1998	1,140	2.873.472	91	4.266.559	135
1999	1,127	2.839.485	90	4.216.094	134
2000	1,184	2.984.062	95	4.430.764	140
2001	1,154	2.907.937	92	4.317.733	137
2002	1,155	2.909.672	92	4.320.308	137
2003	1,175	2.960.143	94	4.395.248	139
2004	1,371	3.454.164	110	5.128.776	163
2005	1,462	3.683.586	117	5.469.424	173

Fuente: AC Ingenieros Consultores-DGA, 2007 (Ref. 18)

CUADRO 5.4.4-6
DEMANDAS DE RECURSO HÍDRICO PARA USO INDUSTRIAL
PERÍODO 1993-2005, CUENCA DEL MAIPO
MAPOCHO (0572-0573)

AÑO	FACTOR	DEMANDAS NETAS		DEMANDAS BRUTAS	
		m ³ /año	L/s	m ³ /año	L/s
1993	1,000	130.860.000	4.150	220.757.520	7.000
1994	1,048	137.141.280	4.349	231.353.881	7.336
1995	1,098	143.724.061	4.557	242.458.867	7.688
1996	1,151	150.622.816	4.776	254.096.893	8.057
1997	1,213	158.762.231	5.034	267.827.880	8.493
1998	1,140	149.215.304	4.732	251.722.454	7.982
1999	1,127	147.450.375	4.676	248.745.064	7.888
2000	1,184	154.958.089	4.914	261.410.389	8.289
2001	1,154	151.005.020	4.788	254.741.661	8.078
2002	1,155	151.095.096	4.791	254.893.617	8.083
2003	1,175	153.715.978	4.874	259.314.979	8.223
2004	1,371	179.369.826	5.688	302.592.373	9.595
2005	1,462	191.283.379	6.066	322.690.237	10.232

Fuente: AC Ingenieros Consultores-DGA, 2007 (Ref. 18)

CUADRO 5.4.4-7
DEMANDAS DE RECURSO HÍDRICO PARA USO INDUSTRIAL
PERÍODO 1993-2005, CUENCA DEL MAIPO
MAIPO MEDIO (0571)

AÑO	FACTOR	DEMANDAS NETAS		DEMANDAS BRUTAS	
		m ³ /año	L/s	m ³ /año	L/s
1993	1,000	258.000	8,2	336.000	10,7
1994	1,048	270.384	8,6	352.128	11,2
1995	1,098	283.362	9,0	369.030	11,7
1996	1,151	296.964	9,4	386.744	12,3
1997	1,213	313.011	9,9	407.643	12,9
1998	1,140	294.189	9,3	383.130	12,1
1999	1,127	290.709	9,2	378.598	12,0
2000	1,184	305.511	9,7	397.875	12,6
2001	1,154	297.717	9,4	387.725	12,3
2002	1,155	297.895	9,4	387.956	12,3
2003	1,175	303.062	9,6	394.686	12,5
2004	1,371	353.641	11,2	460.555	14,6
2005	1,462	377.129	12,0	491.145	15,6

Fuente: AC Ingenieros Consultores-DGA, 2007 (Ref. 18)

Para proyectar las demandas de uso industrial, en el estudio de la Ref. 18 se utilizó como base las demandas netas y brutas estimadas en la etapa anterior para el año 2005, las cuales a su vez fueron proyectadas a partir del estudio realizado por IPLA, “Análisis Uso Actual y Futuro de Los Recursos Hídricos de Chile” (1996), mediante indicadores de crecimiento económico regionales y por rubro. El valor del PIB para la RM se estima así en un 3,98 %.

Para cada cuenca, se presentan las demandas calculadas para los años 2005 (escenario base), 2006, 2015 y 2030. Estas demandas fueron calculadas utilizando los indicadores de crecimiento económico como valores constantes para todo el período 2006 – 2030. Dicho criterio se asumió a falta de proyecciones económicas detalladas para el largo plazo, las cuales por lo demás, no debieran fluctuar demasiado en torno al valor utilizado. Por otro lado, la coyuntura en 2005 indicaba un leve retroceso económico (en parte por la baja del precio del cobre) para el corto plazo, por lo que mantener el crecimiento presentado anteriormente fue un criterio conservador al suponer que las demandas de recurso hídrico por uso industrial aumentarían algo más de lo que la coyuntura económica lo percibía.

Finalmente, el resultado del análisis se presenta en el Cuadro 5.4.4-8

CUADRO 5.4.4-8
PROYECCIÓN DE DEMANDAS RECURSO HÍDRICO PARA USO INDUSTRIAL
(m³/año)

AÑO	NETA	BRUTA
MAIPO MEDIO		
1993		
2005	3.683.586	5.469.424
2006	3.830.193	5.687.107
2015	5.442.131	8.080.528
2030	9.772.736	14.510.652
MAPOCHO		
1993		
2005	191.283.379	322.690.237
2006	198.896.458	335.533.308
2015	282.602.088	476.742.596
2030	507.484.244	856.113.121
MAIPO BAJO		
1993	258.000	336.000
2005	377.129	491.145
2006	392.139	510.692
2015	557.171	725.617
2030	1.000.542	1.303.032

Fuente: Preparado a Partir de AC Ingenieros Consultores-DGA, 2007 (Ref. 18)

Al igual que en el Uso Industrial, del estudio realizado por IPLA²⁷ se obtuvieron valores base estimados para el año 1993, los cuales fueron proyectados hasta el año 2005 en el estudio de la Ref. 18 en función del crecimiento económico del sector minero asociado a la región, el cual fue expresado mediante la variación del indicador PIB, estimada a partir de información obtenida del Banco Central, presentada anteriormente.

Las demandas por uso minero correspondientes a 1993 para la cuenca del Maipo se presentan en el Cuadro 5.4.4-9.

Posteriormente, en el Cuadro 5.4.4-10 se presentan las proyecciones de las demandas anteriores hasta el año 2005. La columna "FACTOR" representa el crecimiento económico, y por ende, el crecimiento de la demanda del recurso hídrico, respecto al año 1993, que experimentó el sector minero en la región. Finalmente, en el Cuadro 5.4.4-7, se muestra el resultado de la proyección.

²⁷ Análisis Uso Actual y Futuro de Los Recursos Hídricos de Chile – Informe Final, IPLA LTDA., Enero 1996

**CUADRO 5.4.4-9
DEMANDAS POR USO MINERO
1993-2005**

año	factor	MAPOCHO (0572-0573)		MAIPO BAJO (0574)	
		m ³ /año	L/s	m ³ /año	L/s
1993	1,000	10.375.344	329	94.608	3
1994	1,027	10.655.478	338	97.162	3
1995	1,055	10.943.176	347	99.786	3
1996	1,083	11.238.642	356	102.480	3
1997	1,091	11.321.729	359	103.238	3
1998	1,138	11.805.588	374	107.650	3
1999	1,157	12.002.954	381	109.449	3
2000	1,176	12.202.709	387	111.271	4
2001	1,173	12.171.252	386	110.984	4
2002	1,192	12.365.698	392	112.757	4
2003	1,238	12.841.726	407	117.098	4
2004	1,360	14.107.099	447	128.636	4
2005	1,450	15.044.078	477	137.180	4

Fuente: AC Ingenieros Consultores-DGA, 2007 (Ref. 18)

**CUADRO 5.4.4-10
DEMANDAS POR USO MINERO AÑOS 1993-2005
RESUMEN POR SUBCUENCAS**

Nº CUENCA	CAPACIDAD FLOTACIÓN	CAPACIDAD LIXIVIACIÓN	NOMBRE	DERECHOS (L/s)
0572	12.500		C.M. DISPUTADA DE LAS CONDES	290
0573		3.000	SOC. MINERA PUDAHUEL LTDA. PLANTA LO AGUIRRE	35
0573	160		CÍA EXPLOTADORA DE MINAS PLANTA BATUCO	4
0574	110		OSCAR CUEVAS C. - PLANTA PALO ALTO	3

n/d: Sin información disponible

Fuente: Análisis Uso Actual y Futuro de Los Recursos Hídricos de Chile, Informe Final, IPLA, 1996

CUADRO 5.4.4-11
RECURSOS HÍDRICOS PARA USO MINERO

Subcuenca	Año	Caudal Estimado Uso Minero	
		m³/s	L/s
Río Maipo Alto	2015	0,091	91,2
	2030	0,132	132,2
Río Maipo Medio	2015	0,034	33,5
	2030	0,049	48,6
Río Mapocho	2015	1,205	1205,4
	2030	1,748	1747,6
Río Maipo Bajo	2015	0,043	42,9
	2030	0,062	62,2

Fuente: AC Ingenieros Consultores-DGA, 2007 (Ref. 18)

5.4.5 DEMANDAS DE AGUA PAISAJÍSTICAS. TURÍSTICAS Y RECREACIONALES

Los caudales atribuibles a actividades de naturaleza turística en general están incluidos en los definidos como “Uso 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 5.4.5-1 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 5.4.5-1
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 (L/s)
Maipo Medio	0571	120	1,2
Mapocho	0572+0573	70	0,7

Fuente: AC Ingenieros Consultores-DGA, 2007 (Ref. 18)

Las demandas de uso turístico se proyectaron en AC (2007) utilizando la publicación Comportamiento del Turismo Receptivo – 2005, Servicio Nacional de Turismo, Departamento de Planificación.

Para la proyección de la cantidad de turistas que arriban a la región, se utilizó la estadística contenida en el informe antes mencionado, lo que, mediante la asignación de una tendencia, que se estimó lineal, permitió la estimación de la cantidad de turistas que arribarían para los años 2.015 y 2.030.

Una vez obtenidos dichos valores, los criterios utilizados para transformarlos en demandas hídricas se utilizaron supuestos de dotación por cada turista y de duración de su permanencia. De acuerdo a lo anterior, se estimó conveniente asignar una dotación de 200 litros diarios por turista. Se estima conveniente dicha cifra como promedio de agua requerida por cada turista en su estadía. Por otra parte, se estimó que la estadía media de los turistas sería de 7 días.

En consecuencia, se utilizó un valor de 1.400 litros de agua por turista. Como el valor alcanzado representa el volumen requerido por cada turista, al convertirlo en caudal se debe considerar que la estadística que se usa es anual, por lo que dicho valor correspondería a $1,4 \text{ m}^3/\text{año/turista}$.

El resultado de este análisis se presenta en el Cuadro 5.4.5-2.

**CUADRO 5.4.5-2
RECURSOS HÍDRICOS PARA USO TURISMO**

Código Cuenca	Cuenca	Código Subcuenca	Subcuenca	Año	Caudal Estimado Uso Turismo	
					(m^3/s)	(L/s)
057	Río Maipo	0571	Río Maipo Medio	2015	0,0024	2,4
				2030	0,0049	4,9
057	Río Maipo	0572–0573	Río Mapocho	2015	0,0018	1,8
				2030	0,0031	3,1

Fuente: AC Ingenieros Consultores-DGA, 2007 (Ref. 18)

5.5 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.

5.5.1 INFRAESTRUCTURA DE APROVECHAMIENTO

El análisis de la infraestructura de aprovechamiento del agua se divide en 6 grandes categorías:

- Riego
- Potable
- Electricidad
- Tranques de Relave
- Evacuación de Aguas Lluvia
- Prevención de Aluviones
- Sanitaria

5.5.1.1 Infraestructura para Riego

El análisis que se presenta se basa fundamentalmente en la información presentada en el estudio Bases Plan Director del año 2007. En ese estudio, se indica que la infraestructura de riego se divide en 3 grandes grupos:

- Canales
- Embalses
- Captaciones Subterráneas

Los elementos principales de la infraestructura de riego se presentan en la Figura 5.5.1.1-1. En esta figura se observan claramente las 3 secciones legales en las que se divide el río Maipo, la ubicación de embalses de riego (mayores y algunos menores), y la ubicación de sectores en los que hay sondajes de agua subterránea destinados a riego.

a) Canales: Tal como se presenta en el estudio de la Ref. 1, los canales son antiguos en su mayoría. En el Cuadro 5.5.1.1-1 se presenta un resumen con las características de los canales que captan sus aguas desde el río Maipo. En total, se tienen 62 canales que riegan una superficie superior a 118.500 ha, con una longitud superior a 627 km. Se tiene que muchos de estos canales están en malas condiciones de mantención, lo que redundaría en altas pérdidas de conducción. Los Cuadros 5.5.1.1-2, 5.5.1.1-3, y 5.5.1.1-4 muestran mas detalles de los canales presentes en cada una de las secciones legales del río Maipo. Adicionalmente, en las Figuras 5.5.1.1-2 a 5.5.1.1-5 se muestran los diagramas unifilares del río Maipo, Mapocho y estero Lampa, en función de los antecedentes disponibles en los catastros de usuarios de la DGA y de información recopilada en el estudio de la Ref. 1.

CUADRO 5.5.1.1-1
CANALES ASOCIADOS AL SISTEMA DEL RÍO MAIPO
CANALES PRINCIPALES Y SECUNDARIOS

Sección	Número de Canales			Superficie Regada (ha)	Largo Total (km)
	Ribera Norte o Derecha	Ribera Sur o Izquierda	Total		
1	7	8	15	>72.900	> 134
2	5	10	15	>5.800	> 87
3	16	16	32	> 39.800	> 406
Total	28	34	62	> 118.500	> 627

Fuente: Elaborado Usando Información Contenida en el Estudio
Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

Figura 5.5.1.1-1

Figura 5.5.1.1-2

Figura 5.5.1.1-3

Figura 5.5.1.1-4

Figura 5.5.1.1-5

**CUADRO 5.5.1.1-2
CANALES EN PRIMERA SECCIÓN DEL RÍO MAIPO**

#	Canal	Cauce	Ribera	Descripción
1	Comunitario / San José del Alto	Est. San José	I	La bocatoma está ubicada en la comuna de San José de Maipo. La bocatoma es de carácter temporal. Riega una superficie aprox. de 25 ha en el sector de El Toyo Chico. La longitud del canal es de 1 km
2	Morenino	Est. San José	D	La bocatoma de carácter temporal está ubicada en la comuna de San José de Maipo. El canal de 4,4 km riega una superficie de 14 ha en el sector de San José de Maipo
3	La Palita	Est. San José	I	Al igual que los canales anteriores, la bocatoma de este canal está ubicada en la comuna de San José de Maipo. Y tiene un carácter temporal. El canal riega una superficie aprox. de 8 ha en el sector de El Toyo Chico, con una longitud de 4,3 km
4	San José	Est. San José	D	Tiene una longitud de 5,7 km, una capacidad máxima de 520 L/s y abastece un área de 299 ha
5	Clarillo	Río Clarillo	I	Tiene una longitud de 16,5 km y una capacidad máxima de 500 L/s
6	Maurino	Río Colorado	I	Este canal de regadío lleva las aguas del río Maipo al valle del Mapocho
7	Eyzaguirre	Río Maipo	D	Tiene una longitud de 23,4 km, una capacidad máxima de 19 m ³ /s y abastece un área aprox. de 4.350 ha
8	Huidobro	Río Maipo	I	Tiene una longitud de 16 km, una capacidad máxima de 12 m ³ /s y abastece un área aprox. de 9.200 ha
9	Isla Lonquén	Río Maipo	D	Atraviesa el extremo sur de la zona urbana de Isla de Maipo proveniente del río Maipo, con una capacidad de canal muy variable, variando de menos de 0,25 m ³ /s a 3 m ³ /s
10	Lo Herrera o Arriagada	Río Maipo	D	Tiene una longitud de 11,9 km, una capacidad máxima de 2 m ³ /s y abastece un área aprox. de 870 ha
11	Pirque / Sirena	Río Maipo	I	Tiene una longitud de 3,9 km y una capacidad máxima de 12,6 m ³ /s
12	San Carlos	Río Maipo	D	La bocatoma del canal San Carlos está ubicada en la ribera derecha del río Maipo y está compuesta por un conjunto de 20 compuertas. Tiene una longitud de 32,2 km, una capacidad máxima de 35 m ³ /s y abastece un área aprox. de 15.290 ha
13	Unidos de Buin	Río Maipo	I	Tiene una longitud de 1,8 km, una capacidad máxima de 19 m ³ /s y abastece un área aprox. de 18.100 ha
14	Bocatoma Independiente Aguas Andinas	Río Maipo	I	Su uso está destinado al abastecimiento de agua potable de la ciudad de Santiago
15	Asociación Canalistas del Maipo	Río Maipo	D	En una primera sección tiene una longitud de 2,5 km, una capacidad máxima de 40 m ³ /s y abastece un área aprox. de 15.600 ha. Luego, en una segunda sección presenta una longitud de 10,0 km, y una capacidad máxima de 23 m ³ /s, abasteciendo un área aprox. de 9.100 ha

Fuente: Elaborado Usando Información Contenida en el
Estudio Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

**CUADRO 5.5.1.1-3
CANALES EN SEGUNDA SECCIÓN DEL RÍO MAIPO**

#	Canal	Cauce	Ribera	Descripción
1	Vínculo o Vinculano	Río Angostura	I	Tiene una longitud de 8,7 km, una capacidad máxima de 1,7 m ³ /s y abastece un área aprox. de 860 ha
2	Aguilino	Río Angostura	I	Tiene una longitud de 17,6 km, una capacidad máxima de 1,7 m ³ /s y abastece un área aprox. de 781 ha
3	Calan	Río Angostura	I	Tiene una longitud de 2,5 km y una capacidad máxima de 0,4 m ³ /s
4	Aguila Norte y Sur	Río Angostura	I	Tiene una longitud de 1,0 km y una capacidad máxima de 1,8 m ³ /s
5	Mansel	Río Angostura	I	Tiene una longitud de 8,0 km y una capacidad máxima de 0,4 m ³ /s
6	Hospital	Río Angostura	D	Tiene una longitud de 1,5 km, una capacidad máxima de 2,4 m ³ /s y abastece un área aprox. de 1.875 ha
7	Isla	Río Angostura	I	Tiene una longitud de 1,0 km y una capacidad máxima de 0,1 m ³ /s
8	Naltahua	Río Maipo	D	Tiene una longitud de 10,0 km, una capacidad máxima de 1,5 m ³ /s y abastece un área aprox. de 865 ha
9	Rosario	Río Maipo	I	Tiene una longitud de 10,0 km, una capacidad máxima de 1,3 m ³ /s y abastece un área aprox. de 610 ha
10	San Antonio de Naltahua	Río Maipo	D	Tiene una longitud de 18,0 km, una capacidad máxima de 1 m ³ /s y abastece un área aprox. de 780 ha
11	El Chanco - Las Mercedes	Río Maipo	D	Tiene una longitud de 1,7 km y una capacidad máxima de 1 m ³ /s
12	Lo Chacón	Río Maipo	I	Tiene una longitud de 3,2 km y una capacidad máxima de 0,4 m ³ /s
13	Mercedado	Río Maipo	D	Tiene una longitud de 3,6 km y una capacidad máxima de 0,3 m ³ /s

Fuente: Elaborado Usando Información Contenida en el
Estudio Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

CUADRO 5.5.1.1-4
CANALES EN TERCERA SECCIÓN DEL RÍO MAIPO

#	Canal	Cauce	Ribera	Descripción
1	Félix	Estero Amestica	D	La bocatoma está ubicada en la comuna de María Pinto, y consiste en un taco de sacos rellenos con arena, tierra y piedras. Distribuye sus recursos mediante entregas directas a través de compuertas y tacos, además posee un tranque menor. El área de riego comprende un grupo de predios de la Parcelación Chorombo Alto y Chorombo en la comuna de María Pinto. La superficie regada es de aprox. 270 ha. La longitud del canal es de 7,0 km
2	Ortígal Norte	Estero Amestica	I	La bocatoma que se ubica en la comuna de María Pinto, consiste en una barrera de ladrillos, donde se ubican 4 compuertas de hoja de tablonés, que cierran el cauce del estero. Distribuye sus recursos mediante entregas directas a través de tacos. El área de riego del canal comprende algunos predios del Proyecto de Parcelación Chorombo y es de aprox. 19 ha, con una longitud del canal de 3,6 km
3	Ortígal Sur	Estero Amestica	D	La captación consiste en una barrera de ladrillos, donde se ubican 4 compuertas de hoja de tablonés, que cierran el cauce del estero. Distribuye sus recursos mediante entregas directas a través de tacos. El área de riego del canal comprende una franja de predios que limita con el estero Amestica por el noreste, el Proyecto de Parcelación Los Quillayes y Parcelación Chorombo por el suroeste. La superficie regada es aprox. de 114 ha. La longitud del canal es de 3,1 km
4	La Cruz	Estero Amestica	D	La captación consiste en una barrera de albañilería de ladrillos, donde se ubican 4 compuertas de hoja de tablonés. Distribuye sus recursos mediante entregas directas a través de compuertas y tacos. El área de riego del canal comprende algunos predios del Proyecto de Parcelación Chorombo, ubicados entre el área regada por el canal Ortígal Sur y el estero Puangue. La superficie regada es de aprox. 165 ha. La longitud del canal es de 4,2 km
5	Wodehouse	Estero Cholqui	I	El canal riega unas 2.300 ha de los sectores de Codigua y Popeta, con una capacidad de canal de 3,0 m ³ /s, no presentando, en general, problemas de capacidad. El canal tiene 11 km de longitud
6	Carmen Alto	Río Maipo	I	El canal riega una superficie aproximada de 1.500 ha en el sector del mismo nombre del canal. Este canal posee derechos por 8 m ³ /s, sin embargo, la capacidad es muy inferior ya que sólo puede conducir un caudal del orden de los 3 m ³ /s. La longitud total del canal es de 36 km
7	Chocalán / Pabellón	Río Maipo	I	Este canal tiene derechos por 5,0 m ³ /s y riega una superficie aprox. de 1.910 ha con una longitud total de 22,7 km. Su capacidad está reducida a conducir un caudal de unos 2,8 m ³ /s, lo que sería suficiente para las 1.910 ha
8	Cholqui	Río Maipo	I	Este canal posee derechos por 2,0 m ³ /s y riega una superficie aprox. de 3.500 ha. La longitud total del canal es de 37,6 km
9	Codigua	Río Maipo	I	El canal Codigua tiene derechos por 5,0 m ³ /s para el riego de una superficie aprox. de 6.600 ha. La longitud del canal es de 49,86 km
10	Culiprán	Río Maipo	I	El canal tiene derechos por 5,0 m ³ /s y riega una superficie aprox. de 6.600 ha. La longitud total del canal es de 49,86 km
11	Huechún	Río Maipo	D	Posee acciones por 4,2 m ³ /s para una superficie aprox. de 2.950 ha, con una longitud total del canal de 24,33 km

CUADRO 5.5.1.1-4
CANALES EN TERCERA SECCIÓN DEL RÍO MAIPO
(Continuación)

#	Canal	Cauce	Ribera	Descripción
12	Isla Huechún	Río Maipo	D	El caudal captado es del orden de 1,2 m ³ /s, utilizado para el riego de aproximadamente 1.000 ha, correspondientes a dos propietarios, entregando sus aguas en primer lugar a la Agrícola Ariztía y luego al fundo Santa Rosa. La longitud total del canal es de 8,244 km
13	Picano / Hualemu	Río Maipo	D	Este canal Picano tiene una longitud aproximada de 38,41 km y posee derechos por 2,0 m ³ /s. El canal Hualemu, por su parte, es un canal que se desarrolla por el valle, caja de río, y que no tendría grandes filtraciones, según sus antecedentes. Tiene derechos por 2,0 m ³ /s para el riego de unas 3.190 ha y posee una longitud de 40 km
14	San José	Río Maipo	D	Este canal posee dos captaciones, una en el río Mapocho y la otra en el río Maipo, con una capacidad total aproximada de captación de 7,0 m ³ /s. El canal San José riega unas 6.510 ha, y tiene una longitud aproximada de 44 km
15	Puangue	Río Maipo	D	Atraviesa la zona urbana de la localidad de Melipilla en sentido oriente poniente. En su paso por la zona urbana presenta algunos tramos entubados, luego de abandonar la zona urbana se desarrolla por los faldeos de los cerros existentes al oriente de Melipilla, descargando finalmente al estero Puangue. El canal fue levantado desde su entrada a la zona urbana de Melipilla en una longitud de 8.200 m, con una capacidad muy variable, pero en general alta, variando de 7 m ³ /s a 23 m ³ /s

Fuente: Elaborado Usando Información Contenida en el
Estudio Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

Por otra parte, en lo que respecta al río Mapocho, se tiene un total de 83 canales con una longitud superior a 266 km, los que riegan una superficie en exceso a 37.200 ha. Al igual que en el caso del río Maipo, muchos de estos canales se encuentran en mal estado. La información relativa al río Mapocho se presenta en el Cuadro 5.5.1.1-5.

**CUADRO 5.5.1.1-5
CANALES EN TERCERA SECCIÓN DEL RÍO MAIPO**

#	Canal	Cauce	Ribera	Descripción
1	Las Cadenas	Estero Agua Fría	I	En la bocatoma se captan entre 1.100 y 1.800 L/s
2	Trebulco/ Bustamante	Estero Agua Fría	I	El canal Trebulco en una longitud de 5.900 m en su paso por el área urbana de Talagante. La capacidad del canal varía entre los 3 y 28 m ³ /s, presentando en algunos tramos capacidades del orden de 40 m ³ /s, y se riegan unas 500 ha
3	El Recreo	Estero Agua Fría	I	El área de riego comprende unas 14.500 ha, y la longitud del canal es de 2,7 km
4	Peñaflor	Estero Agua Fría	I	En la bocatoma capta alrededor de 1.700 L/s con lo cual sirve a un total de 32 comuneros. El canal posee 385 acciones del estero Agua Fría, con lo cual tiene capacidad para regar alrededor de 385 ha
5	El Guindo	Estero Aguas Claras	I	La superficie regada es de aprox. 18 ha, con una longitud de canal de 2,8 km
6	Aguas Claras	Estero Aguas Claras	I	La capacidad de porteo de este canal varía entre los 0,6 y 11 m ³ /s
7	Ramón Castillo	Estero Aguas Claras	I	Riega una superficie de aprox. 88 ha con una longitud de 3,9 km
8	Arrayán (EX Novillo Muerto)	Estero Arrayán	I	La bocatoma está ubicada en la comuna de Lo Barnechea y tiene una longitud de 5,6 km
9	La Canoa	Estero Arrayán	I	Riega una superficie de unas 6 ha en el sector de El Arrayán con una longitud de 2,2 km.
10	La Poza	Estero Arrayán	D	Riega una superficie de aprox. 135 ha en el sector de La Dehesa, y tiene 16,8 km
11	Valle Blanco	Estero Arrayán	D	Sirve al sector de Valle Blanco, una superficie inferior a 1 ha. La longitud del canal es de 0,7 km
12	El Refugio	Estero Arrayán	D	Riega una superficie de aprox. 1 ha en el sector de El Arrayán. La longitud del canal es de 2 km
13	El Risco	Estero Caroca	I	Riega una superficie de unas 3 ha en el sector de Potrero Grande. La longitud del canal es de 1 km
14	Los corrales	Estero Covarrubias	I	Riega una superficie inferior a 1 ha en el sector de Los Corrales del Tollo. La longitud del canal es de 1 km
15	El Refugio	Estero El Asiento	I	La superficie regada es de unas 2 ha. La longitud del canal es de 0,4 km
16	El Asiento	Estero El Asiento	D	La superficie regada es de aprox. 4 ha. La longitud del canal es de 1,55 km
17	Cupertino	Estero El Asiento	I	La superficie regada es de aprox. 1 ha de dos predios de la comuna de Til Til. La longitud del canal es de 0,35 km
18	Las Tunas	Estero El Asiento	I	La superficie regada es de unas 3, ha correspondientes a 3 predios de la comuna de Til Til
19	El Tunal	Estero El Asiento	I	Riega una superficie de unas 14 ha distribuidas en 5 propiedades ubicadas en la sección superior del estero. La longitud del canal es de 1 km
20	La Era	Estero El Huingan	I	Riega una superficie de aprox. 23 ha en el sector comprendido entre el estero El Huingan por el norte, estero Aguas Claras por el sur y oriente, y camino interior por el poniente. La longitud del canal es de 0,3 km
21	Las Casas	Estero El Huingan	D	Riega una superficie de unas 4 ha en un sector al sur del estero El Huingan. La longitud del canal es de 0,2 km.
22	Del Bajo	Estero El Huingan	I	Riega una superficie de aprox. 41 ha en el sector comprendido al sur y norte del estero El Huingan. La longitud del canal es de 1,5 km
23	Alimentador Punta de Aguila	Estero Hualtata	D	Los derechos de aprovechamiento corresponden a 100 L/s de carácter permanente y continuo. La longitud del canal es de 1 km
24	Las Hualtatas	Estero Hualtata	D	La superficie regada es de unas 20 ha. La longitud del canal es de 2,4 km

CUADRO 5.5.1.1-5
CANALES EN TERCERA SECCIÓN DEL RÍO MAIPO
(Continuación)

#	Canal	Cauce	Ribera	Descripción
25	El Cajón	Estero Manzanito o Barros Negros	I	La bocatoma está ubicada en la comuna de Lo Barnechea. La captación consiste en un taco de piedras. Conduce sus aguas a tajo abierto y las distribuye mediante entregas directas a través de tacos. La longitud del canal es de 0,75 km. (Fue
26	El Pazo	Estero Manzanito o Barros Negros	D	Riega una superficie de 0,02 ha en el sector de La Ermita. La longitud del canal es de 0,25 km.
27	Central	Estero Til Til	D	Este canal tiene una capacidad de unos 60 L/s
28	La Finca	Estero Til Til	I	La superficie regada con recursos del canal es de 1,8 ha
29	Los Trenes	Estero Til Til	D	Tiene un desarrollo de 1,5 k, y riega 50 ha de un predio de la comuna de Til Til
30	Matriz Til Til	Estero Til Til	D	La superficie regada por el canal con recursos del Estero es de 2,87 ha
31	Potrerosillos	Oda. De los Potrerillos	D	Riega una superficie de unas 17 ha. La longitud del canal es de 12,2 km.
32	Colina	Río Colina	I	Tiene una longitud de 8,6 km, abastece un área de aprox. 5.880 ha. Del área total de regadío 3.500 ha corresponden a las comuna de Colina, 2.270 ha a la comuna de Lampa, 20 ha a la comuna de Quilicura y 90 ha a la comuna de Renca.
33	Colina Sur	Río Colina	I	La superficie regada es de aprox. 70 ha. La longitud del canal es de 7,6 km.
34	Esmeralda	Río Colina	I	La superficie regada es de aprox. 190 ha. La longitud del canal es de 0,20 km
35	Esmeralda de Colina	Río Colina	D	La superficie regada es de unas 75 ha. La longitud del canal es de 5,3 km
36	La Guaca	Río Colina	I	La superficie regada es de aprox. 90 ha. La longitud del canal es de 3,8 km.
37	Santa Inés Abajo	Río Colina	I	La superficie regada es de aprox. 75 ha. La longitud del canal es de 0,5 km.
38	El Bollo	Río Mapocho	I	Tiene una longitud de 16,6 km, una capacidad máxima de 1,1 m ³ /s y abastece un área de unas 340 ha. (Fuente: Estudio Base (DGA-2000)
39	Esperanza Bajo	Río Mapocho	D	Tiene una longitud de 12,8 km, una capacidad máxima de 1,9 m ³ /s y abastece un área de aprox. 1.215 ha
40	La Dehesa	Río Mapocho	D	Tiene una longitud de 7,6 km, una capacidad máxima de 0,21 m ³ /s y abastece un área de aprox. 140 ha
41	Las Mercedes	Río Mapocho	D	Riega una superficie de aprox. 7.730 ha, de un total de unas 18.800 ha ubicadas en las comunas de Curacaví y María Pinto, en ambas márgenes del estero Puangue.
42	Mallarauco	Río Mapocho	D	Tiene una longitud de 17,3 km y una capacidad máxima de 22 m ³ /s
43	Vitacura	Río Mapocho	D	Tiene una longitud de 17,8 km, una capacidad máxima de 0,8 m ³ /s y abastece un área de unas 740 ha. (Fuente: Estudio Base (DGA
44	Las Casas de Pudahuel	Río Mapocho	D	Tiene una longitud de 7,8 km, una capacidad máxima de 5 m ³ /s y abastece un área de aprox. 365 ha
45	Manresas	Río Mapocho	I	Tiene una longitud de 3,8 km, una capacidad máxima de 0,3 m ³ /s y abastece un área de 170 ha
46	Santa Mariana	Río Mapocho	I	Tiene una longitud de 0,5 km y una capacidad máxima de 0,1 m ³ /s
47	Bombilla	Río Mapocho	D	Tiene una longitud de 2,7 km, una capacidad máxima de 0,7 m ³ /s y abastece un área de unas 75 ha
48	Asociación Mallarauco	Río Mapocho	D	Tiene una longitud de 0,3 km y una capacidad máxima de 0,1 m ³ /s. (Fue

CUADRO 5.5.1.1-5
CANALES EN TERCERA SECCIÓN DEL RÍO MAIPO
(Continuación)

#	Canal	Cauce	Ribera	Descripción
49	Pelvín Bajo	Río Mapocho	D	Tiene una longitud de 1,8 km y una capacidad máxima de 0,2 m ³ /s
50	San Miguel	Río Mapocho	D	Tiene una longitud de 15 km, una capacidad máxima de 3,8 m ³ /s y abastece un área de aprox. 1.500 ha.
51	Esperanza Alto	Río Mapocho	D	Tiene una longitud de 25,4 km, una capacidad máxima de 1,5 m ³ /s y abastece un área de aprox. 770 ha
52	Cañaveral	Río Mapocho	D	Tiene una longitud de 1,3 km y una capacidad máxima de 0,1 m ³ /s
53	Unidos	Río Mapocho	I	Tiene una longitud de 7,3 km, una capacidad máxima de 0,5 m ³ /s y abastece un área de aprox. 115 ha
54	Potrero Grande	Río Molina	D	. Riega una superficie de unas 8 ha en el sector de Potrero Grande. La longitud del canal es de 4,3 km
55	Campos	Río Molina	I	Riega una superficie de aprox. 4 ha en el sector de Río Molina. La longitud del canal es de 1,6 km
56	La Ermita	Río San Francisco	D	Riega una superficie de 0,01 ha en el sector de La Ermita. La longitud del canal es de 0,25 km
57	Collados	Río San Francisco	D	Riega una superficie de 0,05 ha en el sector de La Ermita. La longitud del canal es de 0,5 km
58	Corral Quemado	Río San Francisco	I	Riega una superficie de 0,14 ha en el sector de La Ermita. La longitud del canal es de 5 km.
59	La Palomera	Río San Francisco	D	Riega una superficie de 4 ha en el sector de Piedras Blancas. La longitud del canal es de 3,2 km
60	Las Arenas	Río San Francisco	D	La longitud del canal es de 1,5 km
61	Lilenes	Río San Francisco	I	Riega una superficie de 0,05 ha en el sector de Lilén. La longitud del canal es de 0,5 km
62	La Planchada	Río San Francisco	-	Tiene derechos por 750 L/s. La longitud del canal es de 1,8 km
63	Ortuzano	Zanjón de la Aguada	D	Tiene una longitud de 10,4 km, una capacidad máxima de 4,2 m ³ /s y abastece un área de aprox. 1.675 ha
64	Loma Blanca / Rinconada	Zanjón de la Aguada	D	Tiene una longitud de 4,0 km, una capacidad máxima de 0,4 m ³ /s y abastece un área de aprox. 249 ha. Mientras que Rinconada tiene una longitud de 17,1 km y una capacidad máxima de 4,0 m ³ /s
65	Lo Encañado/ Leiva	Zanjón de la Aguada	I	Tiene una longitud de 2,4 km, una capacidad máxima de 0,4 m ³ /s y abastece un área aprox. de 300 ha.
66	Lo Errázuriz	Zanjón de la Aguada	I	Tiene una longitud de 3,0 km, una capacidad máxima de 0,2 m ³ /s y abastece un área de aprox. de 125 ha.
67	Maipú - Aguada	Zanjón de la Aguada	I	Tiene una longitud de 1,3 km, una capacidad máxima de 0,1 m ³ /s y abastece un área aprox. de 34 ha

Fuente: Elaborado Usando Información Contenida en el
Estudio Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

b) Embalses: En lo que respecta a los embalses, se identifican 3 grandes tipos de embalses:

- Mayores
- Menores
- Tranques de Regulación Nocturna

Los embalses mayores en la cuenca son 3: Rungue, Huechún, y Cerrillos de Leyda. Las principales características de estos embalses son las siguientes:

Embalse Rungue: Se encuentra emplazado sobre el estero del mismo nombre, antes de la confluencia con el estero Caleu, 54 km al norte de la ciudad de Santiago, en la comuna de Til Til, provincia de Chacabuco. Almacena las aguas del estero Rungue y las del estero Caleu. Se localiza en las coordenadas geográficas aproximadas 33°03' latitud sur y 70°54' longitud oeste y a una altitud de 700 m.s.n.m. Su operación comenzó el año 1965. La administración y explotación del embalse está a cargo de la Asociación de Canalistas del Embalse Rungue desde 1978, fecha en que se oficializó el traspaso según Resolución D.R. N° 384 del 28 de marzo de 1978, aún cuando la supervisión la continua realizando la Dirección de Obras Hidráulica (antigua Dirección de Riego) ya que la obra está en poder del estado.

Antes de la construcción del embalse, sólo se regaban cerca de 130 ha, en forma precaria, ya que, los recursos del estero no eran suficientes, especialmente los meses de mayor demanda de riego, donde eran prácticamente nulos. Actualmente la zona de riego que abastece el embalse se ubica en los terrenos adyacentes al pueblo de Til Til y cubren un área de aproximadamente 700 ha.

Consiste en una obra de regulación que por lo general no guarda recursos de una temporada de riego a otra. Cada temporada de riego se inicia utilizando los recursos no regulados por el sistema, dejando los del embalse para suplir el régimen natural de escurrimiento de los esteros y quebradas en los meses de estiaje. Usualmente se riega de lunes a sábado con las aguas del embalse, salvo cuando existen recursos en los cauces naturales, o en el período de máximo consumo de los cultivos, donde se riega todos los días las 24 hrs. En años poco lluviosos la demanda por agua desde el embalse puede comenzar en agosto, sin embargo, lo usual es que se inicie en septiembre.

El embalse tiene una capacidad máxima de 2.150.000 m³ a la cota de aguas normales, y la zona de inundación alcanza una superficie de 48 ha al nivel de aguas máximas. Se estima que el volumen de regulación se ha visto reducido con la acumulación de sedimentos en un 11% aproximadamente, lo que reduce su capacidad inicial en unos 235 mil m³, siendo recomendable realizar una extracción de sedimentos acumulados. Posee un muro de tierra de 19 m de altura, 160 m de longitud, con una cota de coronamiento de 701,54 m.s.n.m. Las obras de entrega consisten en dos válvulas de espejo de 0,4 m de diámetro instaladas en serie.

No se dispone de información relativa a calificación ambiental ni de caudales ecológicos para esta obra, dado que fue construida años antes que la normativa fuese promulgada.

Embalse Huechún: Se localiza en la comuna de Til Til, provincia de Chacabuco, Región Metropolitana. Sus coordenadas geográficas aproximadas son: 33° 04' latitud sur y 70° 47' longitud oeste, y se ubica a una altitud es de 577 m.s.n.m. Su operación comenzó el año 1950. De acuerdo a información proporcionada por los Canalistas del Canal Chacabuco - Polpaico, quienes son los propietarios del embalse, éste actualmente se encuentra en operación almacenando un volumen de agua que es trasvasado desde el río Aconcagua y que permite abastecer a los usuarios de éste canal en la zona de Polpaico. Su capacidad de regulación nominal es de 30 Mm³ a la cota de aguas normales y su altura de muro es de 15,4 m. Al igual que para el caso del embalse Rungue, no se dispone de información relativa a calificación ambiental ni de caudales ecológicos para esta obra.

Embalse Cerrillos de Leyda: Se encuentra en la provincia de San Antonio, en la comuna del mismo nombre, V Región de Valparaíso. Almacena las aguas del estero del mismo nombre. Se ubica en las coordenadas geográficas aproximadas 33° 37' latitud sur y 71° 29' longitud oeste a una altitud de 150 m.s.n.m. aproximadamente. Entró en operación el año 1932. Tiene una capacidad de 3,4 Mm³ a la cota de aguas normales. Su altura de muro es de 18,5 m. La zona de riego que abastece se ubica en los terrenos adyacentes al embalse y corresponde a un área de 300 has aproximadamente. No se dispone de información relativa a calificación ambiental ni de caudales ecológicos para esta obra.

Embalses Menores: Obras de riego menores, de carácter estacional, que permiten mejorar la eficiencia del uso del agua a nivel de 1 o más predios. Ejemplos de estos embalses son: Embalse San Juan, embalse Los Ángeles, embalse Llolleo, y embalse Lo Prado.

Tranques de Regulación Nocturna: Estas estructuras se ubican intrapredialmente, y regulan el agua no utilizada durante la noche, especialmente. En el río Maipo se tiene un volumen de regulación nocturna superior a 5,2 Mm³. Por otra parte, en el río Mapocho la regulación nocturna es superior a 5,5 Mm³.

c) Captaciones Subterráneas: El tercer tipo de infraestructura de abastecimiento corresponde a las captaciones subterráneas. Se tienen al menos 1.301 captaciones dedicadas a abastecer algunos sectores de riego. En total, estas captaciones tienen derechos por aproximadamente 58 m³/s. En el Cuadro 5.5.1.1-6 se presenta un cuadro resumen con la distribución de captaciones subterráneas en la cuenca.

**CUADRO 5.5.1.1-6
CAPTACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA PARA RIEGO**

Subcuenca	Pozos	Norias	Drenes	Total
Río Maipo Alto	0	0	0	0
Río Maipo Medio	195	44	28	267
Río Maipo Bajo	718	29	2	749
Río Mapocho Alto	0	0	0	0
Río Mapocho Bajo	212	52	21	285
Total	1.125	125	51	1.301

Fuente: Elaborado Usando Información Contenida en el Estudio
Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

d) Sistema de Regadío

La última componente de la infraestructura de riego consiste en la infraestructura de regadío intrapredial propiamente tal. En la cuenca se distinguen 4 métodos de riego principales: aspersión, goteo, surcos, y tendido. De aproximadamente el 13% de la cuenca que se encuentra bajo riego, aproximadamente el 10% corresponde a riego tecnificado, y el restante a riego tradicional. A fin de visualizar la distribución de métodos de riego en la cuenca, se prepararon 4 figuras (una por cada método de riego). La Figura 5.5.1.1-6 muestra la distribución para aspersión. De la misma manera el método de goteo se presenta en la Figura 5.5.1.1-7. Por otra parte, las Figuras 5.5.1.1-8 y 5.5.1.1-9 presentan los resultados para surcos y tendido. En el Cuadro 5.5.1.1-7 se presenta la distribución global de métodos de riego, y la densidad de métodos de riego por sector regado. Los resultados muestran que los métodos de riego están presentes en todos los sectores. Los resultados mostrados en el Cuadro 5.5.1.1-7 y las Figuras 5.5.1.1-6 a 5.5.1.1-9 se observa el potencial de expansión asociado a las prácticas de riego tecnificadas.

**CUADRO 5.5.1.1-7
DISTRIBUCIÓN MÉTODOS DE RIEGO
CUENCA RÍO MAIPO**

Método de Riego	Distribución Global	Sector	
		Mínimo	Máximo
Aspersión	3,7	0,3	11,8
Goteo	5,7	0,5	19,1
Surcos	50,3	1,0	69,7
Tendido	40,3	11,2	87,1

Fuente: Elaborado Usando Información Contenida en el Estudio
Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

Figura 5.5.1.1-6

Figura 5.5.1.1-7

Figura 5.5.1.1-8

Figura 5.5.1.1-9

5.5.1.2 Infraestructura para Agua Potable

En general el agua potable se abastece tanto de fuentes superficiales como subterráneas. La Figura 5.5.1.2-1 muestra la ubicación de los elementos mas importantes de la infraestructura para agua potable: embalses, captaciones puntuales, y sectores con sondajes para agua subterránea en la cuenca. En total, se dispone de aproximadamente de 870 captaciones subterráneas en la cuenca. De éstas, 169 cumplen más de un propósito, tal como se muestra en el Cuadro 5.5.1.2-1.

**CUADRO 5.5.1.2-1
DISTRIBUCIÓN CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS
PARA AGUA POTABLE**

Descripción	Pozos		Norias		Drenes	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Potable	666	82,1	42	63,6	1	100
Riego – Potable	84	10,4	12	18,2	0	0
Potable – Industrial	43	5,3	11	16,7	0	0
Riego – Potable – Industrial	18	2,2	1	1,5	0	0
TOTAL	811		66		1	

Fuente: Estudio Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

La información presentada en este acápite se obtuvo en parte de información proporcionada por las empresas, así como de los Planes de Desarrollo de éstas, y desde los Estudios Tarifarios disponibles en la SISS, tal como fue anteriormente presentada en el estudio de la Ref. 1, y se presenta desglosada por empresa.

Figura 5.5.1.2-1

a) Aguas Andinas: Es una empresa sanitaria perteneciente al Grupo Aguas, la que es la empresa con mayor cobertura de abastecimiento de agua potable de la cuenca. El abastecimiento de las demandas del Gran Santiago se basa principalmente en aguas superficiales, complementadas con aguas subterráneas; mientras que existen sectores y localidades cuya única fuente la constituyen las aguas subterráneas. El sistema de abastecimiento del Gran Santiago está dividido en 4 grandes sistemas y 9 sub-sistemas, los que se detallan:

- **Sistema de Producción Maipo–Yeso:** Se abastece exclusivamente de aguas superficiales que son captadas en la cuenca alta del río Maipo, las que son parcialmente reguladas por el embalse El Yeso. A su vez, éste se divide en 2 sub-sistemas, que corresponden a las plantas de producción de agua potable de la empresa:
 - **Sub-sistema Complejo Vizcachas:** Se compone de dos captaciones que toman el agua del río Maipo y las conducen a las plantas de producción Vizcachas, Vizcachitas e Ingeniero Antonio Tagle, las que poseen una capacidad máxima de producción de $15 \text{ m}^3/\text{s}$.:
 - La Captación Toma Independiente ubicada en la ribera sur del río Maipo en el sector de La Obra, posee una capacidad máxima de $22 \text{ m}^3/\text{s}$ y capta sus recursos conforme a derecho directamente desde el río incluyendo los vertidos del embalse El Yeso.
 - La segunda captación denominada Captación Toma de Emergencia Casas Viejas se ubica en el canal San Carlos y cuenta con una capacidad de $12 \text{ m}^3/\text{s}$, capta en caso que se requiera a través de un vertedero lateral desde el canal anteriormente indicado.
 - **Sub-sistema Producción La Florida:** Este sub-sistema abastece a la planta de producción La Florida de $4 \text{ m}^3/\text{s}$ de capacidad máxima con aguas provenientes de la Central Hidroeléctrica La Florida.
- **Sistema de Producción Laguna Negra:** Se abastece de aguas superficiales y capta sus recursos desde las lagunas Negra y Lo Encañado, y de una serie de afluentes del río Maipo cuyas aguas son interceptadas de acuerdo a los derechos de aprovechamiento. Estos recursos son conducidos mediante el Acueducto Laguna Negra de 58 km de longitud y $4 \text{ m}^3/\text{s}$ de capacidad hasta la planta de microfiltros, obra de producción de igual capacidad. Este sistema tiene 9 sub-sistemas de producción asociado:
 - **Sub-sistema captación Drenes-Azulillos:** Se ubica a unos 2.300 m.s.n.m. está constituida por una serie de drenes que captan las aguas producto de las infiltraciones provenientes de las lagunas Negra y Lo Encañado, y las propias del estero Manzanito.

- **Sub-sistema captación Canal Romazas:** Esta captación tiene 3 m³/s de capacidad, conduce las aguas desde el estero El Manzanito (que recibe las aguas de descarga desde la laguna Lo Encañado) hasta entregarlas en el Km 0,4 del acueducto. Posee una barrera móvil de 5 vanos con compuertas planas y una obra de captación con 3 compuertas planas.
- **Sub-sistema captación Estero El Manzanito:** Esta obra de 3,5 m³/s de capacidad, capta las aguas del estero El Manzanito mediante una barrera, un muro lateral y dos desarenadores, los que se ubican en el recinto San Nicolás de Aguas Andinas, en la confluencia del estero con el río Yeso, en el Km 7,4 del acueducto
- **Sub-sistema captación Río Yeso:** Corresponde a una captación de emergencia de 2 m³/s de capacidad ubicada en el recinto San Nicolás. Capta los recursos regulados por el embalse El Yeso y los entrega en el Km 7,4 del acueducto.
- **Sub-sistema captación Estero San Nicolás:** Se ubica en el estero San Nicolás casi en la confluencia con el río Yeso. Corresponde a una captación del tipo alta montaña, con una capacidad máxima de diseño de 2 m³/s, la que descarga sus aguas en el Km 7,6 del acueducto.
- **Sub-sistema captación Estero El Manzano:** Se ubica unos 3 km aguas arriba de la confluencia del estero El Manzano con el río Maipo, en el recinto El Manzano de la empresa. Está conformada por una barrera frontal con una capacidad de captación de 300 L/s. La conducción entrega sus aguas en el Km 48,3 del acueducto.
- **Sub-sistema captación Baja Estero El Canelo:** Cuenta con una barrera frontal que permite captar los recursos del estero El Canelo, a través de captación lateral de 1 m³/s de capacidad de diseño, y que se ubica unos 400 m aguas arriba de la confluencia con el río Maipo, en el recinto El Canelo de la empresa. Las aguas se entregan al acueducto en el Km 52,3.
- **Sistema de Producción Intermedio Maipo–Mapocho:** Se abastece de los recursos superficiales disponibles en la Quebrada de Ramón y en la Quebrada de Macul:
 - **Captación Quebrada de Ramón:** Se ubica en el recinto del mismo nombre, localizado en el sector de la Reina Alta. Capta mediante una obra con vertedero frontal y captación lateral denominada Toma Alta, que posee una capacidad de 550 L/s.
 - **Captación Quebrada de Macul:** Obra de pequeña envergadura con una capacidad de captación 35 L/s de capacidad, cuyas aguas son enviadas a una pequeña planta donde el agua es tratada.
- **Sistemas de Producción Subterránea:** La infraestructura de producción subterránea, está constituida por los pozos profundos que abastecen

diversos sectores del área de concesión, existiendo sectores donde las aguas subterráneas complementan las demandas que son abastecidas principalmente por aguas superficiales; mientras que en la zona norte, en el sector de Chicureo, las aguas subterráneas constituyen la única fuente de abastecimiento de agua potable. De acuerdo al informe del Estudio Tarifario de la empresa del 2005, existe un número importante de sondajes que alcanza los 157, de los cuales 109 se encuentra en operación y 15 corresponden a sondajes para uso futuro. La capacidad de producción es de 6.529 L/s tal como se muestra en el Cuadro 5.5.1.2-2. El detalle de los sondajes se presenta en el Anexo 5-9. Adicionalmente a los pozos profundos, se cuenta con los drenes Vitacura, los que poseen una capacidad máxima estimada en 600 L/s.

**CUADRO 5.5.1.2-2
RESUMEN CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS
ABASTECIMIENTO GRAN SANTIAGO**

Sector Distribución	# Sondajes			Caudal (L/s)		
	Uso	Fuera	Futuro	Uso	Fuera	Futuro
Pintana	0	0	9	0	0	920
Antonio Varas Alto	0	2	0	0	122	0
Antonio Varas Bajo	24	5	4	1.359	362	515
Departamental Bajo	0	1	0	0	40	0
Huechuraba	7	1	0	570	90	0
Interconectado Norte	0	1	0	0	36	0
Interconectado Sur	0	2	0	0	108	0
Lo Bravo	2	0	0	160	0	0
Lo Contador Bajo	22	4	2	1.352	180	149
Lo Contador Alto	4	2	0	200	107	0
Lo Valledor	10	5	0	601	200	0
Pincoya 1	0	2	0	0	100	0
Pincoya 2	2	1	0	115	60	0
Quilicura	14	0	0	772	0	0
Reina Baja	1	1	0	60	40	0
Renca	9	1	0	673	75	0
Santa Olga	5	4	0	366	243	0
Santa Victoria	3	1	0	185	50	0
Vitacura	6	0	0	116	0	0
Total	109	33	15	6.529	1813	1.584

Fuente: Elaboración Propia a Partir Estudio Tarifario Aguas Andinas S.A. 2005-2010

Mayores detalles de las captaciones de aguas subterráneas de Aguas Andinas, se presentan en el Anexo 5-9.

Abastecimiento a Localidades: Fuera del Gran Santiago, el abastecimiento consiste básicamente en sondajes. En total se dispone de 161 sondajes, de los cuales 113 se encuentra en operación. La capacidad de producción es de 6.765 L/s tal como se muestra en el Cuadro 5.5.1.2-3.

**CUADRO 5.5.1.2-3
RESUMEN CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS
ABASTECIMIENTO LOCALIDADES**

Localidad	# Sondajes			Caudal (L/s)		
	Uso	Fuera	Futuro	Uso	Fuera	Futuro
Buin - Maipo - Paine - Linderos - Alto Jahuel	14	0	0	1036	18	0
Calera de Tango	4	0	0	307	0	0
Curacaví	5	0	0	162	0	0
El Monte - El Paico	3	0	0	195	0	0
Isla de Maipo	2	0	0	70	0	0
Melipilla	9	0	0	439	0	0
Padre Hurtado	5	0	0	320	0	0
Peñaflor-Malloco	10	0	1	763	60	0
Pomaire	2	0	0	50	0	0
San Gabriel	1	0	0	33	0	0
San José de Maipo - Guayacán	3	0	0	76	0	0
Talagante	5	1	0	394	30	0
Til-Til	2	2	0	82.5	6	
Valdivia de Paine	2	0	0	152.5	0	0
Total	67	3	1	4.080	114	0

Fuente: Elaboración Propia a Partir Estudio Tarifario Aguas Andinas S.A. 2005-2010

Por otra parte, las localidades de El Canelo, Las Vertientes, y La Obra se abastece de aguas superficiales mediante una captación superficial de 90 L/s de capacidad desde el estero El Canelo (Captación Alta) y de un sistema de elevación mecánica de emergencia de igual capacidad que toma aguas desde el Acueducto Laguna Negra en el tramo Cordillerano. Por último, Pirque se abastece de agua potable desde el Gran Santiago, mediante dos alimentadoras; la primera que se origina en el

sector de distribución Lo Gallardo y cruza el río Maipo con un sifón invertido, opera gravitacionalmente. La segunda, que es de uso eventual, proviene desde el Sistema Peralillo, esta localidad no cuenta con estanque de regulación, por lo que se emplea una planta elevadora para las aguas provenientes de Peralillo.

b) Aguas Cordillera: El sistema productivo de Aguas Cordillera, perteneciente al Grupo Aguas, está formado por cinco centros de producción:

- **Sistema de Producción Arrayán - San Enrique:** Las aguas del estero Arrayán se captan 200 m aguas abajo del cruce del estero con el camino al Santuario de la Naturaleza. La obra consta de una barrera frontal y una toma lateral con capacidad de diseño de 300 L/s. Las aguas son conducidas a la planta El Arrayán de 250 L/s de capacidad. Adicionalmente, se abastece directamente de la Primera Sección del río Mapocho a través de la obra de toma Captación San Enrique que se ubica en el camino a Farellones. Con una capacidad de 2 m³/s, consta de una barrera frontal inflable y una bocatoma lateral en la ribera sur del río. Las aguas son conducidas a la planta San Enrique de 600 L/s de capacidad. Cuenta además con un sondaje, Barnechea-5 que impulsa hacia el estanque Barnechea 1.
- **Sistema de Producción La Dehesa:** Se abastece de aguas superficiales captadas en esteros afluentes al río Mapocho y que corresponden a los esteros Arrayán, El Manzano, El Gabino y Las Hualtatas, las cuales son conducidas por los canales La Poza y Las Quiscas al embalse de regulación La Dehesa de 770 Mm³ de capacidad operacional máxima. Desde el embalse las aguas son enviadas a la planta La Dehesa de 250 L/s de capacidad de producción. El estero Arrayán se capta mediante el canal La Poza, el que en su recorrido recibe los aportes desde los esteros El Manzano y El Gabino, y conduce las aguas al embalse La Dehesa. El canal Las Quiscas capta sus aguas desde el estero Las Hualtatas y las conduce al embalse señalado. Existen además 6 pozos, 4 de los cuales inyectan directamente a la red y dos al pozo de succión de La Dehesa
- **Sistema de Producción Lo Gallo – Vitacura:** Se abastece de aguas superficiales del río Mapocho captadas desde el canal Lo Gallo. La captación superficial está ubicada en la ribera sur del río, frente al término de la calle Las Hualtatas. Las obras consisten en una bocatoma simple y un canal lateral a tajo abierto, que permite captar un caudal máximo de 1.900 L/s. Las aguas crudas son tratadas en un pre-decantador y posteriormente se conducen en presión, hasta las plantas de producción de Lo Gallo y Vitacura, de 650 L/s y 270 L/s de capacidad de producción, respectivamente.
- **Sistema de Producción Padre Hurtado – Mapocho:** Capta sus recursos desde el río Mapocho a través del canal Lo Gallo, desde el río Maipo mediante el canal Las Perdices y desde sondajes:
 - **Canal Las Perdices:** Se abastece del río Maipo, captando a través de la captación Las Perdices (capta las aguas directamente canal San Carlos)

que se ubica aguas arriba del recinto Vizcachas en el Km 7,55 del canal San Carlos. Este canal alimenta a la planta Padre Hurtado de 1 m³/s de capacidad máxima, y que se localiza casi al final de su recorrido en la comuna de La Reina.

- **Sondajes Sistema Mapocho:** Las captaciones subterráneas de este sistema corresponden a 19 sondajes, 13 de los cuales impulsan a estanques y 6 directamente a la red de distribución
- **Sistema San Francisco:** El sistema San Francisco está formado exclusivamente por captaciones subterráneas, existiendo 13 sondajes, de los cuales 8 impulsan sus aguas hacia los estanques San Francisco y 5 pueden impulsar a los estanques Calan 2 y 3.

Las principales características de las captaciones superficiales se presentan en el Cuadro 5.5.1.2-4, y en el Cuadro 5.5.1.2-5 las del sistema subterráneo.

CUADRO 5.5.1.2-4
CARACTERÍSTICAS DE LAS CAPTACIONES SUPERFICIALES

Nombre Identificación	Tipo Captación	Longitud Barrera (m)	Altura Barrera (m)	Desarenador (Si/No)	Caudal Diseño (L/s)
Sistema de Producción Arrayán - San Enrique					
Río Mapocho San Enrique	Con Barrera	14,5	1	No	2.000
Estero Arrayán	Con Barrera	12	1,4	No	300
Sistema de Producción La Dehesa					
Embalse La Dehesa	Sin Barrera	-	-	No	350
Sistema de Producción Padre Hurtado - Mapocho					
Canal Las Perdices	Sin Barrera	-	-	No	1.000
Sistema de Producción Lo Gallo - Vitacura					
Río Mapocho Lo Gallo	Sin Barrera	-	-	Si	1.900

Fuente: Estudio Tarifario Aguas Cordillera 2005-2009

CUADRO 5.5.1.2-5
CARACTERÍSTICAS DE LAS CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS

Identificación	Profundidad (m)	Diámetro (pulg.)	Caudal (L/s)	Derechos de Agua (L/s)	Cota (m.s.n.m.)
Sistema de Producción Arrayán - San Enrique					
Barnechea N°5	150	14	90	90	817,13
Sistema de Producción La Dehesa					
Barnechea N°4	156	12	80	80	818,12
Raúl Labbé N°3	150	14	80	80	805,76
Raúl Labbé N°4	150	14	59	59	805,51
Valle Cordillera	67	14	29	29	838,56
La Dehesa	70	14	15	15	909,34
Nogales N°2	60	10	20	20	902,99
Sistema de Producción Padre Hurtado - Mapocho					
Lo Gallo N°3	150	14	90	90	751,62
Lo Gallo N°4	124	14	90	90	749,55
Lo Gallo N°5	150	14	84	84	750,91
Villa Los Estanques	135	14	94	94	747,82
Vitacura N°2	128	14	42	42	753,7
Rosa Elena Kennedy N°11	150	14	35	35	742,03
Rosa Elena Kennedy N°12	150	12	40	40	741,45
Campanario	150	14	70	70	755,17
Vitacura N°1	120	14	60	60	753,2
Llavería N°1	98	12	23	23	750,46
Abadía	61	12	15	15	742,59
Lo Matta N°7	146	14	30	30	739,07
Lo Matta N°8	150	14	50	50	743,64
Kennedy-Manquehue	120	12	15	15	680,2
Kennedy- Vespucio	100	12	30	30	666,65
Vespucio-Aguirre	91	12	45	45	660
Vespucio-Espoz	100	12	65	65	662,3
Vespucio-Hualtatas	150	12	68	68	661,1
Vespucio-Riesco	100	12	55	55	653,96

CUADRO 5.5.1.2-5
CARACTERÍSTICAS DE LAS CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS
(Continuación)

Identificación	Profundidad (m)	Diámetro (pulg.)	Caudal (L/s)	Derechos de Agua (L/s)	Cota (m.s.n.m.)
Sistema San Francisco					
San Antonio N°13	150	12	18	18	803,6
San Antonio N°14	137	14	30	30	805,5
San Antonio N°16	150	12	60	60	808,03
Puente San Antonio	185	14	54	54	804,78
San Francisco N°10	150	14	72	72	795,81
San Francisco N°9	125	14	65	65	787,48
Huallatas N°7	70	14	20	20	791,74
Puente Nuevo N°3	120	14	60	60	802,08
Predecantadores N°10	115	14	70	70	757,51
Predecantadores N°11	162	14	98	98	759,67
Predecantadores N°12	150	14	59	59	758,93
Tabancura N°1	80	12	30	30	758,29
Tabancura N°2	148	14	45	45	756,77

Fuente: Estudio Tarifario Aguas Cordillera 2005-2009

c) Aguas Manquehue S.A.: Esta empresa también pertenece al Grupo Aguas, y atiende los sectores de consumo de Santa María de Manquehue, Vitacura, Huechuraba y Los Trapenses. Se abastece desde dos fuentes superficiales correspondientes al estero Las Huallatas a través de la captación Punta de Águila, y desde el río Mapocho (Primera Sección) aguas arriba de la confluencia con el Estero El Arrayán mediante el canal La Dehesa, desde éste último se eleva agua a la planta de tratamiento. Las aguas captadas son enviadas a la planta de producción Punta de Águila de 300 L/s de capacidad.

Adicionalmente, la empresa cuenta con 31 captaciones subterráneas, de los cuales 16 se encuentran en servicio, 12 fuera de servicio y 3 corresponden a sondajes de uso futuro. El total de derechos de agua alcanza los 224,6 L/s. Las características de estos sondajes se presentan en el Cuadro 5.5.1.2-6.

CUADRO 5.5.1.2-6
CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS POR SISTEMA

Sistema	Sondaje	Sector Distribución	Profundidad (m)	Diámetro (pulg.)	Derechos de Agua (L/s)	Estado
Los Trapenses	Pozo D1	Santuario del Valle	60	12	14.9	En Servicio
	Pozo D2	El Golf de Manquehue	40	12	37.0	En Servicio
	Pozo D8	El Golf de Manquehue	43	10	14.0	En Servicio
	Pozo D11	El Golf de Manquehue	88	12	15.0	En Servicio
	Pozo D13	El Golf de Manquehue	125	12	25.0	En Servicio
	Pozo D15	El Golf de Manquehue	100	12	31.0	En Servicio
	Pozo D16	Santuario del Valle	89	12	13.0	En Servicio
	Pozo D17	Santuario del Valle	80	12	12.0	En Servicio
	Pozo D3	s/i	60	12	10.0	Fuera Servicio
	Pozo D6	El Golf de Manquehue	47	12	8.0	Fuera Servicio
	Pozo D7	s/i	63	10	4.5	Fuera Servicio
	Pozo D9	s/i	55	10	9.2	Fuera Servicio
	Pozo D14	s/i	129	12	0.0	Fuera Servicio
	Pozo D10	s/i	77	12.	11.0	Uso Futuro
	Pozo D12	s/i	126	12	20.0	Uso Futuro
Santa María de Manquehue -Vitacura	Santa María 4	Sta. María Manquehue - Vitacura	100	12	18.38	En Servicio
	Santa María 11		110	12	27	En Servicio
	Santa María 14		125	12	20	En Servicio
	Santa María 16		145	12	30	En Servicio
	Santa María 21		154	12	25	En Servicio
	Santa María 22		145	12	15	En Servicio
	Santa María 23		165	12	41	En Servicio
	Santa María 24		200	12	42	En Servicio
	Santa María 5		100	12	11.87	Fuera de Servicio

CUADRO 5.5.1.2-6
CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS POR SISTEMA
(Continuación)

Sistema	Sondaje	Sector Distribución	Profundidad (m)	Diámetro (pulg.)	Derechos de Agua (L/s)	Estado
Santa María de Manquehue - Vitacura	Santa María 7	Sta. María Manquehue - Vitacura	120	12	40	Fuera de Servicio
	Santa María 12		107	12	20	Fuera de Servicio
	Santa María 13		100	12	17	Fuera de Servicio
	Santa María 15		100	12	15	Fuera de Servicio
	Santa María 19		120	12	19	Fuera de Servicio
	Santa María 25		200	12	15	Uso Futuro

Fuente: Estudio Tarifario Aguas Cordillera 2005-2009

d) Aguas Los Dominicos S.A.: Empresa perteneciente al Grupo Aguas, se abastece de aguas superficiales del río Mapocho a través del canal El Bollo de 1.200 L/s de capacidad y cuya captación se ubica en el Km 2,1 del camino a Farellones, aguas abajo de la captación San Enrique. Desde el canal El Bollo se captan mediante una tubería de 400 mm y con una capacidad máxima de 350 L/s las aguas hacia los tranques del recinto Los Dominicos de 10.000 m³ y 40.000 m³ de capacidad. Desde allí, las aguas continúan hacia las plantas de producción El Sendero y Montecasino, de 180 L/s y 130 L/s de capacidad de producción, respectivamente.

e) Servicio Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Maipú – SMAPA: El sistema de producción de la empresa se basa exclusivamente en aguas subterráneas y está formado por sondajes que impulsan las aguas captadas a los estanques de regulación de los distintos sectores. Esta forma de abastecimiento se realiza en 16 de los 18 sectores que abastece la empresa; en los restantes sectores, correspondientes a Jahuel y Santa Ana de Chena, el agua producida por los sondajes se inyecta directamente a la red. La empresa cuenta con 48 captaciones subterráneas, de los cuales 24 se encuentran en servicio, 15 fuera de servicio y 9 corresponden a sondajes de uso futuro. Las características de estos sondajes se presentan en el Cuadro 5.5.1.2-7.

CUADRO 5.5.1.2-7
CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS POR SISTEMA

Fuente	Profundidad (m)	Diámetro (pulg.)	Cota (m.s.n.m.)	Derechos de Agua (L/s)	Estado
Sector San José de Chuchunco					
21 PZ 1 A San José Chuchunco	56	14	500,4	Pendiente	Fuera de Uso
71 PZ 1 A Alessandri	150	14	503,6	Pendiente	En Uso
72 PZ 2 A Alessandri	120	14	505,0	Pendiente	En Uso
75 PZ 1 San José Chuchunco	150	14	502,5	Pendiente	En Uso
83 PZ 2 San José Chuchunco	150	14	502,1	Pendiente	En Uso
84 PZ 3 San José Chuchunco	150	14	501,0	Pendiente	En Uso
85 PZ 4 San José Chuchunco	150	14	501,1	103	En Uso
Sondajes Sector Versalles					
27 PZ Los Alamos 1	60	12	479.4	Pendiente	En Uso
28 PZ Los Alamos 3	55	10	477.8	35	En Uso
29 PZ Sta Teresa del Rosal	55	12	475.8	35	Fuera de Uso
55 PZ Los Alamos 2	70	12	478.4	60	En Uso
61 PZ 1 Versalles	70	14	481.4	90	Uso Futuro
96 PZ 3 Versalles	190	10	481.8	153	En Uso
125 PZ N 1 Versalles 2	300	16	482.0	Pendiente	En Uso
Sondajes Sector Lo Errázuriz					
17 PZ 1 Villa Lo Errázuriz	70	12	487.6	40	Fuera de Uso
18 PZ 3 Villa Lo Errázuriz	70	16	486.1	40	Uso Futuro
19 PZ 4 Villa Lo Errázuriz	70	12	486.8	35	Fuera de Uso
58 PZ Las Flores	70	14	489.0	110	Fuera de Uso
78 PZ Santa Rosa	70	14	510.0	Pendiente	Fuera de Uso
87 PZ Villa Lo Errázuriz	150	16	487.9	150	En Uso
105 PZ 5 Villa Lo Errázuriz	175	14	489.3	Pendiente	Fuera de Uso
106 PZ 2 A Villa Lo Errázuriz	200	16	488.2	Pendiente	En Uso
116 PZ 6 Villa Lo Errázuriz	204	14	488.2	Pendiente	Uso Futuro
Sector Los Presidentes					
80 PZ 2 Los Presidentes	70	14	499.0	Pendiente	Fuera de Uso
81 PZ 3 Los Presidentes	70	14	500.6	Pendiente	Fuera de Uso
82 PZ 4 Los Presidentes	70	14	496.5	75	Uso Futuro
107 PZ 5 Los Presidentes	130	14	487.2	Pendiente	Uso Futuro
108 PZ 6 Los Presidentes	130	14	486.0	Pendiente	Uso Futuro
123 PZ N 1 Oreste Plath	220	16	513.0	Pendiente	En Uso
Sector Los Cerrillos					
67 PZ 2 A Cerrillos 1	130	14	513.1	90	En Uso
76 PZ 1 Cerrillos 2	150	14	511.0	100	En Uso
88 PZ 2 Cerrillos 2	150	14	509.1	145	En Uso
90 PZ 4 A Cerrillos 1	150	14	513.4	150	En Uso
94 PZ 5 A Cerrillos 1	150	14	515.0	99	Uso Futuro
119 PZ 3 A Cerrillos 1	200	16	512.7	Pendiente	Uso Futuro

CUADRO 5.5.1.2-7
CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS POR SISTEMA
(Continuación)

Fuente	Profundidad (m)	Diámetro (pulg.)	Cota (m.s.n.m.)	Derechos de Agua (L/s)	Estado
Sector Escobar Williams					
13 PZ 2 Escobar Williams	70	12	504.3	Pendiente	Fuera de Uso
14 PZ 1 Escobar Williams	76	16	501.9	Pendiente	Fuera de Uso
98 PZ 2 A Escobar Williams	150	16	504.3	Pendiente	En Uso
120 PZ 3 Escobar Williams	150	14	503.5	Pendiente	En Uso
Sector Jahuel					
73 PZ Miami	167	12	471.0	Pendiente	En Uso
74 PZ Alto Jahuel	120	14	466.2	90	En Uso
124 PZ N 1 Jahuel	300	16	437.0	Pendiente	En Uso
Sector El Tranque					
35 PZ 1 Pajaritos	55	14	484.5	Pendiente	Fuera de Uso
36 PZ Estadio	55	16	478.8	Pendiente	Uso Futuro
37 PZ 1 El Tranque	73	12	498.1	50	Fuera de Uso
38 PZ 2 El Tranque	73	16	491.4	45	En Uso
39 PZ 3 El Tranque	70	16	493.0	55	Fuera de Uso
53 PZ 6 El Tranque	70	14	485.7	69	Fuera de Uso
99 PZ 4 A El Tranque	200	14	481.7	Pendiente	En Uso
100 PZ 1 A Pajaritos	180	14	486.3	150	En Uso
102 PZ 1 Maipú Centro	231	14	512.0	Pendiente	En Uso
103 PZ 1 A El Tranque	165	10	490.1	Pendiente	Uso Futuro
104 PZ 1 A El Tranque	176	10	510.0	Pendiente	Fuera de Uso
113 PZ 1 A El Tranque	150	14	491.3	Pendiente	Uso Futuro
114 PZ 3 A El Tranque	170	14	492.6	Pendiente	En Uso
115 PZ 6 A El Tranque	185	14	485.8	Pendiente	Uso Futuro
Sector Santa Adela					
7 PZ Zaror	65	16	501.6	Pendiente	Fuera de Uso
62 PZ 8 Santa Adela	75	14	503.7	55	Fuera de Uso
68 PZ 5 A Santa Adela	142	12	506.2	92	En Uso
69 PZ 4 A Santa Adela	142	14	505.0	107	Fuera de Uso
70 PZ 6 A Santa Adela	150	14	505.0	110	En Uso
89 PZ 2 A Santa Adela	150	14	506.3	150	En Uso
91 PZ 3 A Santa Adela	150	14	504.5	113	En Uso
95 PZ 1 A Santa Adela	150	14	503.8	150	En Uso
Sector Vista Alegre					
93 PZ 2 Vista Alegre	165	14	527.0	135e	Fuera de Uso
122 PZ 3 Vista Alegre	240	15	527.3	Pendiente	En Uso
Sector El Almendral					
30 PZ 1 El Almendral	47	16	467.2	50	Fuera de Uso
31 PZ 2 El Almendral	70	16	466.1	50	Fuera de Uso
32 PZ 3 El Almendral	60	16	464.7	Pendiente	En Uso
34 PZ 5 El Almendral	47	16	465.0	60	En Uso
51 PZ 6 El Almendral	78	14	475.2	63	Uso Futuro
77 PZ 1 A El Almendral	150	14	465.2	Pendiente	En Uso
86 PZ 4 A El Almendral	150	14	463.5	125	En Uso
101 PZ 2 A El Almendral	205	14	466.3	Pendiente	En Uso
111 PZ 5 A El Almendral	290	16	479.9	Pendiente	Uso Futuro
112 PZ 3 A El Almendral	300	16	464.4	Pendiente	Uso Futuro

CUADRO 5.5.1.2-7
CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS POR SISTEMA
(Continuación)

Fuente	Profundidad (m)	Diámetro (pulg.)	Cota (m.s.n.m.)	Derechos de Agua (L/s)	Estado
Sector Ciudad Jardín I					
40 PZ Pajaritos Sur	67	14	480.3	Pendiente	En Uso
41 PZ 1 Ciudad Jardín I	70	12	477.4	100	En Uso
42 PZ 2 Ciudad Jardín I	70	14	478.6	100	En Uso
49 PZ 3 Ciudad Jardín I	70	14	477.0	55	En Uso
65 PZ 4 Ciudad Jardín I	70	14	471.1	Pendiente	En Uso
Sector Santa Marta					
64 PZ 1 Santa Marta	115	14	503.2	Pendiente	En Uso
121 PZ 2 Santa Marta I	220	16	502.9	Pendiente	Uso Futuro
Sector San Luis					
50 PZ 1 San Luis	70	14	454.6	55	En Uso
66 PZ 2 San Luis	70	14	454.8	35	Fuera de Uso
117 PZ 2 A San Luis	300	14	456.7	Pendiente	En Uso
118 PZ 3 A San Luis	300	14	457.1	Pendiente	Uso Futuro
Sector Ciudad Jardín II					
109 PZ 1 Ciudad Jardín 2	70	14	454.6	Pendiente	En Uso
110 PZ 2 Ciudad Jardín 2	70	14	454.8	Pendiente	Fuera de Uso
Sector El Abrazo					
43 PZ 1 El Abrazo	70	12	480.6	60	En Uso
44 PZ 2 El Abrazo	70	12	479.3	45	En Uso
48 PZ 3 El Abrazo	70	12	481.5	Pendiente	En Uso
97 PZ 4 El Abrazo	165	10	481.7	Pendiente	Uso Futuro
Sector Ciudad Satélite					
46 PZ 1 Ciudad Satélite	80	14	469.7	80	En Uso
47 PZ 2 Ciudad Satélite	80	14	467.8	60	En Uso
60 PZ 3 Ciudad Satélite	70	14	471.0	Pendiente	En Uso
Sector Santa Ana de Chena					
45 PZ 1 Santa Ana de Chena	75	16	488.4	Pendiente	Fuera de Uso
92 PZ 2 Santa Ana de Chena	150	14	536.9	135	En Uso ²⁸
Sector Los Presidentes					
80 PZ 2 Los Presidentes	70	14	499.0	Pendiente	Fuera de Uso
81 PZ 3 Los Presidentes	70	14	500.6	Pendiente	Fuera de Uso
82 PZ 4 Los Presidentes	70	14	496.5	75	Uso Futuro
107 PZ 5 Los Presidentes	130	14	487.2	Pendiente	Uso Futuro
108 PZ 6 Los Presidentes	130	14	486.0	Pendiente	Uso Futuro
123 PZ N 1 Oreste Plath	220	16	513.0	Pendiente	En Uso
Sector Los Cerrillos					
67 PZ 2 A Cerrillos 1	130	14	513.1	90	En Uso
76 PZ 1 Cerrillos 2	150	14	511.0	100	En Uso
88 PZ 2 Cerrillos 2	150	14	509.1	145	En Uso
90 PZ 4 A Cerrillos 1	150	14	513.4	150	En Uso
94 PZ 5 A Cerrillos 1	150	14	515.0	99	Uso Futuro
119 PZ 3 A Cerrillos 1	200	16	512.7	Pendiente	Uso Futuro
Sector Escobar Williams					
13 PZ 2 Escobar Williams	70	12	504.3	Pendiente	Fuera de Uso
14 PZ 1 Escobar Williams	76	16	501.9	Pendiente	Fuera de Uso
98 PZ 2 A Escobar Williams	150	16	504.3	Pendiente	En Uso
120 PZ 3 Escobar Williams	150	14	503.5	Pendiente	En Uso

CUADRO 5.5.1.2-7
CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS POR SISTEMA
(Continuación)

Fuente	Profundidad (m)	Diámetro (pulg.)	Cota (m.s.n.m.)	Derechos de Agua (L/s)	Estado
Sector Jahuel					
73 PZ Miami	167	12	471.0	Pendiente	En Uso
74 PZ Alto Jahuel	120	14	466.2	90	En Uso
124 PZ N 1 Jahuel	300	16	437.0	Pendiente	En Uso
Sector El Tranque					
35 PZ 1 Pajaritos	55	14	484.5	Pendiente	Fuera de Uso
36 PZ Estadio	55	16	478.8	Pendiente	Uso Futuro
37 PZ 1 El Tranque	73	12	498.1	50	Fuera de Uso
38 PZ 2 El Tranque	73	16	491.4	45	En Uso
39 PZ 3 El Tranque	70	16	493.0	55	Fuera de Uso
53 PZ 6 El Tranque	70	14	485.7	69	Fuera de Uso
99 PZ 4 A El Tranque	200	14	481.7	Pendiente	En Uso
100 PZ 1 A Pajaritos	180	14	486.3	150	En Uso
102 PZ 1 Maipú Centro	231	14	512.0	Pendiente	En Uso
103 PZ 1 A El Tranque	165	10	490.1	Pendiente	Uso Futuro
104 PZ 1 A El Tranque	176	10	510.0	Pendiente	Fuera de Uso
113 PZ 1 A El Tranque	150	14	491.3	Pendiente	Uso Futuro
114 PZ 3 A El Tranque	170	14	492.6	Pendiente	En Uso
115 PZ 6 A El Tranque	185	14	485.8	Pendiente	Uso Futuro
Sector Santa Adela					
7 PZ Zaror	65	16	501.6	Pendiente	Fuera de Uso
62 PZ 8 Santa Adela	75	14	503.7	55	Fuera de Uso
68 PZ 5 A Santa Adela	142	12	506.2	92	En Uso
69 PZ 4 A Santa Adela	142	14	505.0	107	Fuera de Uso
70 PZ 6 A Santa Adela	150	14	505.0	110	En Uso
89 PZ 2 A Santa Adela	150	14	506.3	150	En Uso
91 PZ 3 A Santa Adela	150	14	504.5	113	En Uso
95 PZ 1 A Santa Adela	150	14	503.8	150	En Uso
Sector Vista Alegre					
93 PZ 2 Vista Alegre	165	14	527.0	135e	Fuera de Uso
122 PZ 3 Vista Alegre	240	15	527.3	Pendiente	En Uso
Sector El Almendral					
30 PZ 1 El Almendral	47	16	467.2	50	Fuera de Uso
31 PZ 2 El Almendral	70	16	466.1	50	Fuera de Uso
32 PZ 3 El Almendral	60	16	464.7	Pendiente	En Uso
34 PZ 5 El Almendral	47	16	465.0	60	En Uso
51 PZ 6 El Almendral	78	14	475.2	63	Uso Futuro
77 PZ 1 A El Almendral	150	14	465.2	Pendiente	En Uso
86 PZ 4 A El Almendral	150	14	463.5	125	En Uso
101 PZ 2 A El Almendral	205	14	466.3	Pendiente	En Uso
111 PZ 5 A El Almendral	290	16	479.9	Pendiente	Uso Futuro
112 PZ 3 A El Almendral	300	16	464.4	Pendiente	Uso Futuro
Sector Ciudad Jardín I					
40 PZ Pajaritos Sur	67	14	480.3	Pendiente	En Uso
41 PZ 1 Ciudad Jardín I	70	12	477.4	100	En Uso
42 PZ 2 Ciudad Jardín I	70	14	478.6	100	En Uso
49 PZ 3 Ciudad Jardín I	70	14	477.0	55	En Uso
65 PZ 4 Ciudad Jardín I	70	14	471.1	Pendiente	En Uso
Sector Santa Marta					
64 PZ 1 Santa Marta	115	14	503.2	Pendiente	En Uso
121 PZ 2 Santa Marta I	220	16	502.9	Pendiente	Uso Futuro

CUADRO 5.5.1.2-7
CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS POR SISTEMA
(Continuación)

Fuente	Profundidad (m)	Diámetro (pulg.)	Cota (m.s.n.m.)	Derechos de Agua (L/s)	Estado
Sector San Luis					
50 PZ 1 San Luis	70	14	454.6	55	En Uso
66 PZ 2 San Luis	70	14	454.8	35	Fuera de Uso
117 PZ 2 A San Luis	300	14	456.7	Pendiente	En Uso
118 PZ 3 A San Luis	300	14	457.1	Pendiente	Uso Futuro
Sector Ciudad Jardín II					
109 PZ 1 Ciudad Jardín 2	70	14	454.6	Pendiente	En Uso
110 PZ 2 Ciudad Jardín 2	70	14	454.8	Pendiente	Fuera de Uso
Sector El Abrazo					
43 PZ 1 El Abrazo	70	12	480.6	60	En Uso
44 PZ 2 El Abrazo	70	12	479.3	45	En Uso
48 PZ 3 El Abrazo	70	12	481.5	Pendiente	En Uso
97 PZ 4 El Abrazo	165	10	481.7	Pendiente	Uso Futuro
Sector Ciudad Satélite					
46 PZ 1 Ciudad Satélite	80	14	469.7	80	En Uso
47 PZ 2 Ciudad Satélite	80	14	467.8	60	En Uso
60 PZ 3 Ciudad Satélite	70	14	471.0	Pendiente	En Uso
Sector Santa Ana de Chena					
45 PZ 1 Santa Ana de Chena	75	16	488.4	Pendiente	Fuera de Uso
92 PZ 2 Santa Ana de Chena	150	14	536.9	135	En Uso

Fuente: Estudio Tarifario SMAPA, 2006

g) Servicomunal S.A.: La empresa se abastece exclusivamente desde aguas subterráneas las que se captan en cinco centros de producción y se abastecen cuatro subsectores de distribución correspondientes a Las Tullerías, Esmeralda, Colina y Lo Seco. En el Cuadro 5.5.1.2-8 se presentan las características de las captaciones de la empresa de acuerdo a lo señalado en el Plan de Desarrollo de la empresa.

CUADRO 5.5.1.2-8
CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS POR SISTEMA

Sector	Captación	Caudales		Estado
		Explotación Actual (L/s)	Derechos de agua (L/s)	
Lampa	Pozo N°1	14	22	En Uso
	Pozo N°2	12	70	En Uso
	Pozo N°3	0	10	Fuera de Uso
	Pozo N°4	27,5	27,5	Reserva
	Pozo N°5	39,3	39,3 (*)	En Uso
Colina - Esmeralda	Sondaje Colina 1	13,8	22	s/i
	Sondaje Colina 2	19,6	18,5	s/i
	Sondaje Colina 3	15,7	40	s/i
	Sondaje Colina 4	17,6	20	s/i
	Sondaje Colina 5	37,1	54	s/i
	Sondaje Aconcagua	30	30	s/i
	Sondaje San Miguel	50	80	s/i
	Sondaje Lo Seco	0	8	s/i
	Sondaje Esmeralda 2	2,51	40	s/i
	Sondaje Esmeralda 4	12,9	25	s/i
	Sondaje Esmeralda 6	13,1	32,5	s/i
	Sondaje Esmeralda 1	10,5	30	s/i
Colina - Esmeralda	Sondaje Esmeralda 3	9,5	40	s/i
	Sondaje Esmeralda 5	17,24	28	s/i
	Sondaje Coquimbo 4	15,7	15	s/i
	Sondaje Coquimbo 6	16,1	18	s/i
	Sondaje Coquimbo 1	24,2	11	s/i
	Sondaje Coquimbo 2	7,3	18,5	s/i

Nota: (*)Traslado de Derechos otorgado por Res. DGA N° 1667 del 22/12/2004

h) Aguas Santiago S.A.: La empresa que abastece a áreas urbanizadas de Valle Escondido y Nueva Suiza, se abastece solamente de fuentes subterráneas. Las características de éstas captaciones se muestran en el Cuadro 5.5.1.2-9.

**CUADRO 5.5.1.2-9
CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS POR SISTEMA**

Nombre	Profundidad (m)	Diámetro (pulg.)	Caudal de Diseño (L/s)	Capacidad Actual de Producción (L/s)	Derechos de Agua	
					Derechos (L/s)	RES. DGA N°
Polcura 1	150	12	169	60	169	437/449 de 1992
Polcura 2	125	12	110	50	110	449 de 1992
Polcura 4	135	12	140	93	140	524 de 1995
Valle Escondido 4	70	10	34	33	33	438 del 29/09/1992
Valle Escondido 5	70	10	35	31	31	545 del 13/11/1992

Fuente: Plan de Desarrollo Aguas Santiago S.A.

i) Empresa de Servicios Sanitarios Lo Prado S.A.–SEPPRA: La fuente de abastecimiento de agua de la empresa es exclusivamente en base a aguas subterráneas, las que son captadas mediante una batería de 5 sondajes ubicados en terrenos correspondientes a bienes nacionales de uso público en el camino denominado La Botella. De acuerdo a lo señalado en el Plan de Desarrollo de la empresa, cuatro sondajes captarán un caudal seguro de extracción de 93 L/s, y un quinto podrá extraer 55 L/s. En situación de régimen y con 4 sondajes se totalizan 340 L/s que son suficientes para atender las necesidades de producción, tal como se muestra en el Cuadro 5.5.1.2-10.

**CUADRO 5.5.1.2-10
CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS POR SISTEMA**

Nombre	Profundidad (m)	Diámetro (pulg.)	Caudal Diseño (L/s)	Capacidad Actual de Producción (L/s)	Derechos de Agua	
					Derechos (L/s)	Res. DGA N°
Pozo N° 1	s/i	12	s/i	s/i	100	515
Pozo N° 2	90.6	12	130	80	80	869
Pozo N° 3	s/i	12	s/i	s/i	100	515
Pozo N° 4	95.6	12	100	60	60	869
Pozo N° 5	s/i	12	s/i	s/i	100	515
Pozo N° 6	203	12	0	0	0	-
Pozo N° 7	220	12	36	36	30	En trámite
Pozo N° 8	134.5	12	22	22	30	En trámite

Fuente: Plan de Desarrollo SEPPRA, Julio 2003

j) Empresa de Servicios Sanitarios de Valparaíso – ESVAL: Las obras de captación de la empresa para abastecer el Sistema Litoral Sur, que se ubican en la cuenca del río Maipo, consisten en una captación superficial de toma lateral con una capacidad de 1000 L/s, ubicada en el río Maipo, en el sector Lo Gallardo, cuyas aguas se tratan en la Planta San Juan de Lolleo y siete sondajes ubicados en el mismo recinto, que se encuentra aproximadamente a 5 km de la costa, y cuyas aguas en parte van a la planta de tratamiento y la otra va a una estación de cloración-fluoruración. Las características principales de los sondajes se presentan en el Cuadro 5.5.1.2-11.

**CUADRO 5.5.1.2-11
CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS POR SISTEMA**

Sondajes	Profundidad (m)	Diámetro (pulg.)	Caudal de Diseño (L/s)	Capacidad Actual de Producción (L/s)	Derechos de Agua (L/s)	Estado
San Juan N° 1	69	16	61	50	61	En uso
San Juan N° 2	93	12	69	50	69	En uso
San Juan N° 3	85	12	81	60	81	En uso
San Juan N° 4	80	10	62	50	62	Fuera de Uso
San Juan N° 5	80	12	32	30	32	En uso
San Juan N° 6	80	12	81	60	81	En uso
San Juan N° 7	80	12	68	50	68	En uso

Fuente: Información de Infraestructura Operativa - ESVAL S.A.

k) Cooperativa de Agua Potable Santo Domingo Ltda. – COOPAGUA: El sistema de producción de agua potable de COOPAGUA, está formado por una captación superficial, de 200 L/s de capacidad y con derechos para 600 L/s, que eleva las aguas del río Maipo hasta una planta de tratamiento convencional, desde donde son conducidas luego a los recintos de estanques de regulación, denominados Griselda y Parque Alto. Además cuenta con un sondaje, ubicado en las proximidades de la Planta de Tratamiento de Agua Potable, desde el cual es posible obtener un caudal de hasta 57 L/s.

l) Empresa de Servicios Sanitarios del Bío-Bío – ESSBIO: Esta empresa sirve a las comunas de San Francisco de Mostazal y Codegua, a través del Sistema San Francisco-Codegua-La Punta. El abastecimiento se realiza desde fuentes subterráneas mediante sondajes y un dren. En el caso de Codegua y La Punta, estas dos localidades se abastecen conjuntamente desde el Dren Codigua, mientras que

San Francisco se abastece desde sondajes y desde el dren señalado, cuyas características se presentan en el Cuadro 5.5.1.2-12.

**CUADRO 5.5.1.2-12
CAPTACIONES SUBTERRÁNEAS POR SISTEMA**

Sistema	Captación	Caudal Diseño (L/s)	Diámetro	Longitud (m)	Profundidad (m)
San Francisco	Sondaje N° 1169-95		13 pulg.	-	66
	Sondaje N° 805		13 pulg.	-	60
Codegua – La Punta	Dren Codegua – La Punta	41,05	500 mm	10	6

Fuente: Estudio Tarifario ESSBIO, 2006

5.5.1.3 Infraestructura para Hidroelectricidad

En lo que respecta a hidroelectricidad, existen cerca de 10 centrales de pasada en la cuenca con una potencia instalada de 313,8MW y un caudal promedio de 116,2 m³/s. De estas centrales, 8 están conectadas al Sistema Interconectado Central (SIC) con una potencia de 300,3 MW y 94,7 m³/s como caudal promedio. La ubicación de estas centrales se presenta en la Figura 5.5.1.3-1 y sus características se presentaron anteriormente en el Cuadro 5.4.3-1.

Figura 5.5.1.3-1

5.5.1.4 Infraestructura Tranques de Relave

En la cuenca existen dos importantes tranques de relave de la minería del cobre, pertenecientes a las empresas Anglo American Chile y a la División Andina de Codelco Chile, y tranques menores entre los que destacan los de la empresa Cementos Polpaico, tal como fue presentado en el estudio de la Ref. 1, y que se reproduce a continuación.

a) Tranque Las Tórtolas: Pertenece a Minera Sur Andes Ltda. de Anglo American Chile, Los Bronces. Se ubica en la provincia Chacabuco, Comuna de Colina, en el cajón Las Tórtolas, aproximadamente 45 km al norte de Santiago, entre las cotas 700 y 850 m.s.n.m. En 1992 inició su operación y recibe las aguas que son conducidas a través de un mineroducto desde la mina Los Bronces. Su diseño contempló desde el comienzo el control de la contaminación de las aguas subterráneas y la eliminación de la posibilidad de vertidos a aguas superficiales, por lo que se consideró la capacidad para absorber su crecida máxima previsible. Para evitar las infiltraciones se construyó una cortina de siete pozos de captación de aguas subterráneas al pie del tranque. En el período 1996-97 se reacondicionaron estos pozos y se instalaron seis adicionales. En 2004 se perforaron 2 pozos más de gran envergadura, llegando a un total de 15, con una inversión acumulada de US\$1,3 millones. Con estos últimos pozos, el volumen de filtraciones captado aumentó a más del doble del caudal del primer período. Como medida complementaria, el tranque cuenta con un sistema de monitoreo de calidad del agua subterránea de su entorno, que comenzó con un pozo ubicado al pie del tranque, dentro de la propiedad, y 12 pozos agrícolas en terrenos vecinos. No se dispone de información relativa a calificación ambiental específica para la construcción de esta obra, dado que a la fecha de su construcción esa legislación no existía. Por otra parte,; para el Proyecto de Expansión 2 de la Mina Los Bronces, la Empresa debió bajo la Ley 19.300 en noviembre de 2006 presentar un EIA a CONAMA, el cual fue aprobado por dicha institución mediante la Resolución de Calificación Ambiental N° 012 del 27 de junio de 1997.

b) Tranque Ovejerías: De propiedad de la División Andina de Codelco Chile, se localiza aguas arriba del embalse Huechún en la subcuenca del estero Chacabuco, en el área de Rinconada de Huechún en la Comuna de Til Til. Sus aguas provienen desde la V Región a través de un mineroducto proveniente de la mina Andina. Entró en operación en diciembre de 1999 y todo el proyecto representó un costo aproximado de US\$ 250 millones, que consideran además del tranque, las canaletas de hormigón armado de una longitud de 77 km que conducen los relaves desde la mina hasta el tranque Ovejería. Se proyectó para una vida útil superior a los 150 años al actual ritmo de producción con una capacidad de 1.930 millones de toneladas de relave. La Pulpa se transporta, según lo señalado en el EIA del proyecto, a razón de 418 L/s como caudal medio, con un contenido en peso de

material seco del 57%, lo que equivale a 32.300 ton/día de relave. El tranque posee un muro impermeable de inicio de 16 m de altura de arena compactada, y un canal de contorno que permite captar las aguas lluvias correspondientes al área de precipitación pluvial situada aguas arriba del embalse y evacuarlas fuera de la cubeta sin que experimenten variación alguna en sus características físicas y químicas naturales. La operación habitual del embalse se ha concebido como de descarga cero, a través de evaporación y riego de un área forestal artificial. En relación a la evaluación ambiental de esta obra, se cuenta con la información proporcionada en el Estudio de Impacto Ambiental correspondiente al proyecto “Sistema de Disposición de Relaves a Largo Plazo. Proyecto Embalse Ovejería” presentado en noviembre de 1993, y que fue aprobado según la Resolución de Calificación Ambiental N° 275-b del 4 de marzo de 1994 de la COREMA de la Región Metropolitana. Además, en septiembre de 2000, la Empresa presentó un recurso de reposición en contra de la resolución anterior, el cual fue acogido por la COREMA – RM en la Resolución de Calificación Ambiental N° 275 del 24 de mayo de 2001.

c) Tranque Relaves N° 5 - Cementos Polpaico S.A.: El Tranque N° 5 se ubica en una rinconada que queda flanqueada por los cerros Las Mesas, Altos de Polpaico y Las Tres Hermanas, en la Provincia de Chacabuco, Comuna de Til Til. En este tranque, la empresa Cemento Polpaico S.A. deposita los relaves producidos por la planta, ya que el Tranque N° 4 se encuentra copado. El material que se deposita consiste en relaves de caliza, para un período de 8 años de producción industrial. El monto de la inversión alcanzó a US\$ 3.150.000. Su muro principal posee una altura máxima de 49 m y de 420 m de longitud, y está construido mayoritariamente con arena de relaves y dos muros auxiliares, de materiales térreos provenientes del estéril de la mina, todos con cota de coronamiento 614 m.s.n.m. Posee una capacidad de 6.600.000 m³, ocupando un área de cubeta de 28 ha. El agua embalsada, ya separada de los sólidos se extrae mediante torres de captación y se conduce hacia una piscina receptora. Además, para captar las eventuales filtraciones a través del muro, se dispone de un dren de alfombra y su correspondiente tubería colectora. También consta de un canal de borde sobre la cota máxima del tranque, el que capta las escorrentías superficiales sobre el perímetro de la cubeta evitando su ingreso a ella. Este sistema permite la recuperación de la mayor parte del agua para su reutilización en la planta. Este proyecto se presentó al sistema de evaluación de impacto ambiental en octubre de 1997 y fue aprobado por Resolución de Calificación Ambiental N° 364 del 23 de julio de 1998 de la Comisión Nacional del Medio Ambiente - Región Metropolitana.

5.5.1.5 Infraestructura Aguas Lluvia

La información relativa a infraestructura de aguas lluvia se obtuvo principalmente del estudio “Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias del Gran Santiago”,

Cade-Idepe-DOH, 2000. Este estudio, tuvo como principal objetivo implementar una solución integral al problema de las inundaciones por aguas lluvias en el Gran Santiago. El área de estudio comprende las zonas urbanas consolidadas y de expansión determinadas en el Plan Regulador Metropolitano de Santiago (PRMS 1997). El Plan Maestro se dividió en cuatro zonas: Estero Las Cruces, Río Mapocho, Zanjón de la Aguada y Río Maipo y Mapocho Poniente.

En él se plantearon como objetivos específicos caracterizar y diagnosticar el comportamiento de la infraestructura existente, proponer, simular, analizar y seleccionar alternativas de solución, realizar estudios de viabilidad de las soluciones, priorizar los proyectos de inversión y definir la red primaria de los sistemas de evacuación y drenaje.

A continuación se presentan los principales temas abordados por el estudio:

Infraestructura Existente: Se identificó la infraestructura existente catastrando y determinando la capacidad de las redes de alcantarillado de aguas lluvias, canales urbanos, cauces naturales, etc.

Patrón de Drenaje: Se identificaron los problemas de inundación y el patrón de drenaje de las cuencas estudiadas. Esto significa determinar con precisión el origen de la escorrentía de aguas lluvias, sus vías de escurrimiento, sus áreas de detención o acumulación y su descarga a un determinado cauce receptor.

En Santiago existen cuatro grandes cauces receptores naturales y, en función de ellos, se definieron las cuatro zonas en que se dividió el Plan Maestro: zona Norte – Mapocho; zona Norte – Las Cruces; zona Centro, que descarga al Zanjón de la Aguada y zona Sur que descarga al río Maipo (o al río Mapocho, aguas abajo de la confluencia con el Zanjón). Para cada una de las cuatro zonas anteriores, se determinaron las áreas tributarias que le corresponden.

Diagnóstico de los Sistemas de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias: Se utilizó el software “CAICE Visual SWMM” para simular el escurrimiento de las aguas lluvias en cuencas urbanas y como método de cálculo de hidrogramas se empleó el método Racional Modificado. Como resultado de la modelación se obtuvo un diagnóstico por sector. El diagnóstico permitió identificar todos aquellos sectores de la ciudad que presentan problemas de inundaciones, ya sea por capacidad insuficiente de la red de colectores, canales o calles evacuadoras o por la inexistencia de infraestructura de aguas lluvias.

Soluciones Proyectadas: En el estudio se presentan las áreas a sanear; el período de retorno adoptado; los criterios de diseño de las soluciones y las bases de cálculo de los presupuestos de inversión, abordando los distintos tipos de obras: colectores,

canales, cámaras, etc. Se definieron los siguientes períodos de retorno para el dimensionamiento de los colectores:

- Cauces Naturales: Entre 25 y 100 años
- Canales: 2 ó 10 años, dependiendo de su importancia
- Quebradas: 10 años
- Áreas Urbanas: 2 años para caudal en la descarga $\leq 20 \text{ m}^3/\text{s}$, y 5 años para caudal en la descarga $> 20 \text{ m}^3/\text{s}$

El Plan Maestro de Aguas Lluvias de Santiago incluye las siguientes proposiciones como solución a los problemas diagnosticados:

- Medidas de mitigación de caudales: dado que sólo una parte del agua que precipita se transforma en escorrentía superficial, un objetivo esencial del Plan Maestro es definir las medidas que tiendan a disminuir el caudal que escurre, ya que ésta es una variable fundamental en el diseño de las conducciones.
- Mejoramiento de la red de drenaje natural: el estudio del Plan Maestro definió todos los cauces naturales que forman parte de la red primaria de aguas lluvias, algunos de los cuales requieren de mejoramiento para incrementar su capacidad de conducción hidráulica.
- Mejoramiento de la infraestructura de aguas lluvias: las medidas de atenuación de caudales máximos son insuficientes por sí solas para resolver los problemas de inundaciones. Es fundamental mejorar la infraestructura de aguas lluvias, con un conjunto de obras.
- Medidas de carácter no estructural: las proposiciones anteriores están directamente relacionadas con la construcción de obras, cuyo propósito es mejorar el almacenamiento de aguas lluvias y su evacuación a los cauces receptores. Estas proposiciones deben ser complementados con medidas de carácter no estructural, las cuales consideran aspectos institucionales, reglamentarios y de participación de la comunidad.

Como parte del desarrollo de este estudio de Plan Maestro, se realizó una priorización de soluciones, basada en criterios como: Daño a las personas, Daños de viviendas, Daño a servicios básicos, Daño a las vías, Daño a hospitales, escuelas y otros servicios públicos y número de Personas afectadas. La priorización resultante se presenta en el Cuadro 5.5.1.5-1.

CUADRO 5.5.1.5-1
PRIORIZACIÓN DE SOLUCIONES

Nº	SISTEMAS DE ÁREAS TRIBUTARIAS	ZONA	COMUNAS	PROYECTOS PRIORITARIOS	INVERSION (Millones \$)
1	Santa Rosa - Francisco Pizarro - Ochagavía - Talavera - Valenzuela Llanos (B.3)	CENTRO	La Pintana El Bosque San Ramón La Cisterna Lo Espejo P.Aguirre Cerda	Colector SAB (ramal principal)	19.900
				Ramal Ochagavía	2.990
				Ramal Los Morros	2.595
2	El Salto - Benítez - Cardenal Caro (NC.1)	NORTE - LC	Recoleta Conchalí Huechuraba	Mejoramiento Canal Huechuraba y Canal Huechuraba 2.	2.638
				Proyecto El Salto (3 Colectores)	4.365
3	Vicuña Mackenna Sur - Santa Raquel - Colombia (B1)	CENTRO	La Florida Puente Alto	Colector Colombia	11.302
				Colector Santa Raquel	1.182
4	Barón Juras Reales - Apostol Santiago - Pueblo Quilicura - Lo Campino (NC.5)	NORTE - LC	Conchalí Quilicura	Colector Ruta 5N	4.962
				Canal Santa Luisa (tramo final)	459
				Canal San Luis (tramo final)	1.606
				Colector Vespucio / Ruta 5N	1.400
				Colector Independencia	1.150
5	Domingo Santa María – Aníbal Pinto – Renca (NM.6)	NORTE-M	Renca	Mejoramiento Canal La Punta	30
				Colector Nuevo Infante	1.881
6	Maipú (B.5)	CENTRO	Maipú	Colector 3 Poniente	3.298
				Colector Bueras	1.625
				Colector Nueva Rinconada	450
				Colector 4 Poniente	843
7	Arrieta – Larraín – Q.Ramón – Bilbao (NM.1)	NORTE-M	Peñalolen La Reina Las Condes	Mejoramiento Canal San Carlos	871
				Q. Nido de Águilas, Colector Arrieta	1.987
				Proyecto Larraín (Colector y Estanque de Retención).	2.069
8	La Pincoya – Las Bandurrias (NC.2)	NORTE - LC	Huechuraba	Mejoramiento Canal El Carmen	4.515
				Mejoramiento Canal Los Choros	229
9	Gran Avenida Sur – Espejo – Nos – Ochagavía Sur (SMAP-1)	SUR	La Pintana El Bosque San Bernardo	Colector Gran Avenida	3.892
				Mejoramiento Canal Ochagavía	1.191
				Mejoramiento Canal Espejo	4.015
				Mejoramiento Canal Santa Marta	3.125

CUADRO 5.5.1.5-1
PRIORIZACIÓN DE SOLUCIONES
(Continuación)

Nº	SISTEMAS DE ÁREAS TRIBUTARIAS	ZONA	COMUNAS	PROYECTOS PRIORITARIOS	INVERSION (Millones \$)
10	Concha y Toro – El Olivar (SMAI-2)	SUR	Puente Alto La Pintana	Interceptor Puente Alto	29.453
				Canal Interceptor	1.421
				Colector Básico Concha y Toro	4.174
				Colector Básico Ejército Libertador	3.818
				Colector Básico 4 Oriente	4.406
				Colector Básico Santa Rosa	2.150
11	Acceso Sur – La Serena – Las Industrias (B.2)	CENTRO	Puente Alto La Florida La Granja San Joaquín	Colector Santa Rosa DOH	5.840
				Colector Acceso Sur (Tramo II)	4.813
				Colector Acceso Sur (tramo III)	10.260
12	Hondonada Río Viejo (NM-7.2)	NORTE-M	Pudahuel Cerro Navia	Colector J.J.Pérez	958
				Canal Río Viejo	359
13	Carretera Panamericana Sur – Los Cerrillos – Lo Errazúriz (B.4)	CENTRO	Lo Espejo Cerrillos P.Aguirre Cerda	Colector FACH	4.188
14	Buendía – Teniente Cruz – Bonilla – Laguna Sur (NM.7.3)	NORTE-M	Lo Prado Pudahuel	Mejoramiento Canal Derivado Ortuzano	1.456
				Colector Laguna Sur	2.347
				Colector San Pablo	2.974
15	Kennedy – Escrivá de Balaquer – Apoquindo (NM.2)	NORTE-M	Las Condes	Colector Pérez Zujovic Norte	4.804
				Colector Pérez Zujovic Sur	6.697
16	Villa Kennedy (A.7)	CENTRO	Estación Central	Colector Villa Kennedy	4.483
17	Chicureo (NC.3)	NORTE-LC	Colina Quilicura Huechuraba	Mejoramiento Canal Batuco	2.445
				Canalización Quebrada La Nipa	199
				Mejoramiento Estero Los Patos	2.089
18	Los Industriales (A.2)	CENTRO	Macul	Colector Los Industriales	1.699
				Ramal Pedro de Valdivia	202

Fuente: Cade-Idepe-DOH, 2000 (Ref. 8)

Red Primaria a Marzo de 2007: Desde el año 2001 a la fecha la DOH ha ido construyendo parte de los proyectos propuestos por el PM-01, junto con realizar una reprogramación de los mismos. La situación actual se presenta en el Cuadro 5.5.1.5-2.

CUADRO 5.5.1.5-2
SITUACIÓN ACTUAL
PROYECTOS RED PRIMARIA DE AGUAS LLUVIA

Nº	SISTEMAS DE ÁREAS TRIBUTARIAS	ZONA	COMUNAS	PROYECTOS PRIORITARIOS	SITUACIÓN ACTUAL
1	Santa Rosa - Francisco Pizarro - Ochagavía - Talavera - Valenzuela Llanos (B.3)	CENTRO	La Pintana El Bosque San Ramón La Cisterna Lo Espejo P. Aguirre Cerdeña	Colector SAB (ramal principal)	Construido
				Ramal Ochagavía	Construido
				Ramal Los Morros	Construido
2	El Salto - Benítez - Cardenal Caro (NC.1)	NORTE - LC	Recoleta Conchalí Huechuraba	Mejoramiento Canal Huechuraba y Canal Huechuraba 2.	Construido
				Proyecto El Salto (3 Colectores)	Construido
3	Vicuña Mackenna Sur - Santa Raquel - Colombia (B1)	CENTRO	La Florida Puente Alto	Colector Colombia	Construido
				Colector Santa Raquel	Información No Disponible
4	Barón Juras Reales - Apostol Santiago - Pueblo Quilicura - Lo Campino (NC.5)	NORTE - LC	Conchalí Quilicura	Colector Ruta 5N	Construido
				Canal Santa Luisa (tramo final)	En proyecto
				Canal San Luis (tramo final)	Construido
				Colector Vespucio / Ruta 5N	Construido
				Colector Independencia	En proyecto
5	Domingo Santa María - Aníbal Pinto - Renca (NM.6)	NORTE-M	Renca	Mejoramiento Canal La Punta	En proyecto
				Colector Nuevo Infante	En construcción
6	Maipú (B.5)	CENTRO	Maipú	Colector 3 Poniente	Construido
				Colector Bueras	Información No Disponible
				Colector Nueva Rinconada	En proyecto
				Colector 4 Poniente	En proyecto
7	Arrieta - Larrain - Q. Ramón - Bilbao (NM.1)	NORTE-M	Peñalolén La Reina Las Condes	Mejoramiento Canal San Carlos	En proyecto
				Q. Nido de Águilas, Colector Arrieta	En proyecto
				Proyecto Larrain (Colector y Estanque de Retención).	En proyecto
8	La Pincoya - Las Bandurrias (NC.2)	NORTE - LC	Huechuraba	Mejoramiento Canal El Carmen	En proyecto
				Mejoramiento Canal Los Choros	En proyecto
				Mejoramiento Canal Ochagavía	En proyecto
				Mejoramiento Canal Espejo	En proyecto
				Mejoramiento Canal Santa Marta	En proyecto
10	Concha y Toro - El Olivar (SMAI-2)	SUR	Puente Alto La Pintana	Interceptor Puente Alto	Construido
				Canal Interceptor	En proyecto
				Colector Básico Concha y Toro	En construcción
				Colector Básico Ejército Libertador	En proyecto
				Colector Básico 4 Oriente	En proyecto
				Colector Básico Santa Rosa	En proyecto

CUADRO 5.5.1.5-2
SITUACIÓN ACTUAL
PROYECTOS RED PRIMARIA DE AGUAS LLUVIA
(Continuación)

Nº	SISTEMAS DE ÁREAS TRIBUTARIAS	ZONA	COMUNAS	PROYECTOS PRIORITARIOS	SITUACIÓN ACTUAL
11	Acceso Sur – La Serena – Las Industrias (B.2)	CENTRO	Puente Alto La Florida La Granja San Joaquín	Colector Santa Rosa DOH	En construcción
				Colector Acceso Sur (Tramo II)	Construido
				Colector Acceso Sur (tramo III)	Construido
12	Hondonada Río Viejo (NM.7.2)	NORTE-M	Pudahuel Cerro Navia	Colector J.J.Pérez	En proyecto
				Canal Río Viejo	Construido
13	Carretera Panamericana Sur – Los Cerrillos – Lo Errázuriz (B.4)	CENTRO	Lo Espejo Cerrillos P.Aguirre Cerdea	Colector FACH	Construido
14	Buendía – Teniente Cruz – Bonilla – Laguna Sur (NM.7.3)	NORTE-M	Lo Prado Pudahuel	Mejoramiento Canal Derivado Ortuzano	Construido
				Colector Laguna Sur	En proyecto
				Colector San Pablo	En proyecto
15	Kennedy – Escrivá de Balaquer – Apoquindo (NM.2)	NORTE-M	Las Condes	Colector Pérez Zujovic Norte	En proyecto
				Colector Pérez Zujovic Sur	En proyecto
16	Villa Kennedy (A.7)	CENTRO	Estación Central	Colector Villa Kennedy	En proyecto
17	Chicureo (NC.3)	NORTE-LC	Colina Quilicura Huechuraba	Mejoramiento Canal Batuco	En proyecto
				Canalización Quebrada La Nipa	En proyecto
				Mejoramiento Estero Los Patos	En proyecto
18	Los Industriales (A.2)	CENTRO	Macul	Colector Los Industriales	En proyecto

Fuente: Cade-Idepe-DOH, 2000 (Ref. 8)

5.5.1.6 Infraestructura Prevención de Aluviones

Con el fin de prevenir aluviones similares a los de 1993, en la zona de la Quebrada de Macul se instaló un sistema de piscinas decantadoras destinadas a captar parte del material arrastrado y almacenar parte del flujo de la quebrada. Las características de estas obras son:

- siete pozas decantadoras, separadas entre sí por 6 zonas terraplenes.
- Las pozas decantadoras corresponden a la excavación de un canal trapecial de 50 m de base, taludes 2:1 (H:V), profundidades de 5 a 6 m y ancho superficial de 70 a 80 m.
- Sometidos a mejoramientos posteriores de los cuales el más importante se realizó en 1997 y consistió en el rebaje de la zona central del vertedero y su revestimiento con enrocado.

- En fecha más reciente se realizó además una obra de revestimiento de talud y peralte con gaviones, en el decantador N°1 (el primero de aguas arriba), en la zona de su muro terminal y taludes laterales hacia aguas arriba.
- Los terraplenes, de taludes 2:1 (H:V) hacia aguas arriba y 4:1 (H:V) hacia aguas abajo, dejan en su sector central un rebaje a modo de vertedero de 40 m de ancho. Estos terraplenes, sirven de separación entre decantadores. El talud de aguas abajo se reviste mediante enrocado en la zona de salida del vertedero, partiendo con un ancho de 40 m para llegar a 50 m en el inicio del fondo de la excavación del decantador de aguas abajo.
- Las pozas decantadoras se mantienen periódicamente, mediante la extracción del material depositado para restituir su volumen original. Estas limpiezas se han realizado principalmente en el decantador N°1. A modo de ejemplo, en el año 1998 se extrajeron de este decantador, según antecedentes de monitoreo realizado por el Departamento de Obras Fluviales, aproximadamente 10.000 m³, con una profundidad máxima de 2,5 m.

5.5.1.7 Infraestructura Sanitaria

El sistema de tratamiento y disposición de las aguas servidas en la cuenca del río Maipo, se enmarca en el Plan de Saneamiento Hídrico de la cuenca Maipo – Mapocho, el que es desarrollado por Aguas Andinas.

Este Plan de Saneamiento, considera la construcción y operación de colectores interceptores de aguas servidas y de plantas de tratamiento de aguas servidas localizadas en la Región Metropolitana. Los colectores interceptores permiten eliminar el vertido de aguas servidas a los cauces naturales para luego conducirlos hacia las plantas de tratamiento, donde son depuradas para ser descargadas a los cauces, cumpliendo la normativa de emisión vigente y contribuyendo significativamente a mejorar el medio ambiente en la cuenca.

En la actualidad, ya se encuentran en operación en el Gran Santiago dos plantas de tratamiento de aguas servidas correspondientes a El Trebal (también conocida como Santiago Sur) y La Farfana. Ambas cuentan con un sistema de colectores interceptores que conducen las aguas servidas hacia esas instalaciones, desde donde se descargan sus aguas tratadas al río Mapocho, cumpliendo con los límites de emisión establecidos por el D.S. 90/2000 del MINSEGPRES.

Sin embargo, faltan aún por tratar las aguas servidas del sector norte y de parte del sector oriente de Santiago, actualmente (julio/2006) se vierte un caudal de aproximadamente 5 m³/s de aguas servidas a través de 21 descargas al río Mapocho.

Incluido en este Plan se desarrolla el **proyecto “Mapocho Urbano Limpio”**. El objetivo principal del proyecto es el saneamiento del río Mapocho en su sector urbano con los siguientes beneficios ambientales:

- Eliminación de las últimas 21 descargas de aguas servidas que se vierten directamente al río Mapocho en su paso por la ciudad de Santiago.
- Mejora de la calidad del agua del río Mapocho en su tramo urbano, evitando el riesgo para la salud de la población provocada, entre otros, por microorganismos patógenos presentes en las aguas servidas.
- Eliminación de olores atribuibles a las aguas servidas en sectores aledaños al río Mapocho, en su paso por la ciudad.
- Descontaminación de los canales de regadío cuyas bocatomas se encuentran en el tramo urbano del río Mapocho tales como los canales La Pólvara, La Punta y Casas de Pudahuel, los que riegan cerca de 4.600 ha de suelos de uso agrícola.
- Aumento de la cobertura de tratamiento de aguas servidas de la R. Metropolitana de un 68% a un 81%, aprovechando la actual capacidad disponible de las grandes plantas existentes.
- Recuperación ambiental de las zonas aledañas al río Mapocho en su tramo urbano, para su incorporación a proyectos de desarrollo social y cultural.

El proyecto consiste en la construcción y operación de un colector interceptor de 28,5 km de longitud, que comienza en la comuna de Las Condes y finaliza en la comuna de Maipú, el cual permitirá eliminar todas las aguas servidas descargadas actualmente al río Mapocho, y el tratamiento de 2 m³/s del caudal de aguas servidas colectado mediante la utilización de la capacidad disponible conjunta de las plantas existentes de La Farfana y El Trebal. Para ello, se dispondrá de una conexión entre el interceptor Zanjón y el interceptor Maipú, para transportar 1 m³/s desde la PTAS La Farfana a la PTAS El Trebal. El caudal remanente de aguas servidas no tratadas (3 m³/s aproximadamente) será descargado provisoriamente al río Mapocho en un sector aledaño a la Planta La Farfana, hasta que entre en operación la tercera planta de tratamiento de aguas servidas del Gran Santiago, adonde estas aguas servidas serán finalmente conducidas y tratadas. La inversión total del proyecto será cercana a los 64 millones de dólares y la vida útil es indefinida.

La **Planta El Trebal**, aprobada mediante la Resolución Exenta N° 081-A/98 de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región Metropolitana, se localiza al norte de la comuna de Padre Hurtado y entró en operaciones en el 2001. Trata mediante lodos activados y desinfección del efluente final, las aguas servidas provenientes del sur de Santiago, desde las comunas de Puente Alto, La Pintana, El Bosque, San Bernardo, Maipú y Cerrillos, y pequeños sectores de las comunas de La Florida y Estación Central, saneando un 25% de las aguas servidas de la ciudad.

Tiene una capacidad instalada actual de $4,4 \text{ m}^3/\text{s}$ y trata actualmente un caudal promedio de $3,4 \text{ m}^3/\text{s}$.

Las aguas servidas llegan a través de los interceptores Maipo, Maipo-San Bernardo y Maipú. La descarga se realiza al río Mapocho.

La **Planta La Farfana**, ubicada en la comuna de Maipú, fue aprobada mediante las Resoluciones Exentas N° 458/01, 123/02 y 130/06 de la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región Metropolitana, y entró en operaciones en el 2003. Sanea el 50% de las aguas servidas de la ciudad, provenientes del centro y parte del oriente de Santiago, comunas de Santiago, Peñalolén, Providencia, La Granja, Macul, Quinta Normal, Ñuñoa, San Ramón, La Reina, San Miguel; San Joaquín, La Cisterna, Pedro Aguirre Cerda y Lo Espejo, y parcialmente las comunas de Estación Central, La Florida, Las Condes, Pudahuel y Lo Prado. Tiene una capacidad instalada actual de $8,8 \text{ m}^3/\text{s}$ y trata actualmente un caudal de $7,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Las aguas servidas llegan a través del interceptor Zanjón de la Aguada. La descarga se realiza al río Mapocho.

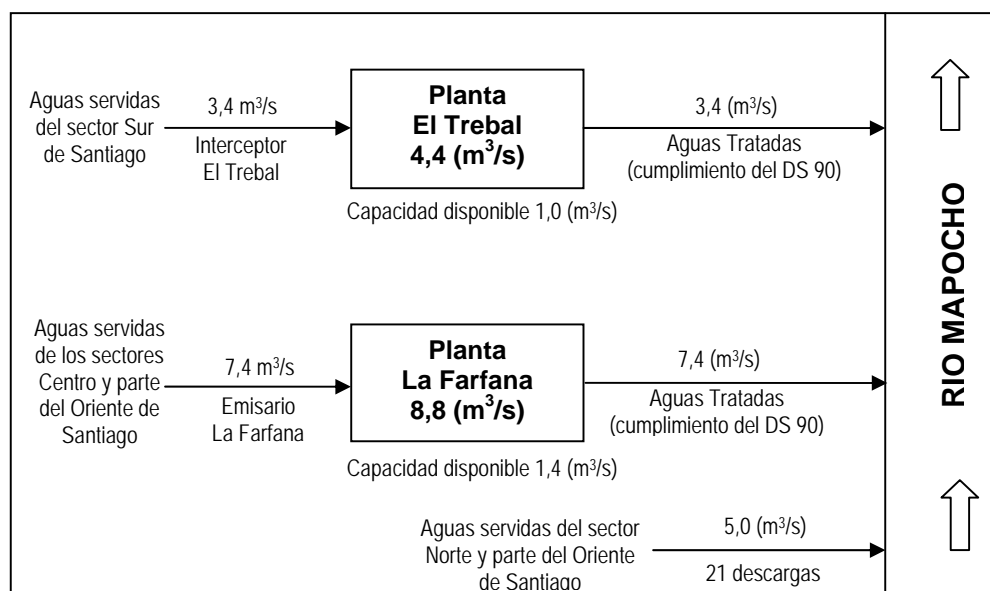
La **Planta Los Nogales** está prevista ubicarla en el mismo recinto que la Farfana y será de tecnología similar a ésta, y comenzará a operar a inicios del 2009, saneando un 25% de las aguas servidas de la ciudad con un caudal promedio estimado de $6,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Las aguas servidas llegarán a través del interceptor Mapocho y la descarga de la planta será al mismo río.

La inversión estimada en la construcción de esta planta de tratamiento será de US\$ 210 millones.

En la Figura 5.5.1.7-1 se muestra la situación actual de las capacidades de tratamiento y de utilización de las plantas La Farfana y El Trebal.

FIGURA 5.5.1.7-1
SITUACIÓN ACTUAL DE CAPACIDADES DE TRATAMIENTO Y UTILIZACIÓN DE
LAS PLANTAS LA FARFANA Y EL TREBAL



Fuente: EIA Proyecta Mapocho Urbano Limpio. SGA-BS

El Plan de Saneamiento de Aguas Servidas de las Localidades abastecidas por Aguas Andinas, considera trece plantas de tratamiento de diferentes tamaños (caudales promedios y máximos, capacidades de tratamiento de DBO₅, y producción de lodos), entre las más pequeñas esta Til Til, la que tiene un caudal promedio de 5 L/s, aproximadamente. La planta Talagante es la más grande con un caudal promedio de 401 L/s, y uno máximo de 720 L/s.

Las 23 localidades cubiertas con el Plan de Saneamiento de Aguas Servidas de la Región Metropolitana están agrupadas en las trece plantas, según se muestra a continuación:

- **Paine** (2002): planta de pretratamiento de aireación extendida, con una capacidad de 84 L/s. Las aguas tratadas son descargadas previo tratamiento terciario y desinfección al estero Paine. Trata las aguas servidas de las localidades de Paine, Linderos, Alto Jahuel y Buín oriente.

Las aguas servidas pasan por un tratamiento preliminar de remoción de sólidos gruesos y arenas. Posteriormente se realiza el tratamiento principal, a través de la digestión aeróbica de las aguas crudas en tanques aireados y su clarificación en sedimentadores, unidades secuenciadas que constituyen un módulo de

tratamiento. A continuación, se desinfectan las aguas claras a través de cloración y se deshidratan los lodos residuales en lechos de secado.

La infraestructura asociada a este tratamiento se compone de:

- Alimentación a la planta de tratamiento: Canal conductor del afluente de las aguas servidas al tratamiento preliminar, que se prolonga hasta la cámara de rejillas. Construido en cemento asbesto, con un diámetro de 600 mm y una longitud de 10,6 m.
- Tratamiento preliminar: Cámara de rejillas, Desarenador, Aforador de Caudal
- Planta Elevadora
- Alimentación al Sistema de Tratamiento:
- Sistema de tratamiento principal, compuesto de
 - o Zanja de oxidación o estanque de aireación
 - o Sedimentador secundario
 - o Cámara de contacto para cloración
 - o Lechos de secado
 - o Estación de bombeo de lodos
 - o Estación de bombeo de purga

- **Pomaire (1991):** La tecnología a utilizar será de zanja de oxidación y desinfección de efluente por medio de cloración.

Consiste en una laguna de estabilización de 12 L/s de capacidad con descarga a un canal de derrames previa desinfección.

Trata las aguas servidas de la localidad de Pomaire.

- **San José de Maipo (2002),** trata las aguas servidas de la localidad por aireación extendida, tiene una capacidad de 21 L/s y descarga al río Maipo previo tratamiento terciario y desinfección.

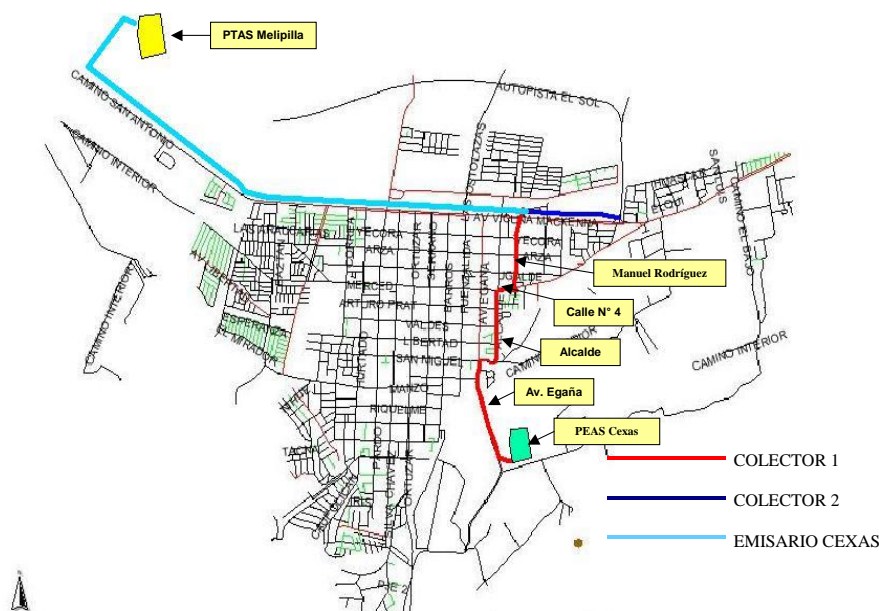
En primer lugar, contará con un Tratamiento Preliminar, diseñado para realizar una limpieza previa de las aguas servidas que ingresarán al tratamiento principal, e incluye la remoción de sólidos gruesos y arenas que pudieran causar problemas de operación y mantenimiento en la planta: daños en bombas y maquinarias, obstrucción de cañerías, abrasión, etc.

Para el abatimiento de la carga orgánica y la desinfección de las aguas se efectúa el Tratamiento Principal, que considera la digestión aeróbica de las aguas crudas en el tanque aireado, la posterior desinfección de las aguas claras mediante cloración y la deshidratación de los lodos para su disposición final.

- **Melipilla:** La Planta Melipilla fue diseñada considerando la demanda al año 2020, con un caudal medio de 212,2 L/s, de los cuales 103,6 L/s provienen de la zona suroriente y 108,6 L/s del sector norponiente de la localidad de Melipilla. Este proyecto incluye los colectores que conducirán las aguas servidas de la zona suroriente hasta la Planta Melipilla y que actualmente son tratadas en la Planta Cexas; además de las etapas de abandono de las PTAS Cexas y Esmeralda respectivamente.

En la Figura 5.5.1.7-2, se presenta un esquema general de los colectores que dirigirán las aguas servidas a la planta.

FIGURA 5.5.1.7-2
COLECTORES PLANTA AGUAS SERVIDAS MELIPILLA



Fuente: Declaración de Impacto Ambiental Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Melipilla. 2006.

El proyecto considera un sistema de tratamiento convencional sobre la base de una tecnología de lodos activados en la modalidad de aireación extendida y desinfección del efluente por medio de cloración.

Las obras civiles asociadas al proceso de tratamiento se presentan en el Cuadro 5.5.1.7-1.

CUADRO 5.5.1.7-1
OBRAS CIVILES DE LA PTAS MELIPILLA

OBRAS	UNIDADES (N°)	DIMENSIONES	MATERIAL
Impulsión a Colector 1:	1	<ul style="list-style-type: none"> Caudal = 160 L/s Profundidad = 15 m 	Hormigón
Planta Elevadora			
Tratamiento Preliminar	1	<ul style="list-style-type: none"> Reja gruesa = 50 mm Reja fina = 6 mm 	Hormigón y Acero Inoxidable
Estanque Aireación	2	<ul style="list-style-type: none"> Volumen Útil = 1.190 m³ Profundidad = 3,5 m Longitud = 32 m Ancho = 11 m 	Hormigón
Sedimentador	2	<ul style="list-style-type: none"> Diámetro = 15,3 m Ancho = 11 m Altura = 3,5 m 	Hormigón
Desinfección: Cámara de Contacto	1	<ul style="list-style-type: none"> Desinfectante = Gas Cloro Volumen cámara de contacto = 37 m³ 4 Canales de 1 m de ancho y 13,1 m de longitud. 	Hormigón
Tratamiento de Lodos	1	Espesamiento de Lodos: <ul style="list-style-type: none"> Diámetro = 3,6 m Altura Útil = 3,5 m 	Hormigón
	1	Estanque de almacenamiento: <ul style="list-style-type: none"> Diámetro = 2.9 m Volumen = 21 m³ Profundidad Útil = 3,2 m 	Hormigón
	1	Acopio Temporal y Extraordinario de Lodos: Cancha = 450 m ²	Asfalto
Emisario de Descarga	1	<ul style="list-style-type: none"> Longitud = 125 m (aprox.) Diámetro = 600 mm 	Polietileno
Obras Anexas	-	<ul style="list-style-type: none"> Urbanización del recinto Franja de protección ambiental 	

Fuente: Declaración de Impacto Ambiental Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Melipilla. 2006.

Melipilla-Cexas (1987) corresponde a una planta de biofiltros de 60 L/s de capacidad con descarga al río Maipo y Melipilla-Esmeralda (1989) posee una laguna de estabilización de 89,5 L/s de capacidad y con descarga al estero La Línea. Ambas sanean la localidad de Melipilla.

- **Valdivia de Paine** (2003), que sanea la localidad de Valdivia de Paine, a través de un sistema de tratamiento constituido por dos lagunas de estabilización facultativas y un sistema de desinfección de las aguas claras, mediante gas cloro. El lodo generado en el proceso de tratamiento de las aguas servidas será deshidratado en lechos de secado. El efluente tratado será evacuado al Río Angostura.

Las obras asociadas a este sistema de tratamiento son:

- Colector afluente a la planta elevadora
 - Cámara de rejillas de la planta elevadora
 - Planta elevadora
 - Lagunas de tratamiento: la primera de largo aproximado de 130 m, y la segunda con 40 m, con una profundidades de operación de 1,5 m y 0,5 m de revancha. Ambas lagunas operan en serie, con una cañería de interconexión entre ellas.
 - Cámara de contacto y caseta de cloración
 - Emisario de descarga al río Angostura.
- **Til Til** (2003), que sanea la localidad de Til-Til, cuenta con un tratamiento preliminar, diseñado para realizar una limpieza previa de las aguas servidas, que ingresarán al tratamiento principal, e incluye la remoción de sólidos gruesos, arenas y material flotante, como aceites y grasas, que pudieran causar problemas de operación en la planta, como daños en equipos y maquinarias, obstrucción de cañerías, abrasión, etc.

Para el abatimiento de la carga orgánica presente en las aguas a tratar, la que corresponde básicamente a aguas servidas domésticas con alguna actividad productiva informal (procesamiento de aceitunas), se efectuará el tratamiento biológico, mediante lodos activados en la modalidad de aireación extendida, con el sistema denominado a mezcla completa. El sistema propuesto considera un proceso de aireación, diseñado para la remoción de materia orgánica, NKT y NO_3 , seguido por una decantación secundaria donde se produce la clarificación de las aguas.

Posteriormente las aguas serán desinfectadas a través de cloración y los lodos serán espesados, deshidratados y encalados para su envío a disposición final en relleno sanitario autorizado.

- **El Monte** (2004), consiste en una planta de aireación extendida o zanja de oxidación con desinfección del efluente por cloración que sirve a las localidades de El Monte, El Paico, Lo Chacón.

Las obras asociadas al tratamiento se presentan en el Cuadro 5.5.1.7-2.

CUADRO 5.5.1.7-2
OBRAS ASOCIADAS AL TRATAMIENTO AGUAS SERVIDAS

Tratamiento Preliminar Corresponde a una canalización con una serie de unidades hidráulicamente solidarias, donde se realiza una limpieza preliminar de las aguas.	<ul style="list-style-type: none"> - Reja gruesa manual, 50 mm (by-pass de la planta) - Reja fina y compactador 6 mm - Desarenadores, 1+1 gravitacional con extracción de arena por "air-lift" y lavador - Medición de caudal en canaleta Parshall
Tratamiento Principal Corresponde a un proceso de lodos activados donde se realiza un abatimiento de la carga orgánica mediante oxigenación.	<p>Estanque de Aireación</p> <ul style="list-style-type: none"> - Largo = 47,5 m; Ancho = 24 m; Altura = 3,5 m - Volumen Total = 4.000 m³ <p>Sedimentador Secundario</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diámetro aprox. = 21 m - H agua = 3,5 m - Recirculación de lodos (2+1 bombas de reserva)
Desinfección del efluente proveniente del tratamiento principal	<p>Gas cloro</p> <ul style="list-style-type: none"> - Volumen cámara de contacto = 90 m³ - Dosificación de cloro (g) = 5 mg/l - Consumo cloro = 0,5 ton/mes
Tratamiento de lodos	<p>Espesamiento de Lodos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diámetro = 9 m - Agua = 3,5 <p>Tanque de Almacenamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diámetro = 6,6 m - Altura = 4 m - Volumen = 135 m³ <p>Deshidratado de Lodos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Centrifuga - Volumen = 9,3 m³/h - Operación: 5 días a la semana <p>Estabilización Adicional de los Lodos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Agregado de Cal y acopio en zona acopio. <p>Almacenamiento de lodos</p> <ul style="list-style-type: none"> - En cancha asfaltada de lodos, con pendiente y canaleta recolectora de líquidos filtrados. - Área Total = 0,6 ha.

Fuente: Adaptado de Declaración de Impacto Ambiental Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Til - Til

- **Talagante** (2004), que incluye las localidades de Talagante, Peñaflor, Malloco, Calera de Tango y Padre Hurtado.

Para tratar las aguas servidas, se utilizará la tecnología de Filtros Biológicos con Digestión Anaeróbica de Lodos, que incluye un proceso de tratamiento para el agua y uno para los lodos.

El proceso de depuración del agua servida considera un tratamiento preliminar con remoción de sólidos gruesos y arenas mediante baterías de rejillas gruesas, medianas y finas, y desarenador aireado, luego de lo cual las aguas pasan a un tratamiento primario, donde sedimentan parte de los sólidos en suspensión.

El tratamiento secundario de las aguas, corresponde a los procesos de filtración biológica (degradación de la materia orgánica a través de microorganismos adheridos a un medio filtrante) y clarificación secundaria (separación del material suspendido de la fase líquida), generando un lodo biológico. El efluente se desinfecta mediante cloración.

El tratamiento de lodos considera un espesamiento de los lodos removidos en los tratamientos primario y secundario, un tratamiento biológico que produce un lodo estabilizado y un proceso de deshidratación mediante centrifugación para reducir su humedad de un 95% a un 75% (25% de sólidos). Los lodos centrifugados se considera trasladarlos hasta la cancha de secado de la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de El Trebal, en la Comuna de Padre Hurtado, a aproximadamente 20 km de la Planta Talagante. En este lugar, los lodos serían deshidratados adicionalmente, aumentando el contenido de sólidos a aproximadamente un 65%, mediante evaporación de aire y drenaje natural. Alternativamente como medida de seguridad, se considera la disposición de los lodos higienizados en un relleno sanitario autorizado.

- **Curacaví** (2004), consiste en una planta de lodos activados de 44,7 L/s de capacidad y con descarga al estero Puangue, sanea la localidad de Curacaví.
- **Buin-Maipo** (2004), que incluye las localidades de Buin poniente y Maipo, consiste en una planta depuradora, que tratará las aguas servidas domésticas provenientes de la localidad de Buin y Maipo 29(1)(1), con descarga del efluente tratado en el Río Maipo.

La Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Buin-Maipo utilizará un tratamiento convencional de Lodos Activados en la Modalidad de Aireación Extendida, cuyo objetivo es la remoción de la materia orgánica presente en las aguas servidas y la

estabilización de los lodos; con desinfección del efluente mediante cloración. Alternativamente, es posible realizar el proceso de desinfección, mediante radiación ultra violeta (UV).

- **El Canelo** (2006), que incluye las localidades de El Canelo, Las Vertientes y La Obra.
- **Isla de Maipo** (2008), que incluye la localidad de Isla de Maipo.

Aguas Manquehue S.A.

En el Sistema Los Trapenses existe una pequeña planta de tratamiento de aguas servidas de lodos activados (Planta de Tratamiento N° 2 Los Trapenses) con una capacidad de 30 L/s. El resto de las aguas servidas son recolectadas y traspasadas a la red de Aguas Andinas para ser enviadas a las plantas de tratamiento.

Aguas Santiago Poniente S.A.

La empresa cuenta además con una planta de tratamiento de aguas servidas de lodos activados y un emisario de 95 m de longitud con descarga al río Mapocho.

Servicomunal S.A.

En relación a las aguas servidas, éstas son conducidas a la planta de tratamiento “La Cadellada”, que cuenta con 3 lagunas en serie de estabilización de 200 L/s de capacidad, con descarga a un tranque de regulación de 465.000 m³ (31 ha de superficie y 1,5 m de profundidad), donde se almacenan las aguas tratadas, las que posteriormente son empleadas para el riego.

Cooperativa de Agua Potable Santo Domingo Ltda. - COOPAGUA

El sistema de alcantarillado, por su parte, se encuentra dividido en dos sectores de recolección y disposición, los cuales tienen sistemas de tratamiento de aguas servidas independientes. El primer sector denominado Santa María del Mar cuenta con planta de tratamiento fisicoquímico con descarga a un dren de infiltración ubicado fuera de la cuenca del Maipo, mientras que el segundo sector denominado Las Hortensias posee un sistema de tratamiento biológico con descarga en el río Maipo, a través de un emisario de PVC de 1.079 m de longitud y 200 mm de diámetro.

Empresa de Servicios Sanitarios del Bío-Bío – ESSBIO

La empresa además cuenta con una planta de tratamiento de aguas servidas en San Francisco de tipo Lodos Activados, donde además se tratan las aguas servidas de Codegua y La Punta.

5.5.2 INFRAESTRUCTURA DE MONITOREO

La caracterización del recurso, tanto a nivel superficial como subterráneo se realiza usando la red de medición existente y operada por la DGA y la DMC (Dirección Meteorológica de Chile). Es importante indicar que la información presentada fue recopilada en el marco del estudio de la Ref. 1. La ubicación de todas las estaciones de medición, se presentan en la Figura 5.5.2-1.

5.5.2.1 Red Pluviométrica y Meteorológica

En lo que respecta a la red pluviométrica, la DGA cuenta con 40 estaciones vigentes, y 20 estaciones fuera de operación. Esta red es complementada con 16 estaciones en operación de la DMC y 48 estaciones fuera de operación. En promedio, las estaciones cubren una superficie de 273 km², tal como se muestra en el Cuadro 5.5.2.1-1. Es importante indicar que este análisis se realizó sólo para las estaciones vigentes, y que se utilizaron como criterio de análisis las recomendaciones de la OMM (Organización Meteorológica Mundial). 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 OMM.

**CUADRO 5.5.2.1-1
DENSIDAD ESTACIONES PLUVIOMÉTRICAS Y METEOROLÓGICAS**

Código	Subcuenca	Superficie (km ²)	N° Estaciones	Densidad (km ² /estación)
0570	Río Maipo Alto	4.859	10	486
0571	Río Maipo Medio	2.574	11	234
0572	Río Mapocho Alto	1.022	3	341
0573	Río Mapocho Bajo	3.456	21	165
0574	Río Maipo Bajo (Entre Río Mapocho y Desembocadura)	3.363	11	306
057	Cuenca río Maipo (Totales)	15.274	56	273

Fuente: Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

Figura 5.5.2-1

En general, una desventaja de la red existente es la falta de estaciones pluviográficas, ya que las estaciones pluviométricas existentes no permiten registrar adecuadamente las tormentas. Al analizar la distribución espacial de las estaciones de la cuenca, de acuerdo con los resultados mostrados en el Cuadro 5.5.2.1-1 es posible señalar que la red de control pluviométrico en la cuenca es adecuada para efectos de caracterizar los regímenes de precipitación con fines de estimar los recursos hídricos de ésta. La excepción a lo señalado, la constituye el sector alto del río Angostura (esteros Codegua y Peuco) donde no existe una estación que registre el régimen de precipitaciones en dicha área, por lo que sería recomendable instalar una estación en el sector. Además, para efectos de evaluación de recursos, se hace cada vez más importante efectuar pronósticos de deshielo con la mayor cantidad de información posible, a partir de lo cual se identifica la necesidad de controlar la subcuenca alta de los ríos Mapocho, Colorado y Maipo, a través de la instalación de estaciones de Rutas de Nieve.

5.5.2.2 Red Fluviométrica

En la actualidad, la DGA está operando una red con 21 estaciones, las que cubren cada subcuenca con al menos una estación, tal como se muestra en la Figura 5.5.2-1. Adicionalmente, existen 41 estaciones fuera de operación las que sirven para complementar la información histórica de la red. En promedio, cada estación cubre una superficie de 763,7 km² según lo mostrado en el Cuadro 5.5.2.2-1.

**CUADRO 5.5.2.2-1
DENSIDAD ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS**

Código	Subcuenca	Superficie (km ²)	N° Estaciones	Densidad (km ² /estación)
0570	Río Maipo Alto	4.859	6	809,8
0571	Río Maipo Medio	2.574	4	643,5
0572	Río Mapocho Alto	1.022	3	340,8
0573	Río Mapocho Bajo	3.456	4	863,9
0574	Río Maipo Bajo (Entre Río Mapocho y Desembocadura)	3.363	3	1.121,1
057	Cuenca río Maipo	15.274	20	763,7

Fuente: Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

Desde el punto de vista de la ubicación de las estaciones, en general se considera que su distribución espacial es adecuada para los fines de administración de los recursos hídricos. No obstante lo anterior, de acuerdo a la modelación realizada con

MAGIC según lo que se presenta posteriormente en el Capítulo 8, la zona intermedia y zona norte de la cuenca no son representadas adecuadamente, ya que si bien es cierto existen estaciones, algunas de las estaciones no miden el recurso en forma adecuada, tal como es el caso de Polpaico en Chicauma. En esta estación el río presenta múltiples brazos, y la estación sólo es capaz de medir el escurrimiento en uno de éstos, con el consiguiente error en la medición. Otro sector que sería conveniente medir es el río Maipo en Naltahua, estación que en la actualidad se encuentra descontinuada. Otro lugar en el que se considera conveniente contar con una estación adicional, es el río Maipo en la zona cercana a la confluencia con el río Mapocho, ya que de esta forma se podría controlar las dos subcuencas en forma independiente.

5.5.2.3 Red de Control de Calidad de Aguas

La red de calidad de aguas vigente en la cuenca está formada por 26 estaciones de monitoreo de calidad de aguas superficiales y 15 de calidad de aguas subterráneas, todas ellas de la DGA, tal como se muestra en la Figura 5.5.2-1.

De acuerdo a la información disponible, las estaciones de la red de calidad de aguas superficiales se ubican, en su mayoría, en la parte central-alta de la cuenca. Esta ubicación coincide con la mayor densidad poblacional es razonable, debido a que la principal fuente de contaminación es la actividad humana, la cual se ubica mayoritariamente en la zona central de la cuenca. En todo caso, se hace necesario controlar de una mejor manera la parte baja de la cuenca.

Con respecto a los parámetros de calidad medidos, es necesario mencionar la falta de parámetros como D.B.O y Coliformes Fecales, por lo que no es posible caracterizar completamente el grado de contaminación de las aguas debido a residuos domésticos e industriales orgánicos, los cuales son directamente perjudiciales para la salud de la población.

En lo que respecta a la red de calidad de aguas subterráneas, su distribución espacial es deficiente dado que solo controla la zona media de la cuenca. Específicamente, en la zona media de la cuenca es adecuada para tener la visión general de la calidad de las aguas subterráneas, sin embargo para fines específicos se requiere de una densidad mayor de estaciones. Por otro lado, no controla los acuíferos de la zona baja de la cuenca, desde Talagante hacia el poniente. En especial se requiere contar a futuro de un control en las subcuencas del estero Puangue, Cholqui y Popeta, que actualmente presentan un crecimiento en la explotación del recurso, y en el acuífero de la zona de Talagante-Melipilla.

5.5.2.4 Red de Control de Niveles de Agua Subterránea

La caracterización del agua subterránea se realiza con una red de 108 sondajes los que se miden 6 veces al año, tal como se muestra en la Figura 5.5.2-1. Esta red presenta una densidad promedio de $141,4 \text{ km}^2$. En general se acepta que la densidad de la red, así como su distribución espacial es adecuada para la cuenca. A futuro debería densificarse el control de niveles en los acuíferos de los esteros Popeta, Cholqui y Puangue dada la creciente demanda por este recurso en dichas zonas. Esta red cubre en extensión las tres subcuencas donde existen acuíferos de interés, con 23 sondajes en la subcuenca Río Maipo Medio, 1 en la subcuenca Río Mapocho Alto, 67 sondajes en la subcuenca Río Mapocho Bajo y 17 sondajes en la subcuenca Río Maipo Bajo (Entre Río Mapocho y Desembocadura). Otro elemento que debería considerarse al momento de decidir en que sectores incrementar la densidad de la red está dado por los sectores acuíferos en los que se ha definido áreas de restricción, tales como TilTil, Chacabuco-Polpaico, Lampa, Colina Sur, Santiago Norte, Santiago Central, Chicureo y Colina Inferio, Mapocho Alto, Chicureo, y Colina Inferior. A juicio de este Consultor, debería disponerse de al menos 1 sondaje de monitoreo en cada una de las zonas anteriormente mencionadas.

5.5.2.5 Red de Control de Sedimentos

La caracterización de los sedimentos se realiza con una red vigente de 6 estaciones, la que se complementa con una red fuera de servicio de 5 estaciones. La red se presenta en la Figura 5.5.2-1.

De acuerdo con el estudio “Análisis Crítico de la Red Fluviométrica Nacional, Red de Sedimentos, Región Metropolitana VI y VII”, BF Ingenieros Civiles, Octubre 1984, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) recomienda que en regiones áridas y mediterráneas el 30% de las estaciones fluviométricas sean sedimentométricas, y se recomienda además una cobertura espacial en los rangos de 1.000 a 3.300 y de 2.000 a 6.000 km^2 /estación para las regiones montañosas mediterráneas y montañosas templadas respectivamente. En la cuenca del Maipo se tiene una relación sedimentométricas/fluviométricas entre las estaciones actualmente vigentes del 30% y una cobertura espacial de 2.546 km^2 /estación, indicadores que están dentro del rango recomendado.

6. ACCIONES, PLANES, Y PROGRAMAS

6.1 INTRODUCCIÓN

En esta sección se realiza una actualización de la información levantada por el estudio Bases para la Formulación de un Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos Cuenca del río Maipo, realizado por la DGA mediante contrato con la consultora CONIC-BF en el año 2007, estudio en que la información se obtuvo principalmente por medio de entrevistas con profesionales y representantes de organismos públicos como DOH, CNR, SISS, así como también del Banco Integrado de Proyectos (BIP) de MIDEPLAN, bases de datos de CORFO, el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) de la CONAMA, y los Planes de Desarrollo vigentes en la SISS.

Para la presente actualización, se levantaron los nuevos proyectos incluidos en el Banco Integrado de Proyectos (BIP), del Ministerio de Planificación, además de información contenida en distintos sitios de la CONAMA y de otras reparticiones públicas.

6.2 ACCIONES Y PLANES

6.2.1 GENERALIDADES

A continuación se presentan las últimas acciones y planes realizados por las instituciones consultadas – desglosados por institución responsable – indicando para cada uno los resultados actualizados a la fecha.

6.2.2 INSTITUTO DE DESARROLLO AGROPECUARIO

a) Líneas estratégicas 2006-2010: Desarrollo capital productivo

A fines del año 2006 el Instituto de Desarrollo Agropecuario ha definido sus principales líneas estratégicas hasta el año 2010. Entre ellas se encuentra “Desarrollo capital productivo”, la cual hace referencia al riego en los siguientes aspectos:

- Apoyar la constitución y regularización de títulos de derechos de agua y tierra de pequeños productores, mejorando la seguridad jurídica en el dominio del recurso.

- Potenciar el desarrollo del riego campesino, a través de la incorporación de nueva superficie de riego, como el mejoramiento de su seguridad en la superficie regada actual.

b) Convenio INIA-INDAP

Es un convenio de colaboración y traspaso de recursos entre INDAP e INIA firmado el año 2007, a través del cual INDAP transfiere a INIA M1.400 para la administración del programa. Los principales alcances del convenio se relacionan con:

- Implementar un programa de acciones de fomento al riego.
- Para los pequeños productores agrícolas de las Regiones VI, VII, VIII y Metropolitana.
- Que desarrollen cultivos anuales, especialmente Maíz y Arroz.

El Programa entregará incentivos económicos no reembolsables destinados a financiar en un porcentaje las siguientes acciones de fomento al riego:

- Elaboración de estudios técnicos y económicos de los proyectos de riego, aprobados por el comité técnico regional respectivo del programa, que no postulen a la bonificación contemplada en la Ley N° 18.450.
- La ejecución de las inversiones de proyectos de riego, aprobados por el comité técnico regional respectivo del programa, que no postulen a la bonificación contemplada en Ley 18.450.
- La inversión en maquinaria y/o equipos para realizar nivelación de precisión y aquella destinada para la rehabilitación de canales.
- El estudio técnico de los proyectos que postulen a la bonificación contemplada en la Ley 18.450.
- Los servicios de nivelación de precisión, rehabilitación de canales y desembanques de pequeños embalses reguladores de riego.
- Los gastos inherentes a la constitución legal de las organizaciones de usuarios de aguas constituidas mayoritariamente por beneficiarios de INDAP.

La administración del convenio indicado se realizará siguiendo el diagrama de flujo presentado en la Figura 6.2.1-1.

FIGURA 6.2.1-1
DIAGRAMA DE FLUJO ADMINISTRACIÓN CONVENIO



Fuente: <http://www.indap.cl>

En el Cuadro 6.2.1-1, se presentan los resultados de la ejecución del convenio INIA-INDAP en la Región Metropolitana, que para el año 2007 ha asignado un monto total de \$230.341.549 destinados a estudios e inversión.

CUADRO 6.2.1-1
ESTADÍSTICAS PROGRAMA DE DESARROLLO DE INVERSIONES
NÓMINA DE PROYECTOS EN EJECUCIÓN REGION METROPOLITANA

Nº	Agricultor	Nombre Proyecto	Estado	Superficie Física Beneficiada (ha)	SENR Individual (ha)	Nº Beneficiarios Individuales	SENR Asociativos (ha)	Nº Beneficiarios Asociativos	Total Incentivo	Área INDAP	Comuna
1	Comunidad Aguas Canal Huechún	Obras de mejoramiento y limpieza tranque Huechún	En ejecución	240,00			143,00	23	\$ 33.654.680	Melipilla	Melipilla
2	Asociación Canal Naltagua Bajo y Matriz	Reparación de Bocatoma y obras anexas canal San Vicente de Naltagua	En Ejecución	654,51			654,51	110	\$ 29.900.592	Talagante	Isla de Maipo
3	Junta de Vigilancia Estero Puangue Segunda Sección	Mejoramiento Canal Ovalle - Ranchillo	En ejecución	500,00			250,00	52	\$ 29.546.213	Melipilla	María Pinto
4	Asociación Canal Mallarauco	Revestimiento y obras, derivado marco 4 canal El Manzano, sector La Carrera, Comuna de Melipilla, Región Metropolitana	Aprobado	48,30			17,70	12	\$ 18.685.638	Melipilla	Melipilla
5	Osvaldo Cáceres Toro	Riego por goteo, Osvaldo Cáceres	Aprobado	2,00	2,00	1			\$ 4.950.504	Melipilla	Melipilla
6	Liberato Moya Moya	Riego por goteo, Liberato Moya	Aprobado	2,00	2,00	1			\$ 4.950.504	Melipilla	Melipilla

CUADRO 6.2.1-1
ESTADÍSTICAS PROGRAMA DE DESARROLLO DE INVERSIONES
NÓMINA DE PROYECTOS EN EJECUCIÓN REGION METROPOLITANA
(Continuación)

Nº	Agricultor	Nombre Proyecto	Estado	Superficie Física Beneficiada (ha)	SENR Individual (ha)	Nº Beneficiarios Individuales	SENR Asociativos (ha)	Nº Beneficiarios Asociativos	Total Incentivo	Área INDAP	Comuna
7	Alberto Toro Gallardo	Riego por goteo, Alberto Toro	Aprobado	2,00	2,00	1			\$ 4.950.504	Melipilla	Melipilla
8	Juan Bautista Valdivia Pinto	Riego por aspersión en maíz y por exudación en zapallos	Aprobado	4,27	5,51	1			\$ 4.950.504	Melipilla	Melipilla
9	Juan Francisco Núñez Zamorano	Instalación de 3,55 ha de riego tecnificado en hortalizas	Aprobado	3,55	3,55	1			\$ 4.950.504	Norte	Lampa
10	Heraldo Antonio Villagra Soto	Ampliación de la superficie de riego tecnificado para hortalizas en Lipangue	Aprobado	4,98	4,98	1			\$ 4.950.504	Norte	Lampa
11	Daniel Valenzuela López	Electrificación de pozo y tecnificación de 1,2 ha para el riego de hortalizas en Lipangue	Aprobado	1,22	1,22	1			\$ 4.950.504	Norte	Lampa
12	Guido Abarca Orozco	Construcción e instalación de riego tecnificado para hortalizas	Aprobado	1,68	1,68	1			\$ 4.950.504	Norte	Lampa

CUADRO 6.2.1-1
ESTADÍSTICAS PROGRAMA DE DESARROLLO DE INVERSIONES
NÓMINA DE PROYECTOS EN EJECUCIÓN REGION METROPOLITANA
(Continuación)

Nº	Agricultor	Nombre Proyecto	Estado	Superficie Física Beneficiada (ha)	SENR Individual (ha)	Nº Beneficiarios Individuales	SENR Asociativos (ha)	Nº Beneficiarios Asociativos	Total Incentivo	Área INDAP	Comuna
13	Ramón Enrique Ramírez López	Mejoramiento de la conducción del agua para el riego de hortalizas en Lipangue	Aprobado	15,00	4,50	1			\$ 4.950.504	Norte	Lampa
14	Galvarino Tamayo Cuevas	Riego tecnificado de 1,5 ha de papa primor en San Antonio de Naltagua	Aprobado	1,50	1,50	1			\$ 4.950.504	Talagante	Isla de Maipo
15	Luis Orlando Meneses Muñoz	Mejoramiento de Riego para Hortalizas en Lipangue	Aprobado	10,00	3,00	1			\$ 4.950.504	Norte	Lampa
16	Juan Flores Miranda	Instalación de 1,73 ha de riego en hortalizas	Aprobado	1,70	1,70	1			\$ 4.859.648	Norte	Lampa
17	Francisco Miranda Rottmann	Conducción intrapredial de agua de pozo	Aprobado	10,00	3,00	1			\$ 4.855.315	Talagante	Talagante
18	Jorge Núñez Meza	Instalación de riego tecnificado en 2 ha de tomate	Aprobado	2,05	2,05	1			\$ 4.782.560	Talagante	El Monte
19	Luis Núñez Morales	Riego tecnificado de 2 ha de cebolla en San Antonio de Naltagua	Aprobado	2,00	2,00	1			\$ 4.780.191	Talagante	Isla de Maipo

CUADRO 6.2.1-1
ESTADÍSTICAS PROGRAMA DE DESARROLLO DE INVERSIONES
NÓMINA DE PROYECTOS EN EJECUCIÓN REGION METROPOLITANA
(Continuación)

Nº	Agricultor	Nombre Proyecto	Estado	Superficie Física Beneficiada (ha)	SENR Individual (ha)	Nº Beneficiarios Individuales	SENR Asociativos (ha)	Nº Beneficiarios Asociativos	Total Incentivo	Área INDAP	Comuna
20	Rubén Arroyo Atenas	Instalación de 1,45 ha riego tecnificado en hortalizas	Aprobado	1,45	1,45	1			\$ 4.644.371	Norte	Lampa
21	Carlos Carreño Cáceres	Instalación de 2 ha de riego tecnificado en hortalizas	Aprobado	1,94	1,94	1			\$ 3.975.827	Norte	Lampa
22	Juan Pérez Olivera	Construcción e instalación de riego tecnificado para hortalizas	Aprobado	1,44	1,44	1			\$ 3.967.734	Norte	Lampa
23	Soc. Agrícola Rosario Limitada	Instalación de riego tecnificado en 1,6 ha de lechugas	Aprobado	1,60	1,60	2			\$ 3.451.838	Norte	Lampa
24	Miriam Cecilia Ortiz Poblete	Mejoramiento de riego para invernaderos de claveles en El Taqueral	Aprobado	0,28	0,28	1			\$ 2.996.360	Norte	Lampa
25	Jorge Bravo Ramírez	Conducción entubada de aguas desde tranque intrapredial	Aprobado	6,74	3,37	1			\$ 2.929.365	Norte	Colina
26	Víctor Manuel Morales Amador	Construcción e instalación de riego tecnificado para hortalizas	Aprobado	0,43	0,43	1			\$ 2.751.413	Norte	Lampa

CUADRO 6.2.1-1
ESTADÍSTICAS PROGRAMA DE DESARROLLO DE INVERSIONES
NÓMINA DE PROYECTOS EN EJECUCIÓN REGION METROPOLITANA
(Continuación)

Nº	Agricultor	Nombre Proyecto	Estado	Superficie Física Beneficiada (ha)	SENR Individual (ha)	Nº Beneficiarios Individuales	SENR Asociativos (ha)	Nº Beneficiarios Asociativos	Total Incentivo	Área INDAP	Comuna
27	Carlos Muñoz Rodríguez	Limpieza y ampliación de tranque	Aprobado	10,00	5,60	1			\$ 2.475.170	Norte	Colina
28	Alfredo Carrasco Armijo	Riego por aspersión en maíz	Aprobado	1,64	1,09	1			\$ 2.192.817	Melipilla	Melipilla
29	Carmen Julia Bacho Cortés (Flores Mi Campo)	Mejoramiento e implementación de sistema de riego por cinta en la localidad de Patagüilla, El Bosque	Aprobado	0,28	0,28	1			\$ 2.166.049	Norte	Curacaví
30	Fresia Araus y Otras	Mejoramiento e implementación de sistema de riego por cinta en la localidad de El Ajial	Aprobado	0,23	0,23	4			\$ 2.095.174	Norte	Curacaví
31	Eugenio Aguilera Hermosilla	Riego por aspersión en maíz	Aprobado	0,64	0,43	1			\$ 1.982.501	Melipilla	Melipilla
32	María Gabriela Hernández Robledo	Mejoramiento e implementación de sistema de riego por cinta en la localidad de Patagüilla	Aprobado	0,29	0,29	1			\$ 1.856.370	Norte	Curacaví

CUADRO 6.2.1-1
ESTADÍSTICAS PROGRAMA DE DESARROLLO DE INVERSIONES
NÓMINA DE PROYECTOS EN EJECUCIÓN REGION METROPOLITANA
(Continuación)

Nº	Agricultor	Nombre Proyecto	Estado	Superficie Física Beneficiada (ha)	SENR Individual (ha)	Nº Beneficiarios Individuales	SENR Asociativos (ha)	Nº Beneficiarios Asociativos	Total Incentivo	Área INDAP	Comuna
33	Benjamín Ortiz Tapia	Limpieza de embanque y reparación de pretilas de tranque intrapredial	Aprobado	6,00	2,00	1			\$ 1.492.457	San Bernardo	Paine
34	Luis Lucero Ibarra	Limpieza, reparación, habilitación de canal y nivelación de suelos	Aprobado	2,08	2,08	1			\$ 1.214.198	San Bernardo	Paine
35	Carmen Gloria Carrasco Romero	Mejoramiento e implementación de sistema de riego por cinta en la localidad de Santa Inés	Aprobado	0,06	0,06	1			\$ 1.001.121	Norte	Curacaví
36	Pamela del Carmen Rojas Morales	Mejoramiento e implementación de sistema de riego por cinta en la localidad de Unión San José	Aprobado	0,08	0,08	1			\$ 989.939	Norte	Curacaví
37	Blanca Edelmira León Plaza	Profundización de pozo y adquisición de accesorios para flores de corte en invernadero	Aprobado	0,08	0,08	1			\$ 984.636	Norte	Lampa

CUADRO 6.2.1-1
ESTADÍSTICAS PROGRAMA DE DESARROLLO DE INVERSIONES
NÓMINA DE PROYECTOS EN EJECUCIÓN REGION METROPOLITANA
(Continuación)

Nº	Agricultor	Nombre Proyecto	Estado	Superficie Física Beneficiada (ha)	SENR Individual (ha)	Nº Beneficiarios Individuales	SENR Asociativos (ha)	Nº Beneficiarios Asociativos	Total Incentivo	Área INDAP	Comuna
38	Sergio Gaete López	Limpieza de 552 m de canal y nivelación de 0,55 ha	Aprobado	0,55	1,10	1			\$ 730.847	San Bernardo	Paine
39	José Vera Tamayo	Construcción e instalación de riego tecnificado para hortalizas	Aprobado	0,05	0,05	1			\$ 514.547	Norte	Lampa
40	Máximo Moreno González	Limpieza y ampliación de tranque	Aprobado	2,50	1,25	1			\$ 408.434	Norte	Colina
TOTAL APROBADO				1.545	66	40	1.065	197	\$ 230.341.549		

Fuente: INDAP

Se puede observar que el Área INDAP-Melipilla, que agrupa las comunas de Melipilla y María Pinto ha sido beneficiada con un 46% de los fondos destinados a estudios e inversión en obras de riego intra y extrapredial, seguida por las Áreas Norte (31,2%) y Talagante (21,4%).

Finalmente, se puede apreciar que las comunas más beneficiadas con el convenio indicado han sido Melipilla (33%), Lampa (25%) e Isla de Maipo (17%), en dónde predominan, en cuanto a inversión total, los proyectos de mejoramiento de canales, rehabilitación de tranques y riego tecnificado.

c) Estadísticas de Gestión 2007

En lo que respecta a la inversión estos programas han otorgado fondos a nivel nacional superior a \$200 millones. De esta cantidad 5,5 millones fueron repartidos en la Región Metropolitana.

d) Instrumentos de Fomento Actuales

Crédito de enlace de riego: Es un crédito de largo plazo que se entrega asociado a la bonificación que otorga el Estado de Chile para el fomento a la inversión de obras de riego y drenaje, establecido en la Ley N° 18.450 y sus modificaciones, por lo que su primera fuente de pago, la constituye la bonificación que establece la Ley N° 18.450.

Programa de riego asociativo: Las Direcciones Regionales de INDAP definen anualmente períodos de recepción de postulaciones, acotando las fechas de inicio y término y los recursos que se destinan para cada período, teniendo en consideración su presupuesto regional. Pueden participar: Grupos de usuarios(as) de aguas; Organizaciones de usuarios(as) de aguas; Comunidades de aguas no organizadas.

Contraloría social de proyectos de riego y drenaje: Este instrumento permite promover y apoyar la participación de los agricultores en el control de la obra de riego y consiste en subsidiar al comité en 11 UF pagadas en dos cuotas, más 5 UF para pagar una opinión especializada.

Bono de articulación financiera: Es un mecanismo que busca facilitar el acceso de los pequeños productores agrícolas, a fuentes alternativas de financiamiento. Subsidia parte de los costos de transacción en que incurren las instituciones financieras al otorgar créditos a pequeños agricultores y por otra parte subsidia una porción de los costos de formalización que deben enfrentar los agricultores al acceder a los créditos de dichas instituciones.

6.2.3 COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO

a) Convenio con Comisión Nacional de Energía

Convenio firmado el día 5 de Julio de 2006, a través del cual la CNR y CNE se comprometen a:

“Contribuir a generar las condiciones que permitan mejorar las oportunidades para generar proyectos de generación eléctrica con energías renovables no convencionales (ERNC) vinculados a proyectos de riego”.

Los objetivos específicos son:

- Acordar e implementar actividades de difusión y promoción que tengan como objetivo dar a conocer las posibilidades de desarrollar proyectos de generación eléctrica con ERNC en el sector agrícola
- Estudiar, y de ser viable, implementar instrumentos de apoyo a la inversión en ERNC factibles de desarrollar bajo el marco de la Ley de Fomento al Riego y Drenaje y su reglamentación complementaria.
- Actuar en forma coordinada ante terceros, sean estos públicos o privados, para el desarrollo de actividades de promoción, evaluación y desarrollo de instrumentos de fomento de proyectos de generación eléctrica con ERNC vinculados con el subsector de riego.
- Desarrollar estudios de diagnóstico de las potencialidades de proyectos de ERNC relacionados con infraestructura de riego y drenaje existente y/o futura
- Cualquier otra actividad, establecida común acuerdo, que permita apoyar el desarrollo de proyectos con ERNC vinculados a proyectos de riego y/o drenaje.

Como resultado de este convenio, se detectó la potencialidad de generación hidroeléctrica en obras de regadío de la Región Metropolitana. Entre ellas destacan el canal la Sirena y la Asociación Canal del Maipo y Canales Unidos de Buin, todos derivados del río Maipo, al que se suma Mollarauco- Pelvín e incluso los conocidos canales San Carlos y Eyzaguirre, los cuales ya cuentan con algunas labores de generación de electricidad. En total se estima para la cuenca un potencial de 36,5 MW con un total de 19 proyectos.

b) Resultados Históricos Aplicación Ley Nº18.450 periodo 1985- 2004

Para determinar la acción de la Ley de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje, se utilizó la base de datos histórica de la Comisión Nacional de Riego entre los años 1985 y 2004.

Se procedió a filtrar la información nacional por región y comuna, obteniéndose los proyectos bonificados y pagados entre el periodo indicado anteriormente. En forma posterior, se agruparon los proyectos de acuerdo a su ubicación: intrapredial y extrapredial (incluye asociativo).

Para cada grupo se determinaron rangos tipológicos. En el caso de los proyectos intraprediales se agruparon en los siguientes rangos:

- Proyectos de riego y/o drenaje menores a 50 ha
- Proyectos de riego y/o drenaje con superficie entre 50 y 100 ha
- Proyectos de riego y/o drenaje con superficie entre 100 y 200 ha
- Proyectos de riego y/o drenaje mayores a 200 ha
-

En el caso de los proyectos extraprediales se han definido tipologías. A la fecha se han estimado estadígrafos por comuna para posteriormente analizar el comportamiento de la inversión y los beneficiarios de los proyectos.

Así se obtuvo la información presentada en los Cuadros 6.2.3-1 y 6.2.3-2, ordenada por comuna perteneciente a la cuenca del río Maipo. Se puede observar que en cuanto a proyectos intraprediales se han beneficiado principalmente proyectos de menos de 100 ha los que suman 5.700 ha beneficiadas con más de 500 proyectos considerados. En cuanto a los proyectos extraprediales, la superficie total afectada por ellos es de 7.700 ha aproximadamente.

CUADROS 6.2.3-1
PROYECTOS INTRAPEDIALES BENEFICIADOS A TRAVÉS DE LA LEY 18.450
CUENCA DEL RÍO MAIPO. PERÍODO 1985-2004

Comuna	Predios > 200 ha		Predios 100-200 ha		Predios 50-100 ha		Predios < 50 ha	
	#	Superficie (ha)	#	Superficie (ha)	#	Superficie (ha)	#	Superficie (ha)
ALHUÉ	1	211,3	0	0,0	0	0,0	6	123,5
BUÍN	1	262,5	0	0,0	4	334,9	18	458,4
C. DE TANGO	0	0,0	1	104,6	3	202,0	3	85,3
COLINA	0	0,0	0	0,0	4	204,0	56	1.147,4
CURACAVÍ	0	0,0	0	0,0	2	146,3	28	596,3
EL MONTE	1	472,4	0	0,0	1	55,0	8	114,3
I. DE MAIPO	0	0,0	1	173,1	3	172,5	17	328,5
LAMPA	0	0,0	1	109,9	9	598,3	43	905,5
MAIPÚ	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
MARÍA PINTO	0	0,0	0	0,0	5	358,4	26	569,7
MELIPILLA	1	206,8	3	366,0	16	1024,9	70	1.716,4
PAINE	0	0,0	1	105,0	7	460,3	39	1.011,9
PEÑAFLORES	0	0,0	0	0,0	2	133,4	7	131,9
PIRQUE	0	0,0	0	0,0	3	186,8	7	219,6
PUDAHUEL	0	0,0	1	114,8	0	0,0	11	292,4
RENCA	0	0,0	0	0,0	0	0,0	9	187,6
SAN BERNARDO	0	0,0	0	0,0	0	0,0	7	143,2
SAN PEDRO	0	0,0	1	135,5	2	133,5	21	402,8
TALAGANTE	0	0,0	0	0,0	3	208,7	10	140,9
TIL TIL	0	0,0	0	0,0	3	182,2	37	1.871,4
CONCHALÍ	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	38,8
LA FLORIDA	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	22,8
LA PINTANA	0	0,0	0	0,0	1	57,3	0	0,0
LAS CONDES	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
LO BARNECHEA	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
PADRE HURTADO	0	0,0	0	0,0	2	123,3	0	0,0
PUENTE ALTO	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	42,3
QUILICURA	0	0,0	0	0,0	0	0,0	3	45,5
SAN JOSÉ DE MAIPO	0	0,0	0	0,0	1	64,3	2	57,2
Total	4	1.153,0	9	1.109,0	71	4.646,1	433	10.653,6

Fuente: Comisión Nacional de Riego

CUADROS 6.2.3-2
PROYECTOS EXTRAPEDIALES BENEFICIADOS A TRAVÉS DE LA LEY 18.450
CUENCA DEL RÍO MAIPO. PERÍODO 1985-2004

Comuna	Superficie Beneficiada (ha)			
	Máxima	Mínima	Promedio	Total
ALHUÉ	237,5	32,6	137,5	687,4
BUÍN	3.873	3873	3.873,0	3.873,0
C. DE TANGO	10.003,6	125,2	3.945,5	19.727,5
COLINA	7.551	6,6	1.972,5	7.889,8
CURACAVÍ	0,0	0,0	0,0	0,0
EL MONTE	437,1	53,8	212,0	636,1
I. DE MAIPO	2684	2684	2.684,0	2.684,0
LAMPA	25,0	25,0	25,0	25,0
MAIPÚ	2191	8,6	495,5	3.468,7
MARÍA PINTO	370,7	14,5	109,3	764,9
MELIPILLA	1.019,6	11,2	129,9	3.637,2
PAINE	24,2	21,3	22,4	67,2
PEÑAFLORES	35,0	1,5	22,8	68,4
PIRQUE	0,0	0,0	0,0	0,0
PUDAHUEL	43,5	10,7	24,6	123,1
RENCA	0,0	0,0	0,0	0,0
SAN BERNARDO	0,0	0,0	0,0	0,0
SAN PEDRO	1378	33,5	557,4	2.229,6
TALAGANTE	45,1	25	31,9	95,8
TIL TIL	7.101,5	18,5	1.234,8	29.596,7
CONCHALÍ	0,0	0,0	0,0	0,0
LA FLORIDA	0,0	0,0	0,0	0,0
LA PINTANA	0,0	0,0	0,0	0,0
LAS CONDES	19,3	19,3	19,3	19,3
LO BARNECHEA	977,3	57,3	517,3	1.034,6
PADRE HURTADO	0,0	0,0	0,0	0,0
PUENTE ALTO	10,2	10,2	10,2	10,2
QUILICURA	0,0	0,0	0,0	0,0
SAN JOSÉ DE MAIPO	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	10.003,6	1,5	552,6	76.638,5

Fuente: Comisión Nacional de Riego

c) . Resultados Aplicación Ley N°18.450 periodo 2000- 2006

Durante el periodo 2000-2006, la Región Metropolitana se ubicó en la 9ª posición entre todas las regiones del país, en cuanto a la bonificación comprometida (3,5% del total). Sólo obtuvo mayor bonificación que las regiones extremas (I, II, XI y XII). El año 2006 la situación se mantuvo, no obstante la bonificación comprometida tuvo un aumento llegando a un 4,2 % de la bonificación nacional del año. En el Cuadro 6.2.3-3 se señalan los indicadores de inversión y superficie beneficiada por provincia, pertenecientes a la Región Metropolitana.

**CUADRO 6.2.3-3
INDICADORES DE INVERSIÓN Y SUPERFICIE AÑO 2006**

Provincia	Bonificación comprometida (M\$)	Inversión Total (M\$)	Nº de proyectos	Superficie Intervenido (ha)	Superficie Tecnificada (ha)	Nº de Beneficiarios
Cordillera	5	8	1	3	3	1
Chacabuco	96	140	4	96	96	7
Maipo	46	64	4	48	48	4
Melipilla	766	1153	22	1.599	782	121
Talagante	82	119	5	81	82	7
TOTAL	995	1484	36	1.828	1.011	140

Fuente: Comisión Nacional de Riego

Se puede observar que en toda la región durante el año 2006 sólo se bonificaron 36 proyectos por un monto total de 1.484 millones de pesos, en comparación con la Región del Maule con 213 proyectos por un monto de 10.415 millones de pesos.

Además, es importante señalar que la mayor parte de los proyectos bonificados corresponde a tecnificación intrapredial, sin existir proyectos relevantes de mejoramiento extrapredial. La comuna de Melipilla recibe la mayor parte de la bonificación (29%) respecto a las demás comunas de la región, seguida de Alhue (24%) y San Pedro (19%).

d) Convenio CNR-INDAP

Se encuentra en redacción un convenio entre ambas instituciones por un monto total de \$3.400 millones. No obstante, a la fecha no existe un documento oficial que respalde las acciones a seguir.

6.2.4 SERVICIO AGRÍCOLA Y GANADERO (SAG)

El SAG cuenta con un instrumento denominado FONDOSAG, Fondo de Mejoramiento del Patrimonio Sanitario, el que está destinados a fomentar la colaboración entre los sectores público y privado, a través del co-financiamiento de iniciativas que procuren mejorar la condición de los recursos productivos agrícolas, pecuarios y forestales del país. En el Cuadro 6.4.2-1 se presentan 2 proyectos presentados a financiamiento el año 2003, que si bien es cierto no se desarrollan en la cuenca, pueden ser de utilidad para la formulación o posterior actualización del Plan Director.

**CUADRO 6.2.4-1
PROYECTOS FONDOSAG**

NOMBRE DEL PROYECTO	AGENTE RESPONSABLE DEL PROYECTO	DURACIÓN
AÑO 2003		
Desarrollo de un modelo para el uso de bioindicadores y bioensayos como medida de la condición biológica de un cuerpo de agua	Centro Nacional del Medio Ambiente (CENMA)	4 años
Establecimiento de biofiltros para reducir la contaminación difusa de las aguas de uso agrícola en las regiones VI y VII	Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)	4 años

Fuente: Elaboración Propia en base a Información FONDOSAG

En el presente año se está realizando una nueva convocatoria de postulación a este fondo. El tema que se considera en el llamado a concurso y que presenta relación con el presente instrumento, es el Área Manejo Sustentable de los Recursos Naturales y Fomento de Prácticas Agropecuarias de Producción Limpia.

6.2.5 DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS

La DOH se encuentra desarrollando el Estudio “Programa de Modernización de Sistemas de Riego Existentes – 1ª Fase” (PROMOSIR), cuyo objetivo es el diseño conceptual de un Sistema de Gestión Administrativo-Legal y Financiero concursable, para la inversión en infraestructura de riego, que incluya entre otros aspectos, un modelo de priorización basado en aquellos desarrollados por la DOH.

En el marco de este estudio se propondrán modificaciones a la Ley 1.123 y su reglamento, para favorecer la gestión de proyecto de mejoramiento y reparación de obras existentes.

Es importante mencionar que el año 2006 EL Consejo de Ministros de la CNR aprobó el Programa Nacional de Riego, que contempla la ejecución de tres programas de acuerdo a la magnitud de las obras, que se clasifican en Grandes Obras, que consideran embalses y sistemas de riego de gran envergadura; Obras Medianas, para la que se acordó reactualizar el Programa de Construcción y Rehabilitación de Obras Medianas de Riego y Drenaje (PROM); y Obras Menores de Riego, en la que se mantiene aquellas derivadas de la aplicación de la Ley de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje (Ley 18.450).

En este sentido, el PROMOSIR se vislumbra como un complemento al PROM que asesorará la Mesa de Coordinación Interinstitucional (MCI). Esta fue creada por el Consejo de Ministros de la CNR en el año 2002, está integrada por los Directores Nacionales de la DGA, DOH, INDAP, SAG, Planeamiento del MOP y el Secretario Ejecutivo de la CNR. Su finalidad esencial es la de coordinar los programas y actividades desarrolladas por las instituciones que están representadas en la misma y asesorar al Consejo de Ministros de la CNR en todas las materias que éste le encomendare. La secretaría de la MCI la lleva la CNR y cuenta con un Reglamento Interno que norma su funcionamiento y desde su creación ha celebrado 86 sesiones y adoptado 147 acuerdos.

Entre los trabajos más importantes desarrollados por la MCI, está la elaboración y posterior validación de la “Política Nacional de Riego y Drenaje” y el análisis de los proyectos de la totalidad de las grandes obras de riego planteados a partir del año 2002.

6.2.6 COMISIÓN NACIONAL DEL MEDIOAMBIENTE

Los Instrumentos de Gestión Ambiental establecidos en la Ley 19.300, Bases Generales del Medio Ambiente, son:

- La Educación y la Investigación;
- El Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental;
- La Participación de la Comunidad en el Procedimiento;
- Las Normas de Calidad Ambiental y de la Preservación de la Naturaleza y Conservación del Patrimonio Ambiental;
- Las Normas de Emisión;
- Los Planes de Manejo, Prevención o Descontaminación; y
- El Procedimiento de Reclamo;

Como un instrumento aparte, la ley también contempla el Fondo de Protección Ambiental. Además, por encargo Presidencial, la CONAMA está trabajando en elaborar y llevar adelante la política de gestión integrada de Recursos Hídricos a nivel de Cuencas en el País.

A partir de estos instrumentos se pueden identificar las iniciativas relevantes de la CONAMA, relativas al Plan Director del río Maipo.

6.2.6.1 Instrumentos de Gestión Ambiental

a) Proyecto Mapocho Urbano Limpio

El día 5 de Junio de 2007, la Comisión Regional del Medio Ambiente de la Región Metropolitana (COREMA) aprobó por unanimidad el proyecto de Aguas Andinas "Mapocho Urbano Limpio" (MUL), que pretende descontaminar el cauce urbano del río Mapocho.

El proyecto, que ingresó como un Estudio de Impacto Ambiental en Junio de 2006, consiste en interceptar 21 descargas de aguas servidas que en la actualidad se vierten sin tratamiento alguno al río Mapocho en su paso por Santiago, mediante la instalación de un colector de 28,5 km.

Para alcanzar dicho objetivo la empresa sanitaria invertirá 64 millones de dólares en construcción y 50 mil dólares en operación anual, además contemplan que unas mil 400 personas realizarán la mano de obra en la fase de construcción.

La obra que tendrá una vida útil de 50 años, comienza su trazado en la comuna de Las Condes y finaliza en Maipú, pasando por las comunas de Providencia, Santiago, Independencia, Renca, Quinta Normal y Cerro Navia.

b) Plan de Acción de País para la Implementación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad 2004-2015

Dentro de las políticas medioambientales nacionales, la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica es un tema de alta relevancia, ya que el crecimiento y la estabilidad económica que ha experimentado el país tiene su base en el uso de sus recursos naturales, particularmente los mineros, pesqueros, forestales, acuícolas y agrícolas. De esta manera, la gestión ambiental se enmarca en una agenda que reconoce la existencia de problemas que necesitan una atención adecuada por parte del Estado y de la sociedad en su conjunto.

El Plan de Acción es básicamente una ruta de navegación, que permite avanzar en la conservación y uso sostenible de la diversidad biológica. Este Plan se basa en los

lineamientos que entrega la Estrategia Nacional de Biodiversidad (ENB), ya aprobada por el Consejo de Ministros de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) en Diciembre de 2003, así como el marco institucional y regulatorio vigente.

Como país inmerso en el contexto mundial y a partir de la entrada en vigencia de un número significativo de tratados de libre comercio y tratados ambientales internacionales, que abordan la protección de la diversidad biológica directa o indirectamente, los desafíos por avanzar en la conservación y uso eficiente y racional del patrimonio natural se acentúan aún más, especialmente en las capacidades para promover el manejo y la protección de los recursos biológicos.

c) Estrategia para la Conservación de la Biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago

La Estrategia para la conservación de la Biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago, es fundamental para la conservación futura y uso sostenible de la diversidad de la flora y fauna con que cuenta la Región Metropolitana y nace del Convenio Internacional sobre la Diversidad Biológica, ratificado por Chile en 1994; la Agenda Ambiental del Gobierno 2002-2006, que establece la implementación de una estrategia y un plan nacional de acción para la conservación de la biodiversidad; y la Estrategia Nacional de Conservación de la Biodiversidad, aprobada por el Consejo de Ministros de CONAMA en diciembre de 2003. La Estrategia regional establece un Marco oficial para la conservación de 23 sitios prioritarios, que en total suman 1.076.149 ha con un rico patrimonio natural para proteger. Estos sitios prioritarios son:

- Cordón de Cantillana
- El Roble
- Altos del Río Maipo
- El Morado
- Río Olivares, Río Colorado, Tupungato
- Humedal de Batuco
- Contrafuerte Cordillerano
- Cuenca Estero El Yali
- Río Clarillo
- Zona Alto Andina
- Corredor Limítrofe Sur (Angostura)
- Chacabuco-Peldehue
- Fundo Huechún
- Altos de la Cuenca del Mapocho
- Colina-Lo Barnechea
- Mallarauco

- San Pedro Nororiental
- Cerro Lonquén
- Cerro Águilas
- Cerros Limítrofes Melipilla-San Antonio
- Las Lomas-Cerro Pelucón
- Cerros Altos de Jahuel-Huelquén
- Cerro Chena

La estrategia se divide en tres grandes capítulos: Antecedentes Generales (donde se entregan las características generales de la Región, la Institucionalidad ambiental, el marco regulatorio y las Bases de la Estrategia); Diagnóstico de la Biodiversidad de la Región Metropolitana de Santiago (Incluye la diversidad de Ecosistemas, la diversidad de las especies, la diversidad de los genes, los sitios prioritarios y las amenazas); y la Estrategia para la conservación de la Biodiversidad en la Región Metropolitana de Santiago (contempla los Principios y objetivos, las líneas estratégicas y las orientaciones para la acción, entre estas, la Sustentabilidad de Políticas y prácticas productivas, la Investigación y Tecnología, la Educación y el Financiamiento).

d) Conservación de la Biodiversidad en los Altos de Cantillana, Chile

Altos de Cantillana, es un sector boscoso de 180 mil ha ubicado a 20 minutos de Santiago, que está clasificado como un “hot spot” de la biodiversidad del mundo y como un centro mundial de diversidad de la flora. Además, es uno de los pulmones verdes de la Región Metropolitana, provee de agua al valle en la temporada de verano y coopera en la ventilación de la cuenca.

La constitución del área en reserva natural permitirá proteger a algunas especies únicas en el planeta, como el roble de Santiago, la avellanita - un arbusto en peligro de extinción- y varios lagartos como la iguana chilena, entre otros. Para ello, se desarrollarán programas de investigación sobre la conservación de especies.

Mediante este proyecto se desarrollará un modelo de gestión para el área, que incluye la realización de planes de manejo y la incorporación de actividades sustentables, tales como ecoturismo, energías alternativas y reciclaje de desechos, destinadas a reducir la degradación y aumentar la conservación en terrenos privados.

También se hará un programa de educación ambiental para sensibilizar sobre el valor ecológico del área y sus propiedades a la población local y aledaña, a los visitantes y a los funcionarios de gobiernos locales y municipales.

e) Plan de Acción Humedal Batuco

El Humedal de Batuco es uno de los 23 sitios prioritarios establecidos por la Estrategia Regional para la conservación de la biodiversidad y está ubicado en el sector norponiente de la región en una extensión de 14.788 ha que incluye las comunas de Lampa, Tiltil y Quilicura. Se caracteriza por tener el humedal natural más importante de la Región Metropolitana y por poseer una alta concentración de avifauna acuática residente y migratoria.

Entre los ejes temáticos de este Plan de Acción se encuentran:

- **Componentes de la Diversidad Biológica:** Se establece que a partir de un diagnóstico de los componentes ambientales y la elaboración de un catastro de actividades económicas se genere un Plan de Manejo Ambiental del Humedal, se realicen gestiones destinadas a lograr un manejo sanitario del sitio y se declare como cuerpo lacustre a la Laguna de Batuco. Además, este Plan de Acción contempla la elaboración de un informe de factibilidad técnica para declarar el sitio como RAMSAR, un Centro de Interés Turístico y como Santuario de la Naturaleza
- **Sustentabilidad de Políticas y Prácticas Productivas:** Se ha evaluado el impacto ambiental existente y se ha examinado el uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica
- **Investigación y Tecnología:** se pretende identificar líneas de investigación de los componentes ecosistémicos particulares del humedal y fomentar la investigación de proyectos según los lineamientos identificados
- **Educación y el Financiamiento:** Se gestionarán medidas adicionales a través de fondos nacionales y/o internacionales

f) Plan de Acción Santiago Andino

El Plan de Acción para los sitios prioritarios "Altos del Río Maipo", "El Morado", el "Río Olivares, Río Colorado y Tupungato", y el "Sector Alto Andino" se ha elaborado como un solo Plan denominado "Plan de Acción Santiago Andino", el cual recoge principalmente dos iniciativas que actualmente están en curso:

- Proyecto Santiago Andino
- Trabajo Intersectorial en torno a la Zona de Interés Turístico (ZOIT) San José de Maipo

El objetivo principal del plan de acción es el fortalecimiento de la gestión integral de la biodiversidad en la zona. En particular se debe considerar el apoyo político, la coordinación interinstitucional e intersectorial, así como la participación de la comunidad.

Adicionalmente, el plan de acción apunta a la conservación y preferentemente la restauración de los componentes de la diversidad biológica en su estado natural. Otro aspecto es evaluar el impacto ambiental y preferentemente reducirlo o eliminarlo.

6.2.6.2 Fondo de Protección Ambiental (FPA)

El FPA tiene como objetivo financiar total o parcialmente proyectos o actividades orientados a la protección o reparación del medio ambiente, la preservación de la naturaleza o la conservación del patrimonio ambiental.

Aquellos proyectos ejecutados a través del el FPA, en relación con el Plan Director de la Cuenca del río Maipo, son:

- Reutilización de aguas servidas del colegio Poeta Pablo Neruda, comuna de Lo Prado.
- Cuidando Nuestro Mayor Tesoro, El Agua, comuna de Til Til.

Actualmente se encuentra en ejecución el proyecto “Tres Importantes Iniciativas para la Conservación de la Biodiversidad del Sitio Prioritario Humedal de Batuco”, cuyo organismo ejecutor es O.C.F. El Totoral de Batuco. También participan, como organismos asociados, la Municipalidad de Lampa, la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile, AVESCHILE (ex UNORCH), la Red Ambiental de la Universidad de Chile (RAUCH) y la Fundación Casa de la Paz.

Dentro de los principales objetivos del proyecto se encuentra valorizar y conservar los recursos naturales del área de influencia del Humedal de Batuco. Para el logro de esto se realizan variadas actividades, entre ellas, se encuentra en desarrollo la implementación de una red de monitoreo de recursos hídricos, la que considera estaciones en las distintas partes de la Laguna de Batuco, en sus afluentes y efluentes principales y en pozos y norias ubicados en su contorno. Cabe destacar que en el trabajo de diseño de la red de monitoreo se plantea que se deberán encontrar métodos estadísticos adecuados para analizar la información obtenida de la red, lo que no se podrá hacer con menos de 5 años de datos¹.

¹ COX. 2007. Metodología de Diseño de una Red de Monitoreo de Recursos Hídricos para Humedales: Aplicación en la Laguna de Batuco.

6.3 PROYECTOS, PROGRAMAS Y ACCIONES IDENTIFICADAS CUENCA RÍO MAIPO

Se ha seguido la misma estructura de agrupación del estudio de la Ref. 1, es decir, se ordenaron los proyectos, acciones y programas de acuerdo al subsector económico a que pertenece, de manera similar a la diferenciación adoptada MIDEPLAN en el Banco Integrado de Proyectos.

En el Cuadro 6.3-1 se resume la identificación del tipo de proyectos por cada subsector económico. Posteriormente, en el Cuadro 6.3-2 se muestra un listado con los proyectos y un código identificador. En este cuadro también se indica el origen del proyecto (B por proviene del estudio bases o 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.

A continuación se resume la información contenida en el estudio de la Ref. 1 y aquella que se actualizó. Esta última se diferencia de la original de manera de hacer notar la diferencia entre una y otra fuente de información. Posteriormente, se presenta en el Anexo 6-1 el detalle de los proyectos en forma de fichas con información detallada.

CUADRO 6.3-1
PROYECTOS EN LA CUENCA DEL MAIPO

Subsector	Código	Tipo de Proyecto	Situación		
			Bases	Nuevos	Total
Riego	RI	- Obras de Riego: tranques, embalses, canales, bocatomas, sistemas de regadío, tecnificación	3	3	6
Agua Potable	AP	- Agua Potable Rural (APR) - Redes de Distribución - Fuentes de Abastecimiento	9	12	21
Empresas Sanitarias	ES	- Planes de Desarrollo	-	7	7
Energía	EN	- Centrales Hidroeléctricas	3	2	5
Alcantarillado Aguas Servidas	AS	- Aguas Servidas - Alcantarillado - Plantas de Tratamiento	2	7	9
Alcantarillado Aguas Lluvia	AL	- Aguas Lluvias - Colectores	3	9	12
Industrial y Minero	IN	- Tratamiento de aguas servidas - Instalación/Ampliación I	-	-	-
Desarrollo Urbano	DU	- Planes Regionales Desarrollo Urbano - Planes Reguladores Comunes e Intercomunales	-	-	-
Recursos Hídricos	RH	- Gestión Recursos Hídricos	2	-	2
Defensas Fluviales, Marítimas y Cauces Artificiales	DF	- Obras de Defensas Fluviales y Marítimas - Construcción Abovedamiento de Canales - Plan de Manejo de Cauces	15	21	36
Paisajístico, Turismo y Recreacional	TU	- Planes de Desarrollo Turístico	3	-	3
Manejo Bosque Nativo	BO	- Manejo Bosque y cuenca asociada	1	-	1
Total			41	61	102

Fuente: Modificado de Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)

CUADRO 6.3-2
CÓDIGO PROYECTOS EN LA CUENCA DEL MAIPO

CÓDIGO PROYECTO	ORIGEN	TIPO	NOMBRE
Sub-sector Riego			
RI-01	B	E	Mejoramiento de Riego en el Valle de Puangue, Comuna de Curacaví
RI-02	B	E	Conservación y Reparación de Obras de Riego Fiscal en la Región Metropolitana
RI-03	B	E	Mejoramiento Sistema de Riego Localidades Chada – Culitrín
RI-04	N	E	Diagnóstico e Identificación Proyectos de Riego en Provincia de Chacabuco
RI-05	N	NE	Diagnóstico Obras de Regulación en la Cuenca del Maipo
RI-06	N	NE	Identificación de Alternativas de Riego y Mejoramiento de los Sistemas Existentes
Sub-sector Agua Potable			
AP-01	B	E	Instalación Servicio de Agua Potable Rural de Quilapilún
AP-02	B	E	Rehabilitación Servicio de Agua Potable Rural de Chiñihue
AP-03	B	E	Rehabilitación Servicio de Agua Potable de La Viluma
AP-04	B	E	Instalación Servicio de Agua Potable Rural Las Lomas de Culiprán
AP-05	B	E	Sistema Agua de Potable Rural Sector El Curato
AP-06	B	E	Rehabilitación Servicio de Agua Potable Rural de Ranguel Los Hornos
AP-07	B	E	Rehabilitación Servicio de Agua Potable Rural El Melocotón
AP-08	B	E	Rehabilitación Servicio de Agua Potable Rural de Lo Ovalle
AP-09	B	E	Mejoramiento Servicio de Agua Potable Rural Huechún
AP-10	N	E	Construcción Planta de Agua Potable Portal Bicentenario
AP-11	N	E	Mejoramiento Servicio de Agua Potable Rural Santa Marta Las Turbinas
AP-12	N	E	Instalación de Servicio Agua Potable Rural La Red
AP-13	N	E	Mejoramiento de Servicio Agua Potable Rural Santa Elisa
AP-14	N	E	Mejoramiento de Servicio Agua Potable Rural Gacitúa
AP-15	N	E	Mejoramiento de Servicio Agua Potable Rural Noviciado – Peralito
AP-16	N	E	Instalación de Servicio Agua Potable Rural Santa Elena
AP-17	N	E	Instalación de Servicio Agua Potable Rural Chorrillos
AP-18	N	E	Instalación de Servicio Agua Potable Rural El Badén
AP-19	N	E	Instalación de Servicio Agua Potable Rural El Taco
AP-20	N	E	Instalación de Servicio Agua Potable Rural Lipangue

CUADRO 6.3-2
CÓDIGO PROYECTOS EN LA CUENCA DEL MAIPO
(Continuación)

CÓDIGO PROYECTO	ORIGEN	TIPO	NOMBRE
AP-21	N	E	Instalación de Servicio Agua Potable Rural El Volcán
Sub-sector Empresas Sanitarias			
ES-01	N	E	Plan de Desarrollo Aguas Andinas
ES-02	N	E	Plan de Desarrollo Aguas Cordillera
ES-03	N	E	Plan de Desarrollo Aguas Los Dominicos
ES-04	N	E	Plan de Desarrollo Manquehue
ES-05	N	E	Plan de Desarrollo Aguas Santiago Poniente
ES-06	N	E	Plan de Desarrollo SMAPA
ES-07	N	E	Plan de Desarrollo Servicomunal
Sub-sector Energía			
EN-01	B	E	Sistema Maipo Alto, Central Hidroeléctrica Alfalfal II y Las Lajas
EN-02	B	E	Central Hidroeléctrica Chacritas
EN-03	B	NE	Estimación del Potencial Hidroeléctrico Asociado a Obras de Riego Existentes o en Proyecto
EN-04	N	E	Central Melocotón
EN-05	N	E	Central Cabimbao
Sub-sector Alcantarillado: Aguas Servidas			
AS-01	B	E	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Til Til
AS-02	B	E	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Los Nogales – Mapocho Urbano Limpio
AS-03	N	E	Construcción Saneamiento Básico sector Aguas Claras – Peñaflores
AS-04	N	E	Construcción Macro Infraestructura Sanitaria Portal Bicentenario I Etapa
AS-05	N	E	Mejoramiento Sistema Alcantarillado Pob. Gacitua, I. de Maipo.
AS-06	N	E	Diagnóstico Calidad de Servicio, Recolección de Aguas Servidas
AS-07	N	E	Instalación Alcantarillado Diversas Calles Laterales Paine Centro
AS-08	N	E	Construcción Red de Alcantarillado Pob. San Ramón Comuna Pirque
AS-09	N	E	Ampliación Red de Alcantarillado de Localidad de Til-Til.
Sub-sector Alcantarillado: Aguas Lluvias			
AL-01	B	E	Construcción Colector José Joaquín Pérez
AL-02	B	E	Construcción Colector Receptor de Aguas Lluvias La Hondonada
AL-03	B	E	Mejoramiento Canal La Punta y Construcción Colector Nueva Infante
AL-04	N	E	Mejoramiento del Cauce del Estero las Cruces

CUADRO 6.3-2
CÓDIGO PROYECTOS EN LA CUENCA DEL MAIPO
(Continuación)

CÓDIGO PROYECTO	ORIGEN	TIPO	NOMBRE
AL-05	N	E	Construcción sistema de Evacuación de Aguas Lluvias Área Urbana
AL-06	N	E	Construcción de Sumideros de Aguas Lluvias, San Miguel
AL-07	N	E	Construcción Entubamiento Canal Desagüe Villa Esperanza
AL-08	N	E	Construcción canal Evacuador Vicuña Mackenna
AL-09	N	E	Construcción Colector lo Ovalle
AL-10	N	E	Construcción Colectores Aguas Lluvias Santa Anita y Villa los Lagos
AL-11	N	E	Construcción Colector de Aguas Lluvias Laguna Sur
AL-12	N	E	Conservación y Operación Sistemas de Aguas Lluvias RM
Sub-sector Recursos Hídricos			
RH-01	B	NE	Plan de Mejoramiento de la Coordinación entre Instituciones Públicas
RH-02	B	NE	Campaña de Difusión para el Uso Sustentable de los Cauces
Sub-sector Recursos Defensas Fluviales			
DF-01	B	E	Construcción Obras Fluviales Río Mapocho Sector Rural Región Metropolitana.
DF-02	B	E	Construcción Obras Quebrada de Macul: Mejoramiento Pozas de Decantación y Construcción de Obras de Retención en la Hondonada
DF-03	B	E	Construcción de Obras Manejo Cauces Cuenca Río Mapocho Sector Oriente.
DF-04	B	NE	Diagnóstico Plan Maestro Río Maipo y sus Afluentes Región Metropolitana
DF-05	B	NE	Levantamiento Aerofotogramétrico y Topografía del Río Maipo
DF-06	B	NE	Análisis del Beneficio y Priorización de Proyectos de Defensas Fluviales
DF-07	B	NE	Plan de Regulación del Uso del Cauce y del Suelo Adyacente
DF-08	B	NE	Plan de Ordenamiento de Extracción de Áridos
DF-09	B	NE	Programa de Inspección Rutinaria del Cauce y sus Obras
DF-10	B	E	Defensas Fluviales en el Estero Til Til – Km 25
DF-11	B	E	Defensas Fluviales en el Estero Til Til – Km 23
DF-12	B	E	Perfilamiento del Cauce en el Estero Polpaico – Km 5
DF-13	B	E	Perfilamiento del Cauce en el Estero Polpaico – Km 3
DF-14	B	E	Perfilamiento del Cauce en el estero Lampa – Km 30
DF-15	B	E	Perfilamiento del Cauce en el estero Lampa – Km 28
DF-16	N	E	Perfilamiento del Cauce en el estero Colina – Km 23,9

CUADRO 6.3-2
CÓDIGO PROYECTOS EN LA CUENCA DEL MAIPO
(Continuación)

CÓDIGO PROYECTO	ORIGEN	TIPO	NOMBRE
DF-17	N	E	Defensas Fluviales en el estero Colina – Km 16,2 a 16,5
DF-18	N	E	Canalización del estero Colina Km 6,0 a 9,6
DF-19	N	E	Conservación Defensas Fluviales Río Maipo, Sector Monte Las Mercedes, Comuna Isla de Maipo
DF-20	N	E	Conservación Defensas Fluviales Río Maipo, Sector Puntilla de Lonquén , Comuna Isla de Maipo
DF-21	N	E	Conservación Defensas Fluviales Río Maipo, Sector Aguas Abajo La Foresta, Comuna Melipilla
DF-22	N	E	Conservación Defensas Fluviales Río Colina, Sector Esmeralda – Pte. San Luis, Comuna Colina
DF-23	N	E	Conservación Defensas Fluviales Estero Lampa, Aguas Arriba Badén El Lucero, Comuna de Lampa
DF-24	N	E	Conservación Defensas Fluviales Río Colina, Sector Aguas Abajo Pte. San Luis , Comuna Colina
DF-25	N	E	Conservación de Defensas Fluviales, en Río Clarillo, Sector El Principal, Comuna de Pirque
DF-26	N	E	Conservación Defensas Fluviales Río Angostura, Sector Las Mulas, Comuna de Paine
DF-27	N	E	Conservación Defensas Fluviales Río Angostura, Sector Localidad de Champa, Comuna de Paine
DF-28	N	E	Conservación Defensas Fluviales Estero Til Til y Otros Cauces, Sector El Ventarrón, El Atajo , El Asiento , Comuna de Til Til
DF-29	N	E	Conservación Defensas Fluviales Río Mapocho, Sector Cerro La Virgen – Pte. Pelvin, Comuna de Peñaflor
DF-30	N	E	Conservación Defensas Fluviales Río Mapocho, Sector Aguas Abajo Pte. Rinconada de Maipú, Comuna de Maipú
DF-31	N	E	Conservación Defensas Fluviales Estero Lampa, Aguas Abajo Badén El Lucero, Comuna de Lampa
DF-32	N	E	Conservación Defensas Fluviales Río Mapocho, Sector El Trapiche, Comuna de Peñaflor
DF-33	N	E	Conservación Defensas Fluviales Estero Lampa, Sector Lo Vargas, Comuna de Lampa
DF-34	N	E	Conservación Defensas Fluviales Río Angostura, Sector Hospital, Comuna de Paine
DF-35	N	E	Conservación Defensas Fluviales Río Mapocho, Sector Pte. Rinconada de Maipú, Comuna de Maipú
DF-36	N	E	Conservación Defensas Fluviales Río Mapocho, Sector El Guanaco, Comuna de Peñaflor
Sub-sector Turístico			
TU-01	B	E	Mapocho Navegable
TU-02	B	NE	Plan de Desarrollo Turístico y Recreacional entorno a los Cauces

CUADRO 6.3-2
CÓDIGO PROYECTOS EN LA CUENCA DEL MAIPO
(Continuación)

CÓDIGO PROYECTO	ORIGEN	TIPO	NOMBRE
TU-03	B	NE	Plan de Aprovechamiento Turístico y Desarrollo Ecológico de Zonas Frecuentemente Inundables
Sub-sector Bosque Nativo			
BO-01	B	NE	Plan de Desarrollo de Forestal en Zonas Ribereñas

B: Bases

N: Nuevo

E: Estructural

NE: No-Estructural

Fuente: Elaboración Propia

En los Cuadros 6.3.1-1 y siguientes, la fuente de información es la siguiente:

- Conic-Bf-DGA, 2007 (Ref. 1)
- MIDEPLA: Banco Integrado de Proyectos
- DOH Región Metropolitana: APR y Defensas Fluviales

6.3.1 SUBSECTOR RIEGO

Se incluyen en esta parte del estudio los siguientes proyectos y acciones para el mejoramiento de los sistemas de riego actual (Estudios sobre sistemas de regadío, Obras de regadío y Tecnificación de riego) y aquellos permiten incrementar la superficie regada de la cuenca, tales como las obras de almacenamiento para riego: tranques y embalses cuya finalidad sea el riego agrícola. En el Cuadro 6.3.1-1 se resume esta información para el subsector riego.

6.3.2 SUBSECTOR AGUA POTABLE

Este subsector incluye toda aquella asignación de recursos tendiente a mejorar la cobertura o calidad de agua potable, abarcando desde la captación hasta la distribución, tales como: Infraestructura en obras de captación, plantas de tratamiento, redes de redistribución y los estudios de fuentes de abastecimiento de agua potable. En particular, se incluyen los de proyectos de Agua Potable Rural (APR) que se enmarcan en el “Plan de Desarrollo de Agua Potable Rural en la Región Metropolitana para el período 2006 a 2011”, dependiente de la Dirección de Obras Hidráulicas. En el Cuadro 6.3.2-1 se presentan los proyectos para el subsector Agua Potable.

6.3.3 SUBSECTOR EMPRESAS SANITARIAS

En este subsector se incluyen los elementos principales de los Planes de Desarrollo que son aprobados por la SISS, y principalmente se refieren a mejoramientos de los sistemas de producción, redes de distribución de agua potable, y recolección y tratamiento de aguas servidas. En el Cuadro 6.3.3-1 se presentan los proyectos para el subsector.

6.3.4 SUBSECTOR ENERGÍA

Se incluyen las acciones tendientes a la generación hidroeléctrica con recursos hídricos de la cuenca. Cabe destacar que la mayoría de las iniciativas en este sentido están a cargo de privados. Los proyectos existentes en general corresponden a grandes generadoras. Actualmente se encuentra desarrollándose un fuerte impulso hacia las Energías Renovables No Convencionales (ERNC), dentro de las cuales caben las pequeñas centrales hidroeléctricas de hasta 20 MW de potencia instalada. Entre otros proyectos, se presenta un estudio conjunto entre la CNE y la CNR en el que se estudia el potencial de generación hidroeléctrica de las obras de regadío existentes. En la Cuadro 6.3.4-1 se presentan los proyectos, acciones y programas que se manejan en la cuenca para este tipo de proyectos.

6.3.5 SUBSECTOR ALCANTARILLADO AGUAS SERVIDAS

Este subsector incluye las acciones destinadas a mejorar la cobertura o calidad del alcantarillado de la población, tales como: Infraestructura en redes, conexiones domiciliarias, Infraestructura para disposición final de aguas servidas: plantas de tratamiento, emisarios y estudios de cobertura de alcantarillado.

En este ámbito cabe distinguir dos aspectos: la cobertura de alcantarillado de aguas servidas que le corresponden a las empresas de servicios sanitarios.

En el Cuadro 6.3.5-1 se presentan los proyectos que manejan en carpeta empresas e instituciones presentes en la cuenca, para el subsector alcantarillado.

6.3.6 SUBSECTOR ALCANTARILLADO AGUAS LLUVIAS

Este subsector incluye las acciones destinadas a mejorar la cobertura del sistema de captación de aguas lluvias que desarrolla la Dirección de obras Hidráulicas y que corresponden a redes primarias definidas en los Planes Maestros de Aguas Lluvias. En el Cuadro 6.3.6-1 se presentan los proyectos que manejan en carpeta empresas e instituciones presentes en la cuenca, para el subsector alcantarillado.

6.3.7 SUBSECTOR INDUSTRIAL Y MINERO

En el caso del subsector Industrial y Minero, de los proyectos industriales detectados en el SEIA de CONAMA, la mayoría corresponden a instalación de plantas de tratamiento de RILES propios de industrias existentes, antes de descargarlos al alcantarillado o cauce receptor, con el fin de cumplir la normativa vigente DS 90/2000.

En el subsector Minería solo se detecta el proyecto; de la futura ampliación de la mina Los Bronces, donde los nuevos recursos hídricos a captar provendrán de recirculaciones y de la cuenca del río Aconcagua.

6.3.8 SUBSECTOR DESARROLLO URBANO

Se incluye en este análisis los relacionados con la formulación de instrumentos normativos y de política que regulan el funcionamiento de los sistemas comunales, intercomunales y regionales, y las inversiones en áreas urbanas que tienen relación con el desarrollo de las ciudades y que permitan mejorar la calidad de vida de la comunidad, tales como: Planes regionales de desarrollo urbano, Planes reguladores comunales e intercomunales, Estudios urbanísticos y Parques comunales e inter comunales.

6.3.9 SUBSECTOR RECURSOS HÍDRICOS

En este subsector se incluyen las acciones a investigar, cuantificar, planificar y optimizar el uso del agua; y aquellos tendientes a regularizar y mejorar el comportamiento tales como: Estudios de hidrología, glaciología, pluviometría, Obras de embalses y canales de multiuso. Se incluyen en este subsector sólo si no es posible identificar un uso principal, caso en que debería ir en el sector específico y Planes No Estructurales orientados a la conservación de los recursos hídricos.

En el Cuadro 6.3.9-1 se presentan los proyectos, que manejan en carpeta las distintas instituciones presentes en la cuenca, para el subsector Recursos Hídricos.

6.3.10 SUBSECTOR DEFENSAS FLUVIALES, MARÍTIMAS Y CAUCES ARTIFICIALES

En este subsector se incluyen estudios, programas y proyectos relacionados con cauces naturales y artificiales, tales como: Obras de defensas fluviales y marítimas, Construcción, abovedamiento, revestimiento de canales y Encauzamiento y limpieza de cauces. Respecto a las defensas fluviales, gran parte de los proyectos

identificados corresponde a mejoramiento de cauces naturales y artificiales, algunos de los cuales se relacionan con aguas lluvias, donde se definen obras de defensas fluviales para evitar erosión y desbordes. Además existe una serie de proyectos que desarrollan las municipalidades con el fin de solucionar problemas puntuales, cuya influencia es localizada.

En el Cuadro 6.3.10-1 se presentan los proyectos que manejan en carpeta las distintas instituciones presentes en la cuenca, para el subsector Defensas Fluviales, Marítimas y Cauces Artificiales.

6.3.11 SUBSECTOR PAISAJÍSTICO, TURISMO Y RECREACIONAL

En este subsector se incluyen estudios, programas y proyectos relacionados con actividades que dicen relación con el mejoramiento paisajístico, desarrollo turístico y uso recreacional de los cauces naturales y artificiales.

En los estudios de los Planes Maestro de Manejo de Cauces Naturales se identifican algunas medidas no estructurales respecto a este tema. Los otros de menor envergadura corresponden a iniciativas privadas, salvo uno que dice relación con un proyecto de recuperación del río Mapocho de hacerlo navegable.

Posteriormente, en el Cuadro 6.3.11-1 se presenta un resumen con los proyectos del subsector paisajístico, turismo y recreacional.

6.3.12 SUBSECTOR MANEJO BOSQUE NATIVO

En este subsector se incluyen estudios, programas y proyectos relacionados con actividades que dicen relación con el uso y manejo del bosque nativo y su cuenca asociada. En el Cuadro 6.3.12-1 se presenta un resumen con los proyectos del subsector paisajístico, turismo y recreacional.

CUADRO 6.3.1-1
SÍNTESIS CARTERA DE ACCIONES Y PROYECTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
SUBSECTOR RIEGO

Nombre Proyecto	Ubicación y/o Área de Influencia	Situación Proyecto	Fuentes de Información	Institución Responsable	Descripción del Proyecto	Situación Legal	Situación Ambiental	Indicadores Económicos		
								Costo	VAN	TIR (%)
								(Millones \$)		
PROYECTOS INCLUIDOS EN EL ESTUDIO BASES										
RI-01: Mejoramiento de Riego en el Valle de Puangue, Comuna de Curacaví	Primera sección del Estero Puangue	Etapa Estudio Pre-Factibilidad terminado	D.O.H. MIDEPLAN	D.O.H.	El proyecto consiste en incrementar la superficie y seguridad de riego del área a estudiar, identificando el mejor lugar para el emplazamiento de un embalse de regulación, su capacidad, tipo de muro de presa, etc., así como también sus obras anexas.	CDA	NC	6.800 Privado 6.000 Social	21.400 Privado 28.500 Social	16 Priv. 18 Social
RI-02: Conservación y Reparación de Obras de Riego Fiscal en la Región Metropolitana	RM	Aprobado para su Ejecución	MIDEPLAN	D.O.H.	Trabajos de supervisión de la operación de la infraestructura del sistema de regadío del embalse rungue.	Aclarar traspaso de obras de la D.O.H. a Asoc. Regantes	SEIA	P 243,2	ND	ND
RI-03: Mejoramiento Sistema de Riego Localidades Chada – Culitrín	Comuna de Paine	Estudio Factibilidad	D.O.H. MIDEPLAN	D.O.H.	El estudio deberá analizar la situación actual de riego en la zona interés y deberá definir diferentes alternativas de mejoramiento de obras y su priorización. Para lo cual se desarrollará los diseños preliminares de las obras a considerar, los presupuestos estimativos de dichas obras y la revisión de los antecedentes ambientales y legales correspondientes.	CDA	NC	E252,9	ND	ND
PROYECTOS NUEVOS O MODIFICADOS										
RI-04: Diagnóstico e Identificación Proyectos de Riego en Prov. Chacabuco	Provincia de Chacabuco	Estudio	MIDEPLAN	DOH Metropolitana	Identificar proyectos de infraestructura de riego (nuevos y de mejoramiento) en la provincia de Chacabuco, que permitan mejorar la productividad agropecuaria de la zona. El proyecto concuerda con las estrategias de desarrollo regional y provincial por cuanto potencia el desarrollo económico a través del mejoramiento de la infraestructura de riego.	NC	NC	E 252,9	NC	NC

E: Costo Estudio

NC: No Compete

ND: Antecedente No Disponible.

P: Costo Proyecto

CDA: Con relación a los derechos de aguas, se cuenta con los derechos de agua necesarios para su materialización.

SDA: Con relación a los derechos de aguas, se han solicitado los derechos de agua necesarios para su materialización.

P+E: Costo Proyecto y Estudio Combinado

SEIA: Debe someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental.

RE: Requiere expropiaciones.

SPC: Debe solicitar permisos correspondientes a organismos públicos.

PRC: Debe ser sometido a aprobación del Consejo Municipal correspondiente.

Proyectos Evaluado con moneda de Abril 2007

1 US\$ = 532,3 \$

CUADRO 6.3.1-1
SÍNTESIS CARTERA DE ACCIONES Y PROYECTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
SUBSECTOR RIEGO
(Continuación)

Nombre Proyecto	Ubicación y/o Área de Influencia	Situación Proyecto	Fuentes de Información	Institución Responsable	Descripción del Proyecto	Situación Legal	Situación Ambiental	Indicadores Económicos		
								Costo	VAN	TIR (%)
								(Millones \$)		
PROYECTOS NUEVOS O MODIFICADOS										
RI-05: Diagnóstico de Obras de Regulación en la Cuenca del Maipo	Primera, Segunda y Tercera Sección del río Maipo	Estudio	D.O.H. MIDEPLAN	D.O.H.	Deberá analizar la situación actual del riego en la zona de interés y deberá definir diferentes alternativas de obras y su priorización. Para lo cual se deberán desarrollar los diseños preliminares de las obras a considerar, los presupuestos estimativos de dichas obras y la revisión de los antecedentes ambientales y legales correspondientes.	NC	NC	E 303,4	NC	NC
RI-06: Identificación de alternativas de riego y mejoramiento de los sistemas existentes	Provincia de Chacabuco	Estudio Factibilidad	D.O.H.	D.O.H.	Esta provincia posee excelentes condiciones agroclimáticas para la implantación de frutales de exportación y otros cultivos de alta rentabilidad. Sin embargo, el crecimiento y desarrollo del agro en el área, se ve limitado por la escasez de recursos hídricos suficientes en la provincia en su totalidad. El presente estudio tiene como finalidad el mejoramiento y optimización del uso de los recursos hídricos en la provincia de Chacabuco, con el objetivo de lograr un desarrollo agrícola integral de esa zona. Lo anterior implica un análisis detallado de la cuantificación de los recursos hídricos existentes en la provincia, su destino, las zonas de riego, los cultivos actuales, la situación futura y otros elementos que puedan mejorar y optimizar la actual situación agropecuaria de Chacabuco, a través de la proposición de diversas alternativas de mejoramiento de riego y/u obras nuevas. Otro objetivo de gran relevancia en este estudio, se refiere a la cuantificación de la pérdida de suelos agropecuarios en la provincia, tanto para uso industrial, como urbano.	SDA	NC	E 250	NC	NC

Fuente: Elaboración propia

E: Costo Estudio

P: Costo Proyecto

P+E: Costo Proyecto y Estudio Combinado

NC: No Compete

CDA: Con relación a los derechos de aguas, se cuenta con los derechos de agua necesarios para su materialización.

SEIA: Debe someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental.

SPC: Debe solicitar permisos correspondientes a organismos públicos.

ND: Antecedente No Disponible.

SDA: Con relación a los derechos de aguas, se han solicitado los derechos de agua necesarios para su materialización.

RE: Requiere expropiaciones.

PRC: Debe ser sometido a aprobación del Consejo Municipal correspondiente.

Proyectos Evaluado con moneda de Abril 2007

1 US\$ = 532,3 \$

CUADRO 6.3.2-1
SÍNTESIS CARTERA DE ACCIONES Y PROYECTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
SUBSECTOR AGUA POTABLE

Nombre Proyecto	Ubicación y/o Área de Influencia	Situación Proyecto	Fuentes de Información	Institución Responsable	Descripción del Proyecto	Situación Legal	Situación Ambiental	Indicadores Económicos		
								Costo	VAN	TIR (%)
								(Millones \$)		
PROYECTOS INCLUIDOS EN EL ESTUDIO BASES										
AP-01: Instalación Servicio de Agua Potable Rural de Quilapilún	Comuna de Colina	Aprobado para su ejecución	D.O.H. MIDEPLAN	D.O.H.	El proyecto consulta habilitar el sondaje existente mediante una cañería de 10" de diámetro para lograr un caudal de 4,10 L/s. Además se proyecta la construcción de un estanque del tipo metálico elevado para un volumen de regulación equivalente a la demanda de ambas localidades. Por otra parte también se consulta la construcción de la red de distribución en cañería de PVC Clase 6, utilizando diámetros variables de 75 y 63 mm.	SDA	DIA APROBADO	P 240,6	ND	ND
AP-02: Rehabilitación Servicio de Agua Potable Rural de Chiñihue	Comuna de El Monte	Aprobado para su Ejecución	D.O.H. MIDEPLAN	D.O.H.	Consiste en sectorizar la red de distribución en dos sectores. Debido al crecimiento explosivo de población que presenta la localidad, se hace necesario mejorar el sistema de agua potable para satisfacer la actual demanda y sus actuales problemas.	SDA	SEIA DIA	P 371	ND	ND
AP-03: Rehabilitación Servicio de Agua Potable de La Viluma	Comuna de Melipilla	Aprobado para su ejecución	D.O.H. MIDEPLAN	D.O.H.	Constituye una barrera mixta con muro transversa (estero La Dura)l, vertedero y canal de toma lateral hacia la cámara de entrada y compuerta desripiadora. El canal desarenador tendrá un ancho de 1,0 m y muros de 2,5 m. El agua ingresará por una compuerta lateral en el canal desarenador a una cámara húmeda con vertedero interior.	CDA	NC	P 153	ND	ND
AP-04: Instalación Servicio de Agua Potable Rural Las Lomas de Culiprán	Comuna de Melipilla	Aprobado para su ejecución	D.O.H. MIDEPLAN	D.O.H.	El proyecto consulta suministrar una red de agua potable para la totalidad de las viviendas de la localidad. Las principales obras a desarrollar en este proyecto consisten en la construcción de dos nuevos estanques de regulación elevados, sistema de planta elevadora, líneas de impulsión y una red de distribución con arranques domiciliarios.	SDA	NC	P 348,9	ND	ND
AP-05: Sistema Agua de Potable Rural Sector El Curato	Comuna de Padre Hurtado	Aprobado para su Ejecución	D.O.H. MIDEPLAN	D.O.H.	Consulta la construcción entre otros elementos, de un nuevo sondaje, el cual permitirá obtener un caudal no menor a 5 L/s. junto con lo anterior se considera la construcción de un estanque de 40 m³ de capacidad y una red de distribución de aproximadamente 3,5 km en PVC y Acero. La red de distribución contempla la instalación de 77 arranques, lo que da una relación promedio de 22 arranques/km de red.	SDA	DIA APROBADO	P 121,9	ND	ND
AP-06: Rehabilitación Servicio de Agua Potable Rural de Rangue Los Hornos	Comuna de Paine	Aprobado para su Ejecución	D.O.H. MIDEPLAN	D.O.H.	El Mejoramiento y Ampliación del Sistema, consiste básicamente en la construcción de un nuevo estanque elevado de 100 m³ de capacidad de regulación y 20 m de altura.	SDA	NC	P 282,8	ND	ND
AP-07: Rehabilitación Servicio de Agua Potable Rural El Melocotón	Comuna de San José de Maipo	Aprobado para su Ejecución	D.O.H. MIDEPLAN	D.O.H.	El proyecto consulta el refuerzo de la matriz vecinal mediante cañerías de mayor diámetro y el reemplazo de las tuberías de rocalit.	SDA	NC	P 204,6	ND	ND

E: Costo Estudio

P: Costo Proyecto

P+E: Costo Proyecto y Estudio Combinado

NC: No Compete

CDA: Con relación a los derechos de aguas, se cuenta con los derechos de agua necesarios para su materialización.

SEIA: Debe someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental.

SPC: Debe solicitar permisos correspondientes a organismos públicos.

ND: Antecedente No Disponible.

SDA: Con relación a los derechos de aguas, se han solicitado los derechos de agua necesarios para su materialización.

RE: Requiere expropiaciones.

PRC: Debe ser sometido a aprobación del Consejo Municipal correspondiente.

Proyectos Evaluado con moneda de Abril 2007

1 US\$ = 532,3 \$

CUADRO 6.3.2-1
SÍNTESIS CARTERA DE ACCIONES Y PROYECTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
SUBSECTOR AGUA POTABLE
(Continuación)

Nombre Proyecto	Ubicación y/o Área de Influencia	Situación Proyecto	Fuentes de Información	Institución Responsable	Descripción del Proyecto	Situación Legal	Situación Ambiental	Indicadores Económicos		
								Costo	VAN	TIR (%)
								(Millones \$)		
PROYECTOS INCLUIDOS EN EL ESTUDIO BASES										
AP-08: Rehabilitación Servicio de Agua Potable Rural de Lo Ovalle	Comuna de María Pinto	Aprobado para su ejecución	D.O.H. MIDEPLAN	D.O.H.	Se considera la construcción de una nueva unidad productiva, constituida por un nuevo sondaje, con sus respectivas obras de desinfección; estanque de regulación y refuerzos de la red de distribución. Adicionalmente se contempla el suministro, montaje y habilitación hidráulica de un filtro en presión a implementar al interior del recinto de sondaje y regulación existente, con el objeto de mejorar la calidad del agua captada desde el sondaje existente	SDA	NC	P 276,5	ND	ND
AP-09: Mejoramiento Servicio de Agua Potable Rural Huechún	Comuna de Melipilla	Aprobado para su ejecución	D.O.H. MIDEPLAN	D.O.H.	El proyecto considera el mejoramiento y ampliación de la actual red de APR de Huechún Bajo. Las principales obras a proyectar son la habilitación de una nueva captación subterránea, una línea de impulsión para conectar con un nuevo estanque de regulación, el tratamiento de desinfección mediante cloración, empalme eléctrico para el accionamiento de la motobomba y alumbrado del recinto y finalmente, el refuerzo y extensión de redes de distribución con sus correspondientes arranques para satisfacer las necesidades de nuevos usuarios.	SDA	NC	P 200,7	ND	ND
PROYECTOS NUEVOS O MODIFICADOS										
AP-10: Construcción Planta de Agua Potable Portal Bicentenario	Comuna de Cerrillos	Aprobados para su ejecución	MIDEPLAN	SMAPA	El proyecto consiste en la ejecución de obras sanitarias para dotar de agua potable el proyecto Portal Bicentenario emplazado en la comuna de Cerrillos, en conjunto con la empresa sanitaria SMAPA	ND	NC	P 1.405,9	ND	ND
AP-11: Mejoramiento Servicio de Agua Potable Rural Santa Marta Las Turbinas	Comuna de Paine	Etapas de diseño	MIDEPLAN 2007	D.O.H. RM.	El servicio requiere de un proyecto de mejoramiento y ampliación debido a la limitada capacidad de producción de la única fuente de abastecimiento existente para el sistema, volumen de regulación deficiente como también la capacidad de porteo de la red de distribución, infraestructura general que no permite dar satisfacción a varias viviendas de allegados ubicadas en diferentes lugares del sistema y a un grupo de viviendas correspondientes al programa de villorrios con subsidio rural. El proyecto a desarrollar deberá contemplar: habilitación hidráulica de la nueva captación subterránea, suministro y montaje de equipo de bombeo adecuado, construcción de impulsión hasta el recinto del estanque de regulación que será reforzado, refuerzo y extensión de la red de distribución y arranques, y tratamiento de cloración automático del sistema.	SDA	NC	E+P 173,9	ND	ND

E: Costo Estudio

P: Costo Proyecto

P+E: Costo Proyecto y Estudio Combinado

NC: No Compete

CDA: Con relación a los derechos de aguas, se cuenta con los derechos de agua necesarios para su materialización.

SEIA: Debe someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental.

SPC: Debe solicitar permisos correspondientes a organismos públicos.

ND: Antecedente No Disponible.

SDA: Con relación a los derechos de aguas, se han solicitado los derechos de agua necesarios para su materialización.

RE: Requiere expropiaciones.

PRC: Debe ser sometido a aprobación del Consejo Municipal correspondiente.

Proyectos Evaluado con moneda de Abril 2007

1 US\$ = 532,3 \$

CUADRO 6.3.2-1
SÍNTESIS CARTERA DE ACCIONES Y PROYECTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
SUBSECTOR AGUA POTABLE
(Continuación)

Nombre Proyecto	Ubicación y/o Área de Influencia	Situación Proyecto	Fuentes de Información	Institución Responsable	Descripción del Proyecto	Situación Legal	Situación Ambiental	Indicadores Económicos		
								Costo	VAN	TIR
								(Millones \$)		(%)
AP-12: Instalación de un Sistema de Agua Potable Rural La Red	El Monte	Estudio factibilidad	MIDEPLAN DOH RM	DOH RM	La localidad de la red, requiere de un proyecto de instalación de servicio por no disponer aun de un sistema adecuado de abastecimiento, obteniendo el recurso a través de norias de baja profundidad con alto riesgo de contaminación bacteriológica por las características hídricas del sector. La etapa de factibilidad considera la construcción de un pozo profundo para evitar la captación de agua con contenidos de sales propias del sector. En una aproximación previa al desarrollo del estudio de prefactibilidad que postula a recomendación en el proceso presupuestario del mismo año 2005, se estima la construcción de un pozo de 60 m de profundidad y 10" de diámetro, el que permitirá un caudal suficiente y de calidad físico-química, adecuada para satisfacer la demanda del sector. La ubicación territorial la definirá el estudio de prefactibilidad mencionado.	ND	ND	E 23,3	ND	ND
AP-13: Mejoramiento de Servicio Agua Potable Rural Santa Elisa	Melipilla	Etapa de diseño	MIDEPLAN - DOH RM	DOH RM	Construcción del mejoramiento y ampliación del servicio según proyecto elaborado, el que considera la habilitación hidráulica de la nueva captación subterránea, impulsión hasta conectar al estanque de regulación proyectado, tratamiento de desinfección mediante cloración, empalme eléctrico para el accionamiento de la motobomba, dosificación de cloro y alumbrado del recinto. Refuerzo y extensión de redes de distribución con sus correspondientes arranques..	ND	ND	E+P 174	ND	ND
AP-14: Mejoramiento de Servicio Agua Potable Rural Gacitúa	Isla de Maipo	Estudio	MIDEPLAN - DOH RM	DOH RM	Sustentabilidad ambiental territorial el proyecto concuerda con estrategia regional y políticas sectoriales, considerando que el proyecto pretende mejorar el sistema de agua potable rural, actualmente colapsado y absorber la mayor demanda del sector.	ND	ND	E 14,4	ND	ND
AP-15: Mejoramiento de Servicio Agua Potable Rural Noviciado – Peralito	Pudahuel	Etapa de diseño	MIDEPLAN - DOH RM	DOH RM	Construcción del mejoramiento y ampliación del servicio según proyecto elaborado, el que considera la habilitación hidráulica de la nueva captación subterránea, impulsión hasta conectar al estanque de regulación proyectado, tratamiento de desinfección mediante cloración, empalme eléctrico para el accionamiento de la motobomba, dosificación de cloro y alumbrado del recinto. Refuerzo y extensión de redes de distribución con sus correspondientes arranques para satisfacer las necesidades de nuevos usuarios.	ND	ND	E+6P 209,4	ND	ND

E: Costo Estudio

P: Costo Proyecto

P+E: Costo Proyecto y Estudio Combinado

NC: No Compete

CDA: Con relación a los derechos de aguas, se cuenta con los derechos de agua necesarios para su materialización.

SEIA: Debe someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental.

SPC: Debe solicitar permisos correspondientes a organismos públicos.

ND: Antecedente No Disponible.

SDA: Con relación a los derechos de aguas, se han solicitado los derechos de agua necesarios para su materialización.

RE: Requiere expropiaciones.

PRC: Debe ser sometido a aprobación del Consejo Municipal correspondiente.

Proyectos Evaluado con moneda de Abril 2007

1 US\$ = 532,3 \$

CUADRO 6.3.2-1
SÍNTESIS CARTERA DE ACCIONES Y PROYECTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
SUBSECTOR AGUA POTABLE
(Continuación)

Nombre Proyecto	Ubicación y/o Área de Influencia	Situación Proyecto	Fuentes de Información	Institución Responsable	Descripción del Proyecto	Situación Legal	Situación Ambiental	Indicadores Económicos		
								Costo	VAN	TIR
								(Millones \$)		(%)
AP-16: Mejoramiento de Servicio Agua Potable Rural Santa Elena	Colina	Estudio factibilidad	MIDEPLAN - DOH RM	DOH RM	La localidad requiere por no disponer aun de un sistema adecuado de abastecimiento, obtiene el recurso a través de norias de baja profundidad con alto riesgo de contaminación bacteriológica por las características hídricas del sector. La etapa de factibilidad considera la construcción de un pozo profundo para evitar la captación de agua con contenidos de sales propias del sector. En una aproximación previa al desarrollo del estudio de prefactibilidad se estima la construcción de un pozo de 60 m de profundidad y 10" de diámetro, el que permitirá un caudal suficiente y de calidad físico-química, adecuada para satisfacer la demanda del sector. La ubicación territorial la definirá el estudio de prefactibilidad	ND	ND	E 23,3	ND	ND
AP-17: Instalación de Servicio Agua Potable Rural Chorrillos	Lampa	Estudio factibilidad	MIDEPLAN - DOH RM	DOH RM	La localidad requiere por no disponer aun de un sistema adecuado de abastecimiento, obtiene el recurso a través de norias de baja profundidad con alto riesgo de contaminación bacteriológica por las características hídricas del sector. La etapa de factibilidad considera la construcción de un pozo profundo para evitar la captación de agua con contenidos de sales propias del sector. En una aproximación previa al desarrollo del estudio de prefactibilidad se estima la construcción de un pozo de 60 m de profundidad y 10" de diámetro, el que permitirá un caudal suficiente y de calidad físico-química, adecuada para satisfacer la demanda del sector. La ubicación territorial la definirá el estudio de prefactibilidad	ND	ND	E 23,3	ND	ND
AP-18: Instalación de Servicio Agua Potable Rural El Baden	Lampa	Estudio factibilidad	MIDEPLAN - DOH RM	DOH RM	La localidad requiere por no disponer aun de un sistema adecuado de abastecimiento, obtiene el recurso a través de norias de baja profundidad con alto riesgo de contaminación bacteriológica por las características hídricas del sector. La etapa de factibilidad considera la construcción de un pozo profundo para evitar la captación de agua con contenidos de sales propias del sector. En una aproximación previa al desarrollo del estudio de prefactibilidad se estima la construcción de un pozo de 60 m de profundidad y 10" de diámetro, el que permitirá un caudal suficiente y de calidad físico-química, adecuada para satisfacer la demanda del sector. La ubicación territorial la definirá el estudio de prefactibilidad	ND	ND	E 23,3	ND	ND

E: Costo Estudio

P: Costo Proyecto

P+E: Costo Proyecto y Estudio Combinado

NC: No Compete

CDA: Con relación a los derechos de aguas, se cuenta con los derechos de agua necesarios para su materialización.

SEIA: Debe someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental.

SPC: Debe solicitar permisos correspondientes a organismos públicos.

ND: Antecedente No Disponible.

SDA: Con relación a los derechos de aguas, se han solicitado los derechos de agua necesarios para su materialización.

RE: Requiere expropiaciones.

PRC: Debe ser sometido a aprobación del Consejo Municipal correspondiente.

Proyectos Evaluado con moneda de Abril 2007

1 US\$ = 532,3 \$

CUADRO 6.3.2-1
SÍNTESIS CARTERA DE ACCIONES Y PROYECTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
SUBSECTOR AGUA POTABLE
(Continuación)

Nombre Proyecto	Ubicación y/o Área de Influencia	Situación Proyecto	Fuentes de Información	Institución Responsable	Descripción del Proyecto	Situación Legal	Situación Ambiental	Indicadores Económicos		
								Costo	VAN	TIR
								(Millones \$)		(%)
AP-19: Instalación de Servicio Agua Potable Rural El Taco	Lampa	Estudio factibilidad	MIDEPLAN - DOH RM	DOH RM	La localidad requiere por no disponer aun de un sistema adecuado de abastecimiento, obtiene el recurso a través de norias de baja profundidad con alto riesgo de contaminación bacteriológica por las características hídricas del sector. La etapa de factibilidad considera la construcción de un pozo profundo para evitar la captación de agua con contenidos de sales propias del sector. En una aproximación previa al desarrollo del estudio de prefactibilidad se estima la construcción de un pozo de 60 m de profundidad y 10" de diámetro, el que permitirá un caudal suficiente y de calidad físico-química, adecuada para satisfacer la demanda del sector. La ubicación territorial la definirá el estudio de prefactibilidad	ND	ND	E 23,3	ND	ND
AP-20: Instalación de Servicio Agua Potable Rural Lipangue	Lampa	Estudio factibilidad	MIDEPLAN - DOH RM	DOH RM	La localidad requiere por no disponer aun de un sistema adecuado de abastecimiento, obtiene el recurso a través de norias de baja profundidad con alto riesgo de contaminación bacteriológica por las características hídricas del sector. La etapa de factibilidad considera la construcción de un pozo profundo para evitar la captación de agua con contenidos de sales propias del sector. En una aproximación previa al desarrollo del estudio de prefactibilidad se estima la construcción de un pozo de 60 m de profundidad y 10" de diámetro, el que permitirá un caudal suficiente y de calidad físico-química, adecuada para satisfacer la demanda del sector. La ubicación territorial la definirá el estudio de prefactibilidad	ND	ND	E 23,3	ND	ND
AP-21: Instalación de sistema de agua potable rural el Volcán	San José de Maipo	Estudio factibilidad	MIDEPLAN - DOH RM	DOH RM	La localidad requiere por no disponer aun de un sistema adecuado de abastecimiento, obtiene el recurso a través de norias de baja profundidad con alto riesgo de contaminación bacteriológica por las características hídricas del sector. La etapa de factibilidad considera la construcción de un pozo profundo para evitar la captación de agua con contenidos de sales propias del sector. En una aproximación previa al desarrollo del estudio de prefactibilidad se estima la construcción de un pozo de 60 m de profundidad y 10" de diámetro, el que permitirá un caudal suficiente y de calidad físico-química, adecuada para satisfacer la demanda del sector. La ubicación territorial la definirá el estudio de prefactibilidad	ND	ND	E 23,3	ND	ND

Fuente: Elaboración propia

E: Costo Estudio

P: Costo Proyecto

P+E: Costo Proyecto y Estudio Combinado

NC: No Compete

CDA: Con relación a los derechos de aguas, se cuenta con los derechos de agua necesarios para su materialización.

SEIA: Debe someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental.

SPC: Debe solicitar permisos correspondientes a organismos públicos.

ND: Antecedente No Disponible.

SDA: Con relación a los derechos de aguas, se han solicitado los derechos de agua necesarios para su materialización.

RE: Requiere expropiaciones.

PRC: Debe ser sometido a aprobación del Consejo Municipal correspondiente.

Proyectos Evaluado con moneda de Abril 2007

1 US\$ = 532,3 \$

CUADRO 6.3.3-1
SÍNTESIS CARTERA DE ACCIONES Y PROYECTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
SUBSECTOR EMPRESAS SANITARIAS

Nombre Proyecto	Ubicación y/o Área de Influencia	Situación Proyecto	Fuentes de Información	Institución Responsable	Descripción del Proyecto	Situación Legal	Situación Ambiental	Indicadores Económicos		
								Costo	VAN	TIR (%)
								(Millones \$)		
PROYECTOS NUEVOS O MODIFICADOS										
ES-01: Plan de Desarrollo Aguas Andinas	Área de Concesión definida por la SISS	En ejecución	Aguas Andinas SISS	Aguas Andinas	El plan de desarrollo contempla la instalación de elementos de producción tales como 13 sondajes con un caudal total de 1.040 L/s, 17 estanques de regulación con un volumen de 35.000 m³, 12 válvulas, 22 plantas elevadoras de agua potable (PEAP), y 24 plantas elevadoras de agua servida (PEAS). Adicionalmente se consideran otros elementos tales como refuerzos de redes, reposición de redes, impulsiones, y otros elementos relacionados.	ND	NC	P 210.490	ND	ND
ES-02: Plan de Desarrollo Aguas Cordillera	Zona nororiente del Gran Santiago, cubriendo una superficie de 6.200 ha, que incluye a las comunas de Las Condes, Vitacura, y Lo Barnechea.	En ejecución	Aguas Cordillera SISS	Aguas Cordillera	El plan de desarrollo contempla la instalación de elementos de producción tales como 3 sondajes con un caudal total de 68 L/s, 6 estanques de regulación con un volumen de 19.800 m³, 28 válvulas de control, y 6 plantas elevadoras de agua potable (PEAP). Adicionalmente se consideran otros elementos tales como refuerzos de redes, reposición de redes, impulsiones, y otros elementos relacionados.	ND	NC	P 27.967,9	ND	ND

E: Costo Estudio

NC: No Compete

ND: Antecedente No Disponible.

P: Costo Proyecto

CDA: Con relación a los derechos de aguas, se cuenta con los derechos de agua necesarios para su materialización.

SDA: Con relación a los derechos de aguas, se han solicitado los derechos de agua necesarios para su materialización.

P+E: Costo Proyecto y Estudio Combinado

SEIA: Debe someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental.

RE: Requiere expropiaciones.

SPC: Debe solicitar permisos correspondientes a organismos públicos.

PRC: Debe ser sometido a aprobación del Consejo Municipal correspondiente.

Proyectos Evaluado con moneda de Abril 2007

1 US\$ = 532,3 \$

CUADRO 6.3.3-1
SÍNTESIS CARTERA DE ACCIONES Y PROYECTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
SUBSECTOR EMPRESAS SANITARIAS
(Continuación)

Nombre Proyecto	Ubicación y/o Área de Influencia	Situación Proyecto	Fuentes de Información	Institución Responsable	Descripción del Proyecto	Situación Legal	Situación Ambiental	Indicadores Económicos		
								Costo	VAN	TIR (%)
								(Millones \$)		
PROYECTOS NUEVOS O MODIFICADOS										
ES-03: Plan de Desarrollo Aguas Los Dominicos	Sector de Los Dominicos en la comuna de Las Condes	En ejecución	Aguas Los Dominicos SISS	Aguas Los Dominicos	El plan de desarrollo contempla la instalación de elementos 5 válvulas y 1 planta elevadoras de agua potable (PEAP). Adicionalmente se consideran otros elementos tales como refuerzos de redes, reposición de redes, impulsiones, y otros elementos relacionados.	ND	NC	P 2.085,7	ND	ND
ES-04: Plan de Desarrollo Aguas Manquehue	sectores de Santa María de Manquehue, Los Trapenses en La Dehesa, Chicureo en Colina y una parte de Huechuraba	En ejecución	Aguas Manquehue SISS	Aguas Manquehue	El plan de desarrollo contempla la instalación de elementos de producción tales como 30 sondajes con un caudal total de 2.402 L/s, 17 estanques de regulación con un volumen de 22.850 m³, 16 plantas elevadoras de agua potable (PEAP), y 3 plantas elevadoras de agua servida (PEAS). Adicionalmente se consideran otros elementos tales como refuerzos de redes, reposición de redes, impulsiones, y otros elementos relacionados.	ND	NC	P 30.963,5	ND	ND
ES-05: Plan de Desarrollo Aguas Santiago Poniente	Parte de la comuna de Lo Prado	En ejecución	Aguas Santiago Poniente SISS	Aguas Santiago Poniente	El plan de desarrollo contempla la instalación de 2 estanques de regulación con un volumen de 6.000 m³. Adicionalmente se consideran otros elementos tales como refuerzos de redes, reposición de redes, impulsiones, y otros elementos relacionados.	ND	NC	P 15.816,2	ND	ND
ES-06: Plan de Desarrollo SMAPA	Comunas de Estación Central, Cerrillos y Maipú	En ejecución	SMAPA SISS	SMAPA	El plan de desarrollo contempla la instalación de elementos de producción tales como 3 sondajes con un caudal total de 850 L/s, y 10 estanques de regulación con un volumen de 14.500 m³. Adicionalmente se consideran otros elementos tales como refuerzos de redes, reposición de redes, impulsiones, y otros elementos relacionados.	ND	NC	P 10.413,7	ND	ND
ES-07: Plan de Desarrollo Aguas Servicomunal	Localidades de Lampa, Colina y Esmeralda	En ejecución	Servicomunal SISS	Servicomunal	El plan de desarrollo contempla la instalación de elementos de producción tales como 2 sondajes con un caudal total de 80 L/s, y 5 estanques de regulación con un volumen de 6.000 m³. Adicionalmente se consideran otros elementos tales como refuerzos de redes, reposición de redes, impulsiones, y otros elementos relacionados.	ND	NC	P 3.850,3	ND	ND

Fuente: Elaboración propia

E: Costo Estudio

P: Costo Proyecto

P+E: Costo Proyecto y Estudio Combinado

NC: No Compete

CDA: Con relación a los derechos de aguas, se cuenta con los derechos de agua necesarios para su materialización.

SEIA: Debe someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental.

SPC: Debe solicitar permisos correspondientes a organismos públicos.

ND: Antecedente No Disponible.

SDA: Con relación a los derechos de aguas, se han solicitado los derechos de agua necesarios para su materialización.

RE: Requiere expropiaciones.

PRC: Debe ser sometido a aprobación del Consejo Municipal correspondiente.

Proyectos Evaluado con moneda de Abril 2007

1 US\$ = 532,3 \$

CUADRO 6.3.4-1
SÍNTESIS CARTERA DE ACCIONES Y PROYECTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
SUBSECTOR ENERGÍA

Nombre Proyecto	Ubicación y/o Área de Influencia	Situación Proyecto	Fuentes de Información	Institución Responsable	Descripción del Proyecto	Situación Legal	Situación Ambiental	Indicadores Económicos		
								Costo	VAN	TIR (%)
								(Millones US\$)		
PROYECTOS INCLUIDOS EN EL ESTUDIO BASES										
EN-01:Sistema Maipo Alto, Central Hidroeléctrica Alfalfal II y Las Lajas	Comuna San José de Maipo, en la subcuenca del río Colorado, aguas debajo de la central Maitenes	Etapas de diseño y se proyecta que el inicio de sus operaciones sea en el año 2013	AES Gener	AES Gener	Considera la construcción de dos centrales hidroeléctricas en el Alto Maipo, denominadas Alfalfal II y Las Lajas, cada una con una capacidad instalada de 250 MW. La Central Hidroeléctrica Alfalfal II tendrá un caudal de diseño de 25 m³/s, la Central Hidroeléctrica Las Lajas un caudal de diseño de 65 m³/s. La aducción total en túnel alcanza a 70.km.	CDA	SEIA (DIA o EIA)	P 600	ND	ND
EN-02: Central Hidroeléctrica Chacritas	Comuna San José de Maipo, en la cuenca alta del río Maipo	Etapas de diseño y se proyecta que el inicio de sus operaciones sea en el año 2014	AES Gener DGA	AES Gener	La empresa AES-Gener tiene en carpeta el proyecto de la Central Hidroeléctrica Chacritas que se localiza en la cuenca del río Maipo aguas arriba de la central Queltehues, con una altura bruta de caída de 515 m y una potencia proyectada de 140 MW, y un caudal generable medio anual de 30 m³/s. Su aducción en túnel y canal es de 70 km.	CDA	SEIA (DIA o EIA)	P 169,33	43,3	15,82
EN-03: Estimación del Potencial Hidroeléctrico Asociado a Obras de Riego Existentes o en Proyecto	Su ámbito de acción es entre la IV y VIII Regiones, incluida la RM	El inicio del desarrollo del estudio se ha fijado para el año 2007, y su plazo estimado de ejecución es de 240 días	CNR	CNE en conjunto con la CNR	Este estudio busca contribuir a mejorar las oportunidades de desarrollo de proyectos de generación eléctrica vinculados a proyectos de riego. Siendo el objetivo principal Identificar y cuantificar el potencial hidroeléctrico asociado a obras de riego existentes y proyectos de riego en estudio, ya sea con aguas reguladas o sin regulación, en las distintas hoyas hidrográficas existentes entre la IV y VIII Región incluida la RM. Para la Región Metropolitana se identificó potencial en un total de 19 proyectos con una potencia posible de 36,5 MW. Entre ellos el canal la Sirena, la Asociación Canal del Maipo y Canales Unidos de Buin, todos derivados del río Maipo, al que se suma Mallarauco- Pelvín e incluso los conocidos canales San Carlos y Eyzaguirre, los cuales ya cuentan con algunas labores de generación de electricidad.	CDA	NC	P 39,84	NC	NC
PROYECTOS NUEVOS O MODIFICADOS										
EN-04: Central Melocotón	En la parte alta de la cuenca del Maipo	Nivel de idea	Comunicación personal, Sra. Patricia Alvarado	ND	Central de pasada ubicada aguas abajo desde las confluencias río Maipú y Volcán.	ND	ND	ND	ND	ND
EN-05: Central Cambimbao	Sector de Cambimbao en la tercera sección legal del río Maipo	Nivel de Idea	Memoria de título de Eduardo Vial Urrejola, 1964.	ND	Central de embalse con una altura de 93 metros que cuenta con cuatro grupos turbinas Francis y 350 Mw de potencia instalada. El área inundada es de 11.750 há, de las cuales 4.000 son cultivables, pero de muy regular calidad	ND	ND	ND	ND	ND

Fuente: Elaboración propia

E: Costo Estudio

P: Costo Proyecto

P+E: Costo Proyecto y Estudio Combinado

NC: No Compete

CDA: Con relación a los derechos de aguas, se cuenta con los derechos de agua necesarios para su materialización.

SEIA: Debe someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental.

SPC: Debe solicitar permisos correspondientes a organismos públicos.

ND: Antecedente No Disponible.

SDA: Con relación a los derechos de aguas, se han solicitado los derechos de agua necesarios para su materialización.

RE: Requiere expropiaciones.

PRC: Debe ser sometido a aprobación del Consejo Municipal correspondiente.

Proyectos Evaluado con moneda de Abril 2007

1 US\$ = 532,3 \$

CUADRO 6.3.5-1
SÍNTESIS CARTERA DE ACCIONES Y PROYECTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
SUBSECTOR ALCANTARILLADO: AGUAS SERVIDAS

Nombre Proyecto	Ubicación y/o Área de Influencia	Situación Proyecto	Fuentes de Información	Institución Responsable	Descripción del Proyecto	Situación Legal	Situación Ambiental	Indicadores Económicos		
								Costo	VAN	TIR (%)
								(Millones \$)		
PROYECTOS INCLUIDOS EN EL ESTUDIO BASES										
AS- 01: Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Til Til	Se ubica en la confluencia del estero El Ventarrón y el Estero Til Til	Se encuentra desarrollándose y fue finalmente aprobado oficialmente el 11 de enero de 2007	Grupo Aguas, SISS	Grupo Aguas, SISS	Para el abatimiento de la carga orgánica presente en las aguas a tratar, la que corresponde básicamente a aguas servidas domésticas con alguna actividad productiva informal (procesamiento de aceitunas), se efectuará el tratamiento biológico, mediante lodos activados en la modalidad de aireación extendida. Posteriormente las aguas serán desinfectadas a través de cloración y los lodos serán espesados, deshidratados y encalados para su envío a disposición final en relleno sanitario autorizado.	CDA	SEIA (DIA)	P 848,3	ND	ND
AS-02: Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Los Nogales - Mapocho Urbano Limpio	Gran Santiago	Proceso de calificación ambiental	Grupo Aguas, SISS	Grupo Aguas, SISS	Contempla la construcción de tres grandes plantas de tratamiento de aguas servidas cada una con un sistema de colector interceptor, el cual tiene la función de recolectar las aguas servidas de la cuenca y conducir las a su respectiva planta de tratamiento. De las 3 plantas de tratamiento proyectado, se encuentran construidas y en funcionamiento 2 de ellas, El Trebal y La Farfana, con una capacidad de tratamiento de 4.4 y 8.8 m³/s respectivamente. La tercera se estima que en el año 2009, entre en funcionamiento la planta de tratamiento Los Nogales y su asignación de tratamiento es de 24.5% del total de aguas servidas del Gran Santiago	CDA	SEIA (DIA)	P 136.385,6	ND	ND
PROYECTOS NUEVOS O MODIFICADOS										
AS-03: Construcción Saneamiento Básico sector Aguas Claras - Peñaflor	Comuna de Peñaflor	Aprobado para su ejecución	MIDEPLAN	D.O.H.	Este proyecto consulta la construcción de 174 metros lineales de alcantarillado para la posterior conexión de 9 uniones domiciliarias. Y la extensión de 180 metros lineales de red de agua potable.	ND	ND	P 55,7	ND	ND
AS-04: Construcción macro infra. sanitaria portal bicentenario I Etapa	RM	Aprobado para su ejecución	MIDEPLAN	D.O.H.	Construcción 2000 metros de red de agua potable y alcantarillado, que forma parte de la primera etapa del proyecto de macro urbanización del portal bicentenario. El área que atenderá esta macro infraestructura es de 43 hectáreas de uso residencial mixto.	ND	DIA APROBADO	P 577,1	ND	ND

E: Costo Estudio

NC: No Compete

ND: Antecedente No Disponible.

P: Costo Proyecto

CDA: Con relación a los derechos de aguas, se cuenta con los derechos de agua necesarios para su materialización.

SDA: Con relación a los derechos de aguas, se han solicitado los derechos de agua necesarios para su materialización.

P+E: Costo Proyecto y Estudio Combinado

SEIA: Debe someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental.

RE: Requiere expropiaciones.

SPC: Debe solicitar permisos correspondientes a organismos públicos.

PRC: Debe ser sometido a aprobación del Consejo Municipal correspondiente.

Proyectos Evaluado con moneda de Abril 2007

1 US\$ = 532,3 \$

CUADRO 6.3.5-1
SÍNTESIS CARTERA DE ACCIONES Y PROYECTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
SUBSECTOR ALCANTARILLADO: AGUAS SERVIDAS
(Continuación)

Nombre Proyecto	Ubicación y/o Área de Influencia	Situación Proyecto	Fuentes de Información	Institución Responsable	Descripción del Proyecto	Situación Legal	Situación Ambiental	Indicadores Económicos		
								Costo	VAN	TIR (%)
								(Millones \$)		
PROYECTOS NUEVOS O MODIFICADOS										
AS-05: Mejoramiento Sistema Alcantarillado Pob. Gacitua, I. de Maipo.	Isla de Maipo	Aprobado para su ejecución	MIDEPLAN	D.O.H.	El proyecto contempla la construcción de redes públicas de alcantarillado en diferentes calles, instalación de una planta elevadora de aguas servidas y una planta de tratamiento de lodos activados,con sus correspondientes obras anexas.	ND	ND	P 903,2	ND	ND
AS-06: Diagnóstico Calidad de Servicio, Recolección de Aguas Servidas	RM	Estudio Aprobado para su Ejecución	MIDEPLAN	D.O.H.	Etapa I: recopilación de la información existente dentro de la SISS y en la concesionaria. Etapa II: recolección de antecedentes en terreno. Etapa III: elaboración de diagnostico y recomendaciones para el mejoramiento de los procesos desarrollados por la SISS para la evaluación.	ND	ND	E 40,5	ND	ND
AS-07: Instalación Alcantarillado Diversas Calles Laterales Paine Centro	Comuna de Paine	Aprobado para su ejecución	MIDEPLAN	D.O.H.	El proyecto pretende la instalación del servicio de alcantarillado de las calles laterales de Paine centro. En una extensión aproximada de 1400 metros, en distintas calles.	ND	ND	P 242,2	ND	ND
AS-08: Construcción Red de Alcantarillado Pob. San Ramón Comuna Pirque	Comuna de Pirque	Aprobado para su ejecución	MIDEPLAN	D.O.H.	Se realizaran los estudios de ingeniería y otros a fin de dar solución al problema de alcantarillado de la población San Ramón, donde fueron construidas el año 1989 ,139 viviendas.	ND	NC	E+P 319,4	NC	NC
AS-09: Ampliación Red de Alcantarillado de Localidad de Til-Til.	Comuna de Til Til	Aprobado para su Ejecución	MIDEPLAN	D.O.H.	El proyecto consiste en construir la red de alcantarillado para la localidad de Til Til. Para ampliar ésta red hacia el resto de la localidad se postula con el presente proyecto a financiamiento FNDR en tres etapas (años).	ND	NC	P 2.759,8	NC	NC

Fuente: Elaboración propia

E: Costo Estudio

P: Costo Proyecto

P+E: Costo Proyecto y Estudio Combinado

NC: No Compete

CDA: Con relación a los derechos de aguas, se cuenta con los derechos de agua necesarios para su materialización.

SEIA: Debe someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental.

SPC: Debe solicitar permisos correspondientes a organismos públicos.

ND: Antecedente No Disponible.

SDA: Con relación a los derechos de aguas, se han solicitado los derechos de agua necesarios para su materialización.

RE: Requiere expropiaciones.

PRC: Debe ser sometido a aprobación del Consejo Municipal correspondiente.

Proyectos Evaluado con moneda de Abril 2007

1 US\$ = 532,3 \$

CUADRO 6.3.6-1
SÍNTESIS CARTERA DE ACCIONES Y PROYECTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
SUBSECTOR ALCANTARILLADO: AGUAS LLUVIAS

Nombre Proyecto	Ubicación y/o Área de Influencia	Situación Proyecto	Fuentes de Información	Institución Responsable	Descripción del Proyecto	Situación Legal	Situación Ambiental	Indicadores Económicos		
								Costo	VAN	TIR
								(Millones \$)		(%)
PROYECTOS INCLUIDOS EN EL ESTUDIO BASES										
AL-01: Construcción Colector José Joaquín Pérez, Sector 3	Av. José Joaquín Pérez, entre calle Lo López y calle Rolando Petersen, en la comuna de Cerro Navia	Ejecución	D.O.H. MIDEPLAN	D.O.H.	Este proyecto corresponde a la construcción del tramo del colector de aguas lluvias J.J. Pérez. El colector se emplaza desde calle Lo López hasta calle Cardenal Raúl Silva Henríquez en la comuna de Cerro Navia, extendiéndose en una longitud aproximada de 789 m.	NC	SEIA (DIA) APROBADO	P 796,8	ND	ND
AL-02: Construcción Colector Receptor de Aguas Lluvias La Hondonada	Comunas de Pudahuel y Cerro Navia	Ejecución	SERVIU MIDEPLAN	SERVIU	La etapa de ejecución para el presente proyecto, consulta la construcción de todas las obras civiles necesarias que permitan contar con el colector de aguas lluvias en el sector de la Hondonada – Río Viejo.	NC	NC	P 728,2	ND	ND
AL-03: Mejoramiento Canal La Punta y Construcción Colector Nueva Infante	Comuna de Renca	Estudio Factibilidad	D.O.H. MIDEPLAN	D.O.H.	El canal requiere un emparejamiento de la pendiente de 1,110 km, el reemplazo de una alcantarilla ubicada 134 m aguas arriba de la Av. Américo Vespucio y paralelamente se plantea el diseño de un foso al costado oriente de Vespucio y que descargue en el Canal La Punta para sanear 450 há para T=2 años y sensibilizando para 5 años de período de retorno.	Utilización del Canal La Punta como evacuador de aguas lluvias	SEIA (DIA)	E 121,4	ND	ND
PROYECTOS NUEVOS O MODIFICADOS										
AL-04: Mejoramiento del Cauce del Estero Las Cruces	Entre Puente Verde en la Ruta 57 del General San Martín y su descarga final en el estero Lampa.	Ingeniería Detalle y Construcción	D.O.H. MIDEPLAN	D.O.H.	Este proyecto se construye en 4 etapas: Etapa 1: Considera la ejecución de las obras asociadas a la construcción incluyendo el diseño a nivel de ingeniería de detalle de las estructuras de los puentes sobre: Ruta 5, línea de ferrocarriles y camino Lo Echevers. Etapa 2: Expropiaciones Etapa 3: Construcción obras de descarga Etapa 4: Conformación del Canal con Revestimiento y obras anexas (obras de descargas de canales, puentes, sifones, etc.)	RE	SEIA (DIA)	P 5.936	ND	ND

E: Costo Estudio

P: Costo Proyecto

P+E: Costo Proyecto y Estudio Combinado

NC: No Compete

CDA: Con relación a los derechos de aguas, se cuenta con los derechos de agua necesarios para su materialización.

SEIA: Debe someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental.

SPC: Debe solicitar permisos correspondientes a organismos públicos.

ND: Antecedente No Disponible.

SDA: Con relación a los derechos de aguas, se han solicitado los derechos de agua necesarios para su materialización.

RE: Requiere expropiaciones.

PRC: Debe ser sometido a aprobación del Consejo Municipal correspondiente.

Proyectos Evaluado con moneda de Abril 2007

1 US\$ = 532,3 \$

CUADRO 6.3.6-1
SÍNTESIS CARTERA DE ACCIONES Y PROYECTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
SUBSECTOR ALCANTARILLADO: AGUAS LLUVIAS
(Continuación)

Nombre Proyecto	Ubicación y/o Área de Influencia	Situación Proyecto	Fuentes de Información	Institución Responsable	Descripción del Proyecto	Situación Legal	Situación Ambiental	Indicadores Económicos		
								Costo	VAN	TIR (%)
								(Millones \$)		
PROYECTOS NUEVOS O MODIFICADOS										
AL-05: Construcción sistema de Evacuación de Aguas Lluvias Área Urbana Maria Pinto	Comuna de María Pinto	Aprobado	MIDEPLAN	D.O.H.	El presente proyecto pretende dar respuesta a las necesidades de prevención de catástrofes por inundaciones en el sector urbano de Maria Pinto vía la ejecución del diseño presentado al FNDR, correspondiente a las obras que permitan la captación, canalización y evacuación de las aguas lluvias en las zonas mayormente afectadas.	ND	ND	P 468,1	ND	ND
AL-06: Construcción de Sumideros de Aguas Lluvias, San Miguel	Comuna de San Miguel	Aprobado	MIDEPLAN	D.O.H.	El proyecto consiste en la construcción de 17 sumideros de captación de aguas lluvias acumuladas, conforme a especificaciones del SERVIU en diferentes puntos de la comuna..	ND	ND	P 52,6	ND	ND
AL-07: Construcción Entubamiento Canal Desagüe Villa Esperanza	Comuna de Lampa	Estudio Aprobado	MIDEPLAN	D.O.H.	El proyecto consiste en la construcción del entubamiento del canal de desagüe de la población Villa Esperanza de la Comuna de Lampa.	ND	ND	E 57,0	ND	ND
AL-08: Construcción canal Evacuador Vicuña Mackenna	Comuna de Melipilla	Aprobado para su ejecución	MIDEPLAN	D.O.H.	Este canal se proyecta por un costado de la Avenida Vicuña Mackenna una de las arterias principales de la comuna hacia el poniente.	ND	ND	P 130,9	ND	ND
AL-09: Construcción Colector lo Ovalle	Comuna de Lo Espejo	Aprobado para su Ejecución	MIDEPLAN	D.O.H.	Este colector se desarrolla por la Avda. Central desde buenaventura hasta Lo Ovalle, continuando por calle lo Ovalle por hasta Avda. Cerrillos, con una extensión total de 1.000mtrs.	ND	NC	P 323,7	NC	NC
AL-10: Construcción Colectores Aguas Lluvias Santa Anita y Villa los Lagos	Comuna de Lo Prado	Aprobado para su Ejecución	MIDEPLAN	D.O.H.	La presente iniciativa de inversión considera la ejecución de 3 colectores y sus correspondientes obras anexas, para las poblaciones santa anita y villa los lagos. Estas obras permitirán solucionar de forma definitiva el problema de inundaciones del sector norte.	ND	NC	P 392,8	NC	NC
AL-11: Construcción Colector de Aguas Lluvias Laguna Sur	Comuna de Pudahuel	Aprobado Etapa Diseño	MIDEPLAN	D.O.H.	El proyecto consulta implementar soluciones definidas en el PMA, de modo de contar con un diseño de ingeniería de detalle del colector laguna sur que permita disponer de un sistema de evacuación de aguas lluvias del sector sur de la comuna.		NC	P 104,9	NC	NC
AL-12: Conservación y Operación Sistemas de Aguas Lluvias RM	RM	Aprobado para su Ejecución	MIDEPLAN	D.O.H.	Este proyecto propone la ejecución de limpieza y mantención y obras de reposición en diferentes colectores, junto con la conservación y encauzamiento del Zanjón de la Aguada	ND	NC	P 529	NC	NC

Fuente: Elaboración propia

E: Costo Estudio

P: Costo Proyecto

P+E: Costo Proyecto y Estudio Combinado

NC: No Compete

CDA: Con relación a los derechos de aguas, se cuenta con los derechos de agua necesarios para su materialización.

SEIA: Debe someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental.

SPC: Debe solicitar permisos correspondientes a organismos públicos.

ND: Antecedente No Disponible.

SDA: Con relación a los derechos de aguas, se han solicitado los derechos de agua necesarios para su materialización.

RE: Requiere expropiaciones.

PRC: Debe ser sometido a aprobación del Consejo Municipal correspondiente.

Proyectos Evaluado con moneda de Abril 2007

1 US\$ = 532,3 \$

CUADRO 6.3.9-1
SÍNTESIS CARTERA DE ACCIONES Y PROYECTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
SUBSECTOR RECURSOS HÍDRICOS

Nombre Proyecto	Ubicación y/o Área de Influencia	Situación Proyecto	Fuentes de Información	Institución Responsable	Descripción del Proyecto	Situación Legal	Situación Ambiental	Indicadores Económicos		
								Costo	VAN	TIR
								(Millones \$)		(%)
PROYECTOS INCLUIDOS EN EL ESTUDIO BASES										
RH-01: Plan de Mejoramiento de la Coordinación entre Instituciones Públicas Estero Lampa	Cuenca Estero Lampa	Nivel de Idea	D.O.H.	D.O.H.	A partir de éste diagnóstico se plantearán las líneas de acción a seguir con el fin de lograr la mejor coordinación entre estas instituciones, definiendo los actores responsables en cada etapa del proceso y los procedimientos más adecuados a seguir.	NC	NC	ND	NC	NC
RH-02:Campaña de Difusión para el Uso Sustentable de los Cauces Estero Lampa	Cuenca Estero Lampa	Nivel de Idea	D.O.H.	D.O.H.	La campaña de difusión debe orientarse a las organizaciones relacionadas en forma técnica, con los cauces como es del caso los Municipios, MOP, CONAMA, CONAF, SERNATUR y MINVU. Asimismo también resulta necesario incorporar en esta campaña de difusión a organizaciones de comunitarios como Juntas de Vecinos y Asociaciones de Productores de Aridos.	NC	NC	ND	NC	NC

Fuente: Elaboración propia

E: Costo Estudio

NC: No Compete

ND: Antecedente No Disponible.

P: Costo Proyecto

CDA: Con relación a los derechos de aguas, se cuenta con los derechos de agua necesarios para su materialización.

SDA: Con relación a los derechos de aguas, se han solicitado los derechos de agua necesarios para su materialización.

P+E: Costo Proyecto y Estudio Combinado

SEIA: Debe someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental.

RE: Requiere expropiaciones.

SPC: Debe solicitar permisos correspondientes a organismos públicos.

PRC: Debe ser sometido a aprobación del Consejo Municipal correspondiente.

Proyectos Evaluado con moneda de Abril 2007

1 US\$ = 532,3 \$

CUADRO 6.3.10-1
SÍNTESIS CARTERA DE ACCIONES Y PROYECTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
SUBSECTOR DEFENSAS FLUVIALES, MARÍTIMAS Y CAUCES NATURALES

Nombre Proyecto	Ubicación y/o Área de Influencia	Situación Proyecto	Fuentes de Información	Institución Responsable	Descripción del Proyecto	Situación Legal	Situación Ambiental	Indicadores Económicos		
								Costo	VAN	TIR (%)
								(Millones \$)		
PROYECTOS INCLUIDOS EN EL ESTUDIO BASES										
DF-01: Construcción Obras Fluviales Río Mapocho Sector Rural Región Metropolitana.	Comuna de Maipú	Estudio	D.O.H. MIDEPLAN	D.O.H.	En las comunas de Maipú, Padre Hurtado, Peñaflor, Talagante y El Monte los desbordes e inundaciones históricas motivaron, en el año 1998, el desarrollo del estudio denominado “Análisis Hidráulico y Ambiental del Río Mapocho Rural, entre Desembocadura Estero Lampa y Confluencia con el Río Maipo”, mediante el cual se identificaron los principales sectores con riesgo de erosión de riberas y desborde de cauce, abordándose los más críticos. El comportamiento dinámico del río, el aumento de las poblaciones en los terrenos ribereños, y las intervenciones en su cauce a través de las actividades de extracción de áridos y construcción de obras, requieren de la actualización del estudio indicado, para verificar los sectores con riesgos, y para incorporar aquellas nuevas situaciones generadas durante estos últimos años, y formular los correspondientes proyectos de obras fluviales. Se estima que un total de 500.000 habitantes se vean beneficiados con éstas obras.	NC	NC	E 1.100	NC	NC
DF-02: Construcción Obras Quebrada de Macul: Mejoramiento Pozas de Decantación y Construcción de Obras de Retención en la Hondonada.	Quebrada de Macul, Región Metropolitana de Santiago	Ejecución	MIDEPLAN SEIA	D.O.H.	El proyecto está compuesto por 2 partes. La primera consiste en la construcción de alcantarillas y el mejoramiento de los enrocados en las 7 pozas de decantación (decantación) existentes durante el período 2006-2009 y los trabajos en las 4 pozas restantes para los años siguientes. Por otra parte el proyecto consulta la expropiación de 2 propiedades que en conjunto suman 14.43 há en donde se construirán obras para la retención de sedimentos de gran diámetro en la Hondonada natural. Para la materialización del proyecto es necesario solucionar la interferencia de las torres de transmisión eléctrica de la línea Florida-Los Almendros.	RE	SEIA	P 4.443,4	ND	ND

E: Costo Estudio

NC: No Compete

ND: Antecedente No Disponible.

P: Costo Proyecto

CDA: Con relación a los derechos de aguas, se cuenta con los derechos de agua necesarios para su materialización.

SDA: Con relación a los derechos de aguas, se han solicitado los derechos de agua necesarios para su materialización.

P+E: Costo Proyecto y Estudio Combinado

SEIA: Debe someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental.

RE: Requiere expropiaciones.

SPC: Debe solicitar permisos correspondientes a organismos públicos.

PRC: Debe ser sometido a aprobación del Consejo Municipal correspondiente.

Proyectos Evaluado con moneda de Abril 2007

1 US\$ = 532,3 \$

CUADRO 6.3.10-1
SÍNTESIS CARTERA DE ACCIONES Y PROYECTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
SUBSECTOR DEFENSAS FLUVIALES, MARÍTIMAS Y CAUCES NATURALES
(Continuación)

Nombre Proyecto	Ubicación y/o Área de Influencia	Situación Proyecto	Fuentes de Información	Institución Responsable	Descripción del Proyecto	Situación Legal	Situación Ambiental	Indicadores Económicos		
								Costo	VAN	TIR
								(Millones \$)		(%)
PROYECTOS INCLUIDOS EN EL ESTUDIO BASES										
DF-03: Construcción de Obras Manejo Cauces Cuenca Río Mapocho Sector Oriente.	Comuna de Barnechea	Estudio	MIDEPLAN D.O.H.	D.O.H.	El proyecto corresponde al diseño de la primera etapa de las obras a construir en el sector oriente del río Mapocho en la comuna de Barnechea, basándose en los resultados y proposiciones del estudio “Diagnóstico del río Mapocho y afluentes hasta el estero Las Hualtatas”.	NC	SEIA	E 83,9	ND	ND
DF-04: Diagnóstico Plan Maestro Río Maipo y sus Afluentes Región Metropolitana (manejo de cauce)	Región Metropolitana de Santiago	Estudio	MIDEPLAN D.O.H.	D.O.H.	El desarrollo urbano y/o Inmobiliario como las actividades económicas(mineras extractivas, turísticas, agrícolas) que se han generado durante los últimos años, en el entorno de algunos cauces que conforman la cuenca del río Maipo, en el cual se incluyen las subcuencas, de los ríos; El Volcán, El Yeso, Coyanco, El Colorado, El Manzano, Clarillo, Angostura, Chocalán y Puangue, han modificado notablemente no sólo dichos cauces, que han sido inevitablemente intervenidos, sino además la situación de los suelos adyacentes, desde el punto de vista de la planificación urbana. Por otra parte, la creciente explotación de áridos en el río Maipo requiere de una reevaluación de la sectorización del cauce atendiendo a que se han detectado modificaciones significativas en el fondo del lecho del cauce y daños en la infraestructura existente. En términos generales, la situación actual de los cauces que conforman esta cuenca es limitada desde el punto de vista técnico, por cuanto no se cuenta con estudios hidráulicos que permitan hacer un diagnóstico de la situación fluvial para identificar sectores con riesgo de erosión de riberas o desbordes, y definir obras de protección fluvial.	NC	NC	E 153,0	NC	NC
DF-05: Levantamiento Aerofotogramétrico y Topografía del Río Maipo	Región Metropolitana de Santiago	Estudio	MIDEPLAN	D.O.H.	En primer lugar se obtendrá una topografía de detalle de aproximadamente 24 km del río Maipo entre el puente Los Morros y el puente de ferrocarril Lonquén, la cual permita tener runa visión clara de la situación actual del lecho y caja de río. En segundo lugar obtener perfiles transversales del cauce del río en una longitud de 8 km entorno al puente Ruta 5, para analizar el comportamiento hidráulico y de sedimentos de la zona en cuestión.	NC	NC	E 59,8	NC	NC

E: Costo Estudio

P: Costo Proyecto

P+E: Costo Proyecto y Estudio Combinado

NC: No Compete

CDA: Con relación a los derechos de aguas, se cuenta con los derechos de agua necesarios para su materialización.

SEIA: Debe someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental.

SPC: Debe solicitar permisos correspondientes a organismos públicos.

ND: Antecedente No Disponible.

SDA: Con relación a los derechos de aguas, se han solicitado los derechos de agua necesarios para su materialización.

RE: Requiere expropiaciones.

PRC: Debe ser sometido a aprobación del Consejo Municipal correspondiente.

Proyectos Evaluado con moneda de Abril 2007

1 US\$ = 532,3 \$

CUADRO 6.3.10-1
SÍNTESIS CARTERA DE ACCIONES Y PROYECTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
SUBSECTOR DEFENSAS FLUVIALES, MARÍTIMAS Y CAUCES NATURALES
(Continuación)

Nombre Proyecto	Ubicación y/o Área de Influencia	Situación Proyecto	Fuentes de Información	Institución Responsable	Descripción del Proyecto	Situación Legal	Situación Ambiental	Indicadores Económicos		
								Costo	VAN	TIR
								(Millones \$)		(%)
DF-06: Análisis del Beneficio y Priorización de Proyectos de Defensas Fluviales	Región Metropolitana de Santiago	Estudio	MIDEPLAN	Dirección de Planeamiento MOP	Se propone la construcción de un índice numérico mediante el cual se obtenga una lista priorizada de proyectos. Éste índice será definido en el transcurso del estudio, y recogerá aspectos objetivos y medibles relacionados con la eficiencia de las inversiones (indicadores de rentabilidad y/o costo por habitante afectado, e IVAN), de impacto (indicador de la severidad de las inundaciones y magnitudes de los daños que se desea evitar), de nivel social de la población afectada, de equidad regional y de estado de preparación de la ingeniería.	NC	NC	E 70,5	NC	NC
DF-07: Plan de Regulación del Uso del Cauce y del Suelo Adyacente	Estero Til Til Estero Polpaico Estero Lampa Estero Colina Estero Las Cruces	Nivel de Idea	D.O.H.	D.O.H.	Los proyectos de urbanización y/o destinados al acondicionamiento y explotación de los terrenos emplazados en las áreas recurrentemente inundables. Así, con los resultados proporcionados se logra una correcta elaboración de los diseños de las obras fluviales, asociadas a desbordes y erosión de riberas.	NC	NC	ND	NC	NC
DF-08: Plan de Ordenamiento de Extracción de Áridos	Cuenca Estero Lampa	Nivel de Idea	D.O.H.	D.O.H.	Disponer de un catastro actualizado de la infraestructura existente en el cauce del estero Lampa y caracterizar su estado de conservación. Contar con el catastro actualizado de las extracciones de áridos autorizadas y no autorizadas en las comunas que cruzan los esteros Til Til o Polpaico, Lampa y Colina.	NC	NC	ND	NC	NC
DF-09: Programa de Inspección Rutinaria del Cauce y sus Obras	Esteros Til Til o Polpaico, Lampa, Colina y Las Cruces, cuenca Estero Lampa	Nivel de Idea	D.O.H. MIDEPLAN	D.O.H.	Desarrollar visitas inspectivas de los cauces a lo largo de su recorrido, de modo de formarse una idea cabal de su estado de situación. Disponer de información de respaldo para contrastar situaciones y evaluar adecuadamente la información proporcionada por usuarios del cauce y propietarios ribereños. Contar con información que permita contratar el estado de avance de los procesos de erosión de riberas, así como también del estado de avance de los rellenos que se realizan en éstas. Contar con datos precisos y técnicamente respaldados respecto del estado de situación y de conservación de obras. Facilitar y agilizar la respuesta de las instituciones pertinentes frente a peticiones de usuarios de los cauces, o frente a la intervención inadecuada de los cauces, observada durante alguna inspección realizada.	NC	NC	ND	NC	NC

E: Costo Estudio

P: Costo Proyecto

P+E: Costo Proyecto y Estudio Combinado

NC: No Compete

CDA: Con relación a los derechos de aguas, se cuenta con los derechos de agua necesarios para su materialización.

SEIA: Debe someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental.

SPC: Debe solicitar permisos correspondientes a organismos públicos.

ND: Antecedente No Disponible.

SDA: Con relación a los derechos de aguas, se han solicitado los derechos de agua necesarios para su materialización.

RE: Requiere expropiaciones.

PRC: Debe ser sometido a aprobación del Consejo Municipal correspondiente.

Proyectos Evaluado con moneda de Abril 2007

1 US\$ = 532,3 \$

CUADRO 6.3.10-1
SÍNTESIS CARTERA DE ACCIONES Y PROYECTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
SUBSECTOR DEFENSAS FLUVIALES, MARÍTIMAS Y CAUCES NATURALES
(Continuación)

Nombre Proyecto	Ubicación y/o Área de Influencia	Situación Proyecto	Fuentes de Información	Institución Responsable	Descripción del Proyecto	Situación Legal	Situación Ambiental	Indicadores Económicos		
								Costo	VAN	TIR (%)
								(Millones \$)		
DF-10: Defensas Fluviales en el Estero Til Til - Km 25	Estero Til Til, aguas abajo del embalse Rungue	Proyecto Nivel de Perfil	D.O.H.	D.O.H.	Para la protección de la ribera izquierda se proponen defensas de una altura total de 5 m por sobre el fondo del cauce, considerando el efecto de peralte del flujo en la curva y además 1 m de revancha respecto del nivel de escurrimiento. Para la protección de la ribera derecha se propone una defensa de 4 m de altura total.	SPC	SEIA (DIA o EIA)	200,3 Privado 159,9 Social	560,6 Social	34,3 Social
DF-11: Defensas Fluviales en el Estero Til Til - Km 23	Estero Til Til, aguas abajo de la descarga del embalse Rungue.	Proyecto Nivel de Perfil	D.O.H.	D.O.H.	Se proponen defensas de una altura total de 5 m por sobre el fondo del cauce, considerando el efecto de peralte del flujo en la curva y además 1 m de revancha respecto del nivel de escurrimiento.	SPC	SEIA (DIA o EIA)	138,5 Privado 110,5 Social	17,3 Social	11,6 Social
DF-12: Perfilamiento del Cauce en el Estero Polpaico - Km 5	Estero Polpaico desde el Km 4,4 hasta Km 6,0.	Proyecto Nivel de Perfi	D.O.H.	D.O.H.	Se propone peraltar las riberas una altura total de 3 m por sobre el fondo del cauce, considerando el efecto de peralte del flujo en la curva y además 1 m de revancha como mínimo con respecto del nivel de escurrimiento.	SPC	SEIA (DIA o EIA)	134,8 Privado 107,61 Social	2,5 Social	10,2 Social
DF-13: Perfilamiento del Cauce en el Estero Polpaico - Km 3	Estero Polpaico desde el Km 3,0 hasta Km 4,4.	Proyecto Nivel de Perfil	D.O.H.	D.O.H.	Se propone peraltar las riberas una altura total de 4 y 5 m, respectivamente, por sobre el fondo del cauce, considerando el efecto de peralte del flujo en la curva y además 1 m de revancha como mínimo con respecto del nivel de escurrimiento.	SPC	SEIA (DIA o EIA)	58,9 Privado 47,1 Social	35,5 Social	16,8 Social
DF-14: Perfilamiento del Cauce en el estero Lampa - Km 30	Estero Lampa desde el Km 29,5 hasta Km 32,0	Proyecto Nivel de Perfi	D.O.H.	D.O.H.	Para el dimensionamiento de la sección de escurrimiento se consideró un período de retorno de 100 años. La sección de escurrimiento adoptada es de tipo trapecial con un ancho basal mínimo de 130 m, o hasta ambas riberas con defensas.	SPC	SEIA (DIA o EIA)	27,6 Privado 21,3 Social	95 Social	38,7 Social
DF-15: Perfilamiento del Cauce en el estero Lampa - Km 28	Estero Lampa desde el Km 26,7 hasta Km 28,7	Proyecto Nivel de Perfi	D.O.H.	D.O.H.	Para la protección de las riberas se proponen materializar obras de defensas de una altura total de 5 m por sobre el fondo del cauce, considerando el efecto de peralte del flujo en la curva y además 1 m de revancha mínimo respecto del nivel de escurrimiento.	SPC	SEIA (DIA o EIA)	3.116,2 Privado 2.487,4 Social	849 Social	13,3 Social

E: Costo Estudio

P: Costo Proyecto

P+E: Costo Proyecto y Estudio Combinado

NC: No Compete

CDA: Con relación a los derechos de aguas, se cuenta con los derechos de agua necesarios para su materialización.

SEIA: Debe someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental.

SPC: Debe solicitar permisos correspondientes a organismos públicos.

ND: Antecedente No Disponible.

SDA: Con relación a los derechos de aguas, se han solicitado los derechos de agua necesarios para su materialización.

RE: Requiere expropiaciones.

PRC: Debe ser sometido a aprobación del Consejo Municipal correspondiente.

Proyectos Evaluado con moneda de Abril 2007

1 US\$ = 532,3 \$

CUADRO 6.3.10-1
SÍNTESIS CARTERA DE ACCIONES Y PROYECTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
SUBSECTOR DEFENSAS FLUVIALES, MARÍTIMAS Y CAUCES NATURALES
(Continuación)

Nombre Proyecto	Ubicación y/o Área de Influencia	Situación Proyecto	Fuentes de Información	Institución Responsable	Descripción del Proyecto	Situación Legal	Situación Ambiental	Indicadores Económicos		
								Costo	VAN	TIR (%)
								(Millones \$)		
PROYECTOS NUEVOS O MODIFICADOS										
DF-16: Perfilamiento del Cauce en el estero Colina - Km 23,9	Estero Colina desde el Km 23,8 hasta Km 24,0; confluencia del estero La Leonera con el estero Colina	Proyecto Nivel de Perfil	D.O.H.	D.O.H.	Se propone emparejar el fondo del cauce y elevar las riberas en los puntos en que estas tengan una altura inferior a 2,5 m, considerando el efecto de peralte del flujo por la confluencia y además 1 m de revancha como mínimo con respecto del nivel de escurrimiento.	SPC	SEIA (DIA o EIA)	107,3 Privado 85,6 Social	19,1 Social	12,2 Social
DF-17: Defensas Fluviales en el estero Colina - Km 16,2 a 16,5	Estero Colina	Proyecto Nivel de Perfil	D.O.H.	D.O.H.	Se proponen defensas de una altura total de 4 m por sobre el fondo del cauce, considerando el efecto de peralte del flujo en la curva y además 1 m de revancha respecto del nivel de escurrimiento.	SPC	SEIA (DIA o EIA)	200,3 Privado 159,9 Social	0,3 Social	10,0 Social
DF-18: Canalización del estero Colina Km 6,0 a 9,6	Estero Colina	Proyecto Nivel de Perfil	D.O.H.	D.O.H.	Para la protección de ambas riberas se proponen defensas de una altura total de 5 m por sobre el fondo del cauce, considerando como mínimo 1 m de revancha respecto del nivel de escurrimiento. Además de las obras descritas, resulta necesario reemplazar 3 puentes viales y un puente ferroviario existentes en el tramo a canalizar, puesto que estos ejercen fuerte influencia en la disminución de capacidad del cauce.	SPC	SEIA (DIA o EIA)	8.146,5 Privado 6.503,4 Social	4.095,4 Social	15,8 Social
DF-19: Conservación defensas fluviales río Maipo, sector monte las mercedes, comuna Isla de Maipo	Río Maipo, sector, el monte de las mercedes, Isla de Maipo	Proyecto Nivel de Perfil	D.O.H.	D.O.H.	No existen obras de protección, riesgo de desborde de cauce e inundación de vivienda. A partir de las crecidas extraordinarias acontecidas los 1997 y 2000, las obras de protección materializadas en el sector fueron afectadas localmente, por lo cual se requiere su reparación y complementación, de modo de mitigar los riesgos de inundación de la localidad de Alhue. De igual modo, se requiere efectuar obras de protección aguas abajo del puente Alhue sector La Puntilla, sector donde se desarrolla un fuerte proceso de socavación de las riberas e inundaciones afectando sectores urbanos y rurales como infraestructura vial y habitacional.	ND	ND	P 76	ND	ND

E: Costo Estudio

P: Costo Proyecto

P+E: Costo Proyecto y Estudio Combinado

NC: No Compete

CDA: Con relación a los derechos de aguas, se cuenta con los derechos de agua necesarios para su materialización.

SEIA: Debe someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental.

SPC: Debe solicitar permisos correspondientes a organismos públicos.

ND: Antecedente No Disponible.

SDA: Con relación a los derechos de aguas, se han solicitado los derechos de agua necesarios para su materialización.

RE: Requiere expropiaciones.

PRC: Debe ser sometido a aprobación del Consejo Municipal correspondiente.

Proyectos Evaluado con moneda de Abril 2007

1 US\$ = 532,3 \$

CUADRO 6.3.10-1
SÍNTESIS CARTERA DE ACCIONES Y PROYECTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
SUBSECTOR DEFENSAS FLUVIALES, MARÍTIMAS Y CAUCES NATURALES
(Continuación)

Nombre Proyecto	Ubicación y/o Área de Influencia	Situación Proyecto	Fuentes de Información	Institución Responsable	Descripción del Proyecto	Situación Legal	Situación Ambiental	Indicadores Económicos		
								Costo	VAN	TIR
								(Millones \$)		(%)
DF-20: Conservación defensas fluviales río Maipo, sector puntilla de Lonquén , comuna Isla de Maipo	Río Maipo, sector puntilla de Lonquén, Isla de Maipo	Proyecto Nivel de Perfil	D.O.H.	D.O.H.	No se cuenta con obras de protección. Riesgo de inundación en terreno agrícola y centro urbano de la comuna. La población afectada es de 2,500 peronas.	ND	ND	P 149	ND	ND
DF-21: Conservación defensas fluviales río Maipo, sector aguas abajo la foresta, comuna Melipilla	Río Maipo, sector la foresta, Melipilla	Proyecto Nivel de Perfil	D.O.H.	D.O.H.	En el sector se han materializados encauzamientos los cuales han sido destruidos por las sucesivas crecidas del río. Dado que el sector producto de las crecidas de Junio del 2002 se verificaron inundaciones de sectores poblados y la erosión de terrenos agrícolas como la pérdida de cultivos, se requiere de la implementación de obras de protección con enrocados.	ND	ND	P 160	ND	ND
DF-22: Conservación defensas fluviales río colina, sector esmeralda - pte. San luis, comuna colina	Río colina, sector esmeralda pte. San luis	Proyecto Nivel de Perfil	D.O.H.	D.O.H.	Producto de las crecidas acontecidas en Junio de 2002 , se acentuaron los procesos de erosión de riberas y socavación de fondo del cauce, situación que expone a riesgos las obras de defensas existentes aguas arriba del Pte. San Luis y por ende a las poblaciones aledañas al cauce.	ND	ND	P 160	ND	ND
DF-23: Conservación defensas fluviales estero lampa, aguas arriba badén el lucero, comuna de lampa	Esterio lampa, sector localidad de lampa, el lucero	Proyecto Nivel de Perfil	D.O.H.	D.O.H.	Producto de las crecidas acontecidas en Junio de 2002 , se acentuaron los procesos de erosión de riberas, situación que expone a riesgos las obras de defensas existentes aguas arriba y aguas abajo del Badén. De acuerdo a esta situación se requiere prolongar las defensas existente de modo de consolidar las riberas y evitar la erosión y el desborde de cauce hacia las poblaciones aledañas al cauce.	ND	ND	P 238	ND	ND
DF-24: Conservación defensas fluviales río colina, sector aguas abajo pte. San luis , comuna colina	Río colina, sector localidad de colina san luis lo arcaya	Proyecto Nivel de Perfil	D.O.H.	D.O.H.	Producto de las crecidas acontecidas en Junio de 2002 , se acentuaron los procesos de erosión de riberas y socavación de fondo del cauce, situación que expone a riesgos las obras de defensas existentes aguas arriba del Pte. San Luis y por ende a las poblaciones aledañas al cauce.	ND	ND	P 240	ND	ND
DF-25: Conservación de Defensas Fluviales, en Río Clarillo, Sector El Principal, Comuna de Pirque	Río Clarillo, Sector El Principal, Pirque	Proyecto Nivel de Perfil	D.O.H.	D.O.H.	Este cauce presenta un alto grado de embancamiento , situación que propicia la disminución de la sección de escurrimiento y el desborde de cauce hacia sectores poblacionales, Parcelas de agrado y sectores agrícolas como hacia la infraestructura vial existente en el sector(Pte. Blanco y camino El Principal).	ND	ND	P 220	ND	ND

E: Costo Estudio

P: Costo Proyecto

P+E: Costo Proyecto y Estudio Combinado

NC: No Compete

CDA: Con relación a los derechos de aguas, se cuenta con los derechos de agua necesarios para su materialización.

SEIA: Debe someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental.

SPC: Debe solicitar permisos correspondientes a organismos públicos.

ND: Antecedente No Disponible.

SDA: Con relación a los derechos de aguas, se han solicitado los derechos de agua necesarios para su materialización.

RE: Requiere expropiaciones.

PRC: Debe ser sometido a aprobación del Consejo Municipal correspondiente.

Proyectos Evaluado con moneda de Abril 2007

1 US\$ = 532,3 \$

CUADRO 6.3.10-1
SÍNTESIS CARTERA DE ACCIONES Y PROYECTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
SUBSECTOR DEFENSAS FLUVIALES, MARÍTIMAS Y CAUCES NATURALES
(Continuación)

Nombre Proyecto	Ubicación y/o Área de Influencia	Situación Proyecto	Fuentes de Información	Institución Responsable	Descripción del Proyecto	Situación Legal	Situación Ambiental	Indicadores Económicos		
								Costo	VAN	TIR
								(Millones \$)		(%)
DF-25: Conservación de Defensas Fluviales, en Río Clarillo, Sector El Principal, Comuna de Pirque	Río Clarillo, Sector El Principal, Pirque	Proyecto Nivel de Perfil	D.O.H.	D.O.H.	Este cauce presenta un alto grado de embancamiento , situación que propicia la disminución de la sección de escurrimiento y el desborde de cauce hacia sectores poblacionales, Parcelas de agrado y sectores agrícolas como hacia la infraestructura vial existente en el sector(Pte. Blanco y camino El Principal).	ND	ND	P 220	ND	ND
DF-26: Conservación defensas fluviales río Angostura, Sector Las Mulas, Comuna De Paine	Río Angostura, Sector Las Mulas., Paine	Proyecto Nivel de Perfil	D.O.H.	D.O.H.	En el sector se han materializados encauzamientos los cuales han sido destruidos por las sucesivas crecidas del río. Dado que el sector producto de las crecidas acontecidas entre los años 2000 al 2002 se verificado la erosión de terrenos agrícolas como la perdida de cultivos (100 ha), se requiere en forma Urgente la implementación de obras de protección con enrocados.	ND	ND	P 220	ND	ND
DF-27: Conservación Defensas Fluviales Río Angostura, Sector Localidad de Champa, Comuna de Paine	Río Angostura, Sector Localidad De Champa. Estero Til Til Y	Proyecto Nivel de Perfil	D.O.H.	D.O.H.	Las obras de protección existentes requieren ser complementadas de modo de mitigar los efectos de erosión de riberas y los riesgos de desborde de cauce que afectarían la localidad de Champa.	ND	ND	P 225	ND	ND
DF-28: Conservación Defensas Fluviales Estero Til Til y Otros Cauces, Sector El Ventarrón, El Atajo , El Asiento , Comuna de Til Til	Otros Cauces, Sector El Ventarrón, El Atajo , El Asiento .	Proyecto Nivel de Perfil	D.O.H.	D.O.H.	Estos cauces presentan un alto grado de embancamiento , situación que propicia la disminución de la sección de escurrimiento y el desborde de cauce hacia sectores poblacionales de Til Til.	ND	ND	P 100	ND	ND
DF-29: Conservación Defensas Fluviales Río Mapocho, Sector Cerro La Virgen - Pte. Pelvin, Comuna de Peñaflor	Río Mapocho, Sector Localidad De Peñaflor Cerro La Virgen	Proyecto Nivel de Perfil	D.O.H.	D.O.H.	El cauce en el sector presenta un alto grado de embancamiento , con riberas deprimidas de baja altura respecto al fondo del cauce (terraza de inundación), sobre las cuales se dispone población urbana de la localidad de Peñaflor e infraestructura Industrial (Empresa Bata).	ND	ND	P 220	ND	ND
DF-30: Conservación defensas fluviales río Mapocho, sector Aguas Abajo Pte. Rinconada de Maipú, Comuna de Maipú	Río Mapocho, Sector Rinconada De Maipú	Proyecto Nivel de Perfil	D.O.H.	D.O.H.	El cauce en el sector presenta un alto grado de embancamiento ,producto de las crecidas de Junio de 2002 se evidencio el desborde del cauce, inundando la Población J. Olivares y la socavación del Camino Rinconada de Maipú.	ND	ND	P 220	ND	ND
DF-31: Conservación defensas fluviales Estero Lampa, Aguas Abajo Badén El Lucero, Comuna De Lampa	Estero Lampa, sector localidad de Lampa, El Lucero	Proyecto Nivel de Perfil	D.O.H.	D.O.H.	Producto de las crecidas acontecidas en Junio de 2002 , se acentuaron los procesos de erosión de riberas, situación que expone a riesgos las obras de defensas existentes aguas arriba y aguas abajo del Badén. De acuerdo a esta situación se requiere prolongar las defensas existente de modo de consolidar las riberas y evitar la erosión y el desborde de cauce hacia las poblaciones aledañas al cauce.	ND	ND	P 149	ND	ND

E: Costo Estudio

P: Costo Proyecto

P+E: Costo Proyecto y Estudio Combinado

NC: No Compete

CDA: Con relación a los derechos de aguas, se cuenta con los derechos de agua necesarios para su materialización.

SEIA: Debe someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental.

SPC: Debe solicitar permisos correspondientes a organismos públicos.

ND: Antecedente No Disponible.

SDA: Con relación a los derechos de aguas, se han solicitado los derechos de agua necesarios para su materialización.

RE: Requiere expropiaciones.

PRC: Debe ser sometido a aprobación del Consejo Municipal correspondiente.

Proyectos Evaluado con moneda de Abril 2007

1 US\$ = 532,3 \$

CUADRO 6.3.10-1
SÍNTESIS CARTERA DE ACCIONES Y PROYECTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
SUBSECTOR DEFENSAS FLUVIALES, MARÍTIMAS Y CAUCES NATURALES
(Continuación)

Nombre Proyecto	Ubicación y/o Área de Influencia	Situación Proyecto	Fuentes de Información	Institución Responsable	Descripción del Proyecto	Situación Legal	Situación Ambiental	Indicadores Económicos		
								Costo	VAN	TIR
								(Millones \$)		(%)
DF-32: Conservación defensas fluviales río Mapocho, sector el Trapiche, comuna de Peñaflor	Río Mapocho, sector localidad de Peñaflor el Trapiche	Proyecto Nivel de Perfil	D.O.H.	D.O.H.	El cauce en el sector presenta un alto grado de embancamiento, con riberas deprimidas de baja altura respecto al fondo del cauce (terraza de inundación), sobre las cuales se dispone población urbana de la localidad de Peñaflor e infraestructura Industrial (Empresa Bata).	ND	ND	P 220	ND	ND
DF-33: Conservación defensas fluviales estero Lampa, sector lo Vargas , comuna de Lampa	Esterio Lampa, sector localidad de Lampa, lo Vargas	Proyecto Nivel de Perfil	D.O.H.	D.O.H.	Producto de las crecidas acontecidas en Junio de 2002 , se acentuaron los procesos de erosión de riberas, situación que expone a riesgos las obras de defensas existentes aguas arriba y aguas abajo del Badén. De acuerdo a esta situación se requiere prolongar las defensas existente de modo de consolidar las riberas y evitar la erosión y el desborde de cauce hacia las poblaciones aledañas al cauce.	ND	ND	P 220	ND	ND
DF-34: Conservación defensas fluviales río Angostura, sector Hospital, comuna de Paine	Río Angostura, sector Hospital.	Proyecto Nivel de Perfil	D.O.H.	D.O.H.	En el sector se han materializados encauzamientos los cuales han sido destruidos por las sucesivas crecidas del río. Dado que el sector producto de las crecidas acontecidas entre los años 2000 al 2002 se verificado la erosión de terrenos agrícolas como la perdida de cultivos (100 Hás), se requiere en forma Urgente la implementación de obras de protección con enrocados.	ND	ND	P 170	ND	ND
DF-35: Conservación defensas fluviales río Mapocho, sector Pte. Rinconada de Maipú, comuna de Maipú	Río Mapocho, sector Rinconada de Maipú	Proyecto Nivel de Perfil	D.O.H.	D.O.H.	El cauce en el sector presenta un alto grado de embancamiento ,producto de las crecidas de Junio de 2002 se evidencio el desborde del cauce, inundando la Población J. Olivares y la socavación del Camino Rinconada de Maipú.	ND	ND	P 100	ND	ND
DF-36: Conservación defensas fluviales río Mapocho, sector el Guanaco, comuna de Peñaflor	Río Mapocho, sector localidad de Peñaflor, el Guanaco	Proyecto Nivel de Perfil	D.O.H.	D.O.H.	El cauce en el sector presenta un alto grado de embancamiento , con riberas deprimidas de baja altura respecto al fondo del cauce (terraza de inundación), sobre las cuales se dispone población urbana de la localidad de Peñaflor e infraestructura Industrial (Empresa Bata).	ND	ND	P 120	ND	ND

Fuente: Elaboración propia

E: Costo Estudio

P: Costo Proyecto

P+E: Costo Proyecto y Estudio Combinado

NC: No Compete

CDA: Con relación a los derechos de aguas, se cuenta con los derechos de agua necesarios para su materialización.

SEIA: Debe someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental.

SPC: Debe solicitar permisos correspondientes a organismos públicos.

ND: Antecedente No Disponible.

SDA: Con relación a los derechos de aguas, se han solicitado los derechos de agua necesarios para su materialización.

RE: Requiere expropiaciones.

PRC: Debe ser sometido a aprobación del Consejo Municipal correspondiente.

Proyectos Evaluado con moneda de Abril 2007

1 US\$ = 532,3 \$

CUADRO 6.3.11-1
SÍNTESIS CARTERA DE ACCIONES Y PROYECTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
SUBSECTOR DEFENSAS PAISAJÍSTICO, TURISMO Y RECREACIONAL

Nombre Proyecto	Ubicación y/o Área de Influencia	Situación Proyecto	Fuentes de Información	Institución Responsable	Descripción del Proyecto	Situación Legal	Situación Ambiental	Indicadores Económicos		
								Costo	VAN	TIR (%)
								(Millones \$)		
PROYECTOS INCLUIDOS EN EL ESTUDIO BASES										
TU-01: Mapocho Navegable	Río Mapocho en el Gran Santiago	Nivel de Idea	Fundación Futuro	Fundación Futuro	Consiste en instalar diecinueve esclusas o compuertas regulables en forma automática de manera de regular el cauce del río durante los períodos en que su caudal lo permita, en áreas estratégicas del cauce. Desde el Puente San Enrique por el oriente hasta Puente Américo Vespucio por el poniente. Además, se considera la realización de un plan maestro para unir estas zonas por medio de áreas verdes y parques públicos, además de otros sectores que puedan considerar un desarrollo que incluyan esclusas adicionales.	Deberá someterse a DGA, DOH, además contar con autorización del Ministerio de Bienes Nacionales. MINVU	SEIA	E 16.489	ND	ND
TU-02: Plan de Desarrollo Turístico y Recreacional entorno a los Cauces	Esterio Colina, los sectores de Chicauma, La Palma, El Membrillo y Ruta 5 en el estero Lampa, estero Las Cruces.	Nivel de Idea	D.O.H.	D.O.H.	El potencial de desarrollo de este tipo de actividades debe investigarse en función de la demanda actual y futura, y de las condiciones naturales y el equipamiento que se puede ofrecer. Dicho potencial debe definirse por una instancia superior con carácter técnico-normativo que sea capaz de evaluar los focos de interés sin ir en desmedro del desarrollo sustentable en la perspectiva técnica-legal y ambiental.	NC	NC	ND	NC	NC
TU-03: Plan de Aprovechamiento Turístico y Desarrollo Ecológico de Zonas Frecuentemente Inundables	Zona media y baja del cauce del estero Lampa	Nivel de Idea	D.O.H.	D.O.H.	El Plan definirá directrices que permitan al municipio, considerar dicho aspecto en su plan regulador comunal, estableciendo usos compatibles con el requerimiento de aprovechar turística y ecológicamente las áreas inundables, restringidas o confinadas por obras físicas de menor envergadura, liberando así las zonas adyacentes de inundación y permitiendo su desarrollo futuro.	NC	NC	ND	NC	NC

Fuente: Elaboración propia

E: Costo Estudio

P: Costo Proyecto

P+E: Costo Proyecto y Estudio Combinado

NC: No Compete

CDA: Con relación a los derechos de aguas, se cuenta con los derechos de agua necesarios para su materialización.

SEIA: Debe someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental.

SPC: Debe solicitar permisos correspondientes a organismos públicos.

ND: Antecedente No Disponible.

SDA: Con relación a los derechos de aguas, se han solicitado los derechos de agua necesarios para su materialización.

RE: Requiere expropiaciones.

PRC: Debe ser sometido a aprobación del Consejo Municipal correspondiente.

Proyectos Evaluado con moneda de Abril 2007

1 US\$ = 532,3 \$

CUADRO 6.3.12-1
SÍNTESIS CARTERA DE ACCIONES Y PROYECTOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAIPO
SUBSECTOR MANEJO BOSQUE NATIVO

Nombre Proyecto	Ubicación y/o Área de Influencia	Situación Proyecto	Fuentes de Información	Institución Responsable	Descripción del Proyecto	Situación Legal	Situación Ambiental	Indicadores Económicos		
								Costo	VAN	TIR
								(Millones \$)		(%)
PROYECTOS INCLUIDOS EN EL ESTUDIO BASES										
BO-01: Plan de Desarrollo Forestal en Zonas Ribereñas Estero Lampa	Quebradas afluentes al estero Lampa distribuidas en las comunas de Til Til y Lampa	Nivel de Idea	D.O.H.	D.O.H.	El Plan considera la realización de las siguientes actividades: la revisión de antecedentes sobre la erosión y su caracterización en cauces afluentes al estero Lampa; la caracterización de la cobertura vegetal y de suelos en el área de estudio, tomando como base los antecedentes proporcionados en el “Plan Maestro de Evacuación y Drenaje de Aguas Lluvias de la Provincia de Chacabuco, RM” (DOH-2002); la caracterización del estado actual de los suelos en relación a su erosión; la evolución de la situación futura de suelos; la determinación de medidas para mitigar, restaurar o compensar los procesos erosivos que se detecten identificando y cuantificando dichas medidas.	NC	NC	ND	NC	NC

Fuente: Elaboración propia

E: Costo Estudio

NC: No Compete

ND: Antecedente No Disponible.

P: Costo Proyecto

CDA: Con relación a los derechos de aguas, se cuenta con los derechos de agua necesarios para su materialización.

SDA: Con relación a los derechos de aguas, se han solicitado los derechos de agua necesarios para su materialización.

P+E: Costo Proyecto y Estudio Combinado

SEIA: Debe someterse al Sistema de Evaluación del Impacto Ambiental.

RE: Requiere expropiaciones.

SPC: Debe solicitar permisos correspondientes a organismos públicos.

PRC: Debe ser sometido a aprobación del Consejo Municipal correspondiente.

Proyectos Evaluado con moneda de Abril 2007

1 US\$ = 532,3 \$

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

7.1 GENERALIDADES

El objetivo de este capítulo es definir los objetivos prioritarios para diseñar el plan director, y la injerencia del MOP y de otras instituciones públicas. 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 que se realizaron según la metodología presentada anteriormente en el Anexo 4-3 junto con los resultados detallados que se obtuvieron de este trabajo. A continuación se presentan a modo de resumen los principales resultados obtenidos:

En el primer taller, realizado en las ciudades de Santiago y Melipilla, se tuvieron como resultado los principales problemas percibidos por los participantes presentes en la cuenca – según ámbito – y las soluciones para éstos¹. Aquellos problemas que se han identificado como relevantes son:



Ámbito Infraestructura

Melipilla

- Deficiente Tecnificación del Riego, Inadecuada Regulación del Recurso Hídrico, Necesidad de Nueva Infraestructura, Falta de Mantenimiento a la Infraestructura Existente

Santiago

- Falta de Nueva Infraestructura, Falta Mejoramiento de la Infraestructura Existente, Deficiente Planificación

Ámbito Recurso Hídrico

Melipilla

- Falta de Medidas No – Estructurales, Escasez del Recurso Hídrico, Uso Ineficiente del Recurso Hídrico

Santiago

- Disponibilidad del Recurso Hídrico, Ineficiencia en el Uso del Recurso Hídrico, Contaminación del Recurso Hídrico

¹ El análisis de soluciones solamente fue tratado en el taller realizado en Santiago.

Ámbito Legal

Melipilla

- Inflexibilidad Normativa, Debilidad del Aparato Institucional, Inadecuada Cultura Jurídica;

Sanitago

- Problemas de Eficacia Normativa, Debilidad Institucional (Ámbito Público), Deficiencia en la Técnica Normativa;

Ámbito Medioambiental

Melipilla

- Falta de Cultura Ambiental, Debilidad Institucional, Contaminación Hídrica.

Santiago

- Deficiencias en Marco Legal y Fiscalización, Falta de Educación Medioambiental, Deficiencias en Calidad del Agua, Inadecuada Coordinación de Organismos.

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.

7.2 METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DE OBJETIVOS

En primer lugar, se comienza con la lista preliminar de 30 objetivos prioritarios según lo definido en los Términos de Referencia del estudio, los que se reproducen a continuación:

1. Regular los cauces naturales (embalses), de modo de mejorar la disponibilidad en la época de estiaje
2. Mejorar la infraestructura de riego. Nuevas obras de captación y distribución de aguas. Riego tecnificado
3. Mejorar la captación y la conducción actual de los recursos hídricos de modo de obtener un uso eficiente de los mismos
4. Mejorar las condiciones de drenaje, de modo de mejorar las condiciones de riego
5. Dotar de servicios de agua potable y recolección de aguas servidas con disposición final, a las localidades rurales
6. Incentivos y desincentivos (tarifas, restricciones, subsidios)
7. Mejorar la conducción y evacuación de aguas lluvias
8. Disminuir y/o controlar los daños producidos por las inundaciones y/o erosiones generadas por los cauces naturales
9. Mejorar y ampliar las redes de monitoreo de los recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos

10. Evaluar la disponibilidad de los recursos hídricos subterráneos: sobreexplotación de acuíferos
11. Obtener un manejo integral de los cauces, que conjugue fijación de deslindes, extracción de áridos y determinación de zonas con riesgo de inundación
12. Mejorar la disponibilidad legal de los recursos hídricos, en relación con los derechos de aprovechamiento
13. Evaluar el impacto del cobro de patentes por no uso de derechos de agua
14. Recuperar y/o conservar los suelos en la cuenca
15. Saneamiento de los cursos de agua superficiales de la cuenca. Reducción de la contaminación de las aguas. Plantas de Tratamiento
16. Evaluar técnica y ambientalmente la incidencia sobre la cuenca de los embalses de relave abandonados, en operación y proyectados
17. Planes de nuevos desarrollos hidroeléctricos
18. Evaluar los caudales mínimos ambientales en la cuenca
19. Definir medidas de manejo, restauración y control de la erosión
20. Mejorar el aprovechamiento paisajístico-turístico-recreacional del río
21. Conocer y localizar los humedales presentes en la región
22. Fortalecimiento de las organizaciones de usuarios
23. Mejorar la coordinación entre instituciones públicas, de modo de abordar tareas comunes en forma efectiva y optimizando el uso de los recursos
24. Mejorar la gestión de las instituciones de modo que aborden sus funciones a cabalidad
25. Mejorar la productividad y rentabilidad de los pequeños agricultores
26. Sistema de riego para el secano costero
27. Trasvases de agua
28. Propender a un uso eficiente de los recursos hídricos
29. Generar y mantener una visión integral de la cuenca
30. Necesidad de mejorar el accionar de las municipalidades

Una vez conocidos los objetivos ya expuestos, el equipo consultor² trabajó en la definición de los Objetivos Generales y Prioritarios del Plan Director, los que expresan los propósitos últimos a alcanzar con él. Los objetivos generales presentan los grandes lineamientos que se le desea dar al Plan Director, y los objetivos prioritarios presentan los trabajos específicos para ayudar a lograr los objetivos generales. En este trabajo por ejemplo se consideró que los objetivos 25 y 28 fueron considerados lo suficientemente generales como para ser incorporados en el grupo de objetivos generales. Finalmente, los objetivos generales resultantes se presentan

² En este trabajo participaron los siguientes profesionales:

- Felipe Espinoza Contreras, Jefe de Proyecto
- Scarlett Vásquez Paulus, Especialista Hidrología
- Jorge Vergara Castro, Especialista Agronómico
- Claudia Lizana Zapata, Ingeniero Recursos Naturales Renovables
- Yuri Castillo Ávalos, Ingeniero Recursos Naturales Renovables
- Karina Palacios Quezada, Ingeniero Recursos Naturales Renovables (E)

en el Acápite 7.3, y en lo que sigue se presenta la metodología para la definición de los objetivos prioritarios.

Para continuar se agruparon los objetivos prioritarios originales restantes en las diferentes áreas temáticas consideradas:

- Cantidad de Agua (C)
- Calidad del Agua y Medioambiente (M)
- Infraestructura (I)
- Legal (L)
- Gestión (G)

Posteriormente se analizaron los objetivos prioritarios agrupados. Para esto, se realizaron reuniones de trabajo al interior del equipo consultor, en la que se presentaron los resultados del primer taller a quienes no asistieron a éstos, para posteriormente analizar los objetivos en forma grupal. De esta manera, se propusieron modificaciones a algunos de los objetivos originales y se propusieron nuevos objetivos, fruto del análisis y discusión del trabajo grupal, tomando siempre como un importante insumo las actividades de participación ciudadana, además de la experiencia del equipo consultor. Posteriormente, se clasificaron los diferentes objetivos según la siguiente nomenclatura:

P	=	objetivos propuestos o modificados como resultado del Taller 1 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

Adicionalmente se le asignó un número a cada objetivo, de manera que el trabajo posterior de definición de pertinencia MOP o de otras entidades públicas pueda efectuarse en una forma simple. El resultado de este trabajo se puede encontrar en el Anexo 7-1, y fue la base para el Taller 2 de Participación Ciudadana, en el cual – mediante la metodología detallada en el Anexo 4-3 – se procedió a la corrección de los objetivos, y a su priorización, por parte de los participantes. Una vez realizado el Taller, se analizaron nuevamente los objetivos, de manera de estudiar la pertinencia de cada uno de los cambios realizados.

A modo de resumen, se presenta el Cuadro 7.2-1, que muestra que del total de objetivos propuestos, el 57,5% de ellos proviene de la actividad de participación ciudadana #1. Adicionalmente, sólo 4 de ellos corresponden a objetivos originales, ya que se consideró necesario modificar los objetivos inicialmente propuestos para hacerlos más adecuados para los objetivos que se persiguen con la formulación del Plan Director.

CUADRO 7.2-1
RESUMEN OBJETIVOS PRIORITARIOS PRELIMINARES
FORMULACIÓN PLAN DIRECTOR CUENCA RÍO MAIPO

ÁMBITO	PROCEDENCIA OBJETIVO				TOTAL
	O	M	C	P	
Cantidad Recursos (C)	-	2	2	5	9
Calidad del Agua y Medio Ambiente (M)	2	-	4	9	15
Infraestructura (I)	2	1	2	9	14
Legal (L)	-	3	2	5	10
Gestión (G)	-	1	11	13	25
TOTAL	4	7	21	41	72

Fuente: Elaboración Propia

7.3 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.

7.4 OBJETIVOS PRIORITARIOS POR ÁREA TEMÁTICA JERARQUIZADOS

En este acápite se presentan los resultados del Taller de Participación Ciudadana #2, cuyos resultados se encuentran en el Anexo 4-3. En este taller se priorizaron los

objetivos prioritarios presentados, los que previamente fueron analizados por los participantes, y en algunos casos fueron modificados para hacerlos mas relevantes. En el Cuadro 7.4-1 se presenta un resumen de los objetivos prioritarios, el que muestra que un 62,7% de ellos proviene de las actividades de participación ciudadana.

Los significados de las siglas utilizadas en los siguientes cuadros son:

- 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 7.4-1
RESUMEN OBJETIVOS PRIORITARIOS JERARQUIZADOS
FORMULACIÓN PLAN DIRECTOR CUENCA RÍO MAIPO**

ÁMBITO	PROCEDENCIA OBJETIVO					TOTAL
	O	M	C	P1	P2	
Cantidad Recursos (C)	0	2	0	1	3	6
Calidad del Agua y Medio Ambiente (M)	2	0	4	9	4	19
Infraestructura (I)	1	1	2	8	1	13
Legal (L)	0	1	2	4	1	8
Gestión (G)	0	1	10	8	7	26
TOTAL	3	5	18	30	16	72

Fuente: Elaboración Propia

En lo que sigue se presentan los objetivos prioritarios priorizados de acuerdo a los resultados del trabajo de Participación Ciudadana #2. A cada objetivo se le asignó un número 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.

7.4.1 ÁMBITO: CANTIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

En este ámbito se identificaron 6 objetivos prioritarios, de los cuales 2 fueron modificados por este Consultor, 1 propuesto en el primer taller de participación

ciudadana y 3 como resultado del segundo taller de participación ciudadana. Los objetivos prioritarios se presentan para su análisis en el Cuadro 7.4.1-1.

CUADRO 7.4.1-1
OBJETIVOS PRIORITARIOS CUENCA
ÁMBITO: CANTIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

#	Tipo	Objetivo	Puntaje
C01	P2	Propender e incentivar un uso eficiente de los recursos hídricos, mediante la disminución de pérdidas en el sistema de captación, conducción, distribución y aplicación	100,0
C02	P2	Estudiar la factibilidad de regular los recursos hídricos a través de la construcción de embalses, de modo de mejorar su disponibilidad	88,9
C03	P2	Evaluar la ubicación actual de las estaciones de monitoreo de los recursos hídricos y el posible mejoramiento de la red (Fluviométricas y pluviométricas)	77,8
C04	M	Estudiar la factibilidad de explotación hidroeléctrica respetando los usos existentes	11,1
C05	P1	Conocer la oferta de agua sujeta a la restricción de caudales ecológicos	11,1
C06	M	Evaluar la necesidad y factibilidad técnica de trasvases de agua	0,0

Fuente: Elaboración Propia

7.4.2 ÁMBITO: CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y MEDIOAMBIENTE

Los objetivos prioritarios se presentan para su análisis en el Cuadro 7.4.2-1. En este ámbito se identificaron 19 objetivos prioritarios, de los cuales 2 son originales, 4 fueron propuestos por el consultor, 9 se prepararon a partir de los resultados del primer taller de participación ciudadana, y 4 fueron propuestos en el segundo taller de participación ciudadana.

CUADRO 7.4.2-1
OBJETIVOS PRIORITARIOS CUENCA RÍO MAIPO
ÁMBITO: CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y MEDIOAMBIENTE

#	Tipo	Objetivo	Puntaje
M01	P1	Prevenir y mitigar la contaminación de los cursos de agua superficiales (naturales y artificiales) y sistemas subterráneos de la Cuenca	100,0
M02	P1	Recuperar y/o conservar los suelos en la Cuenca afectados por erosión, desertificación, contaminación, y fenómenos de remoción en masa	81,8
M03	P1	Evaluar los caudales ecológicos ambientales en la Cuenca, mediante el estudio de una metodología conocida y validada en conjunto con los actores involucrados	72,7
M04	P2	Normar el uso y conservación de los lechos (extracción de áridos)	72,7
M05	P1	Mejorar y ampliar la representatividad, fiscalización y pertinencia de las redes de monitoreo de calidad de aguas tanto a nivel superficial como subterráneo	72,7
M06	P1	Relevar la temática medioambiental y de cuencas a la educación formal y no formal	72,7
M07	P2	Identificar y proteger los humedales y otras áreas naturales, presentes en la región	63,6
M08	P1	Conocer las necesidades de saneamiento de los cursos de aguas superficiales de la Cuenca, con el fin de reducir la contaminación de las aguas, y definir el emplazamiento de obras y plantas de tratamiento necesarias	54,5
M09	C	Evaluar el impacto ambiental de los posibles desarrollos hidroeléctricos	27,3
M10	P2	Generar mecanismos para la recolección de los residuos voluminosos (domésticos)	27,3
M11	O	Evaluar sustentablemente el aprovechamiento paisajístico-turístico-recreacional del río	18,2
M12	P2	Evaluar la contaminación de las aguas lluvias y sus efectos (Ej. por expansión de asfalto y otros)	18,2
M13	O	Evaluar técnica y ambientalmente la incidencia sobre la Cuenca de los embalses de relave abandonados, en operación y proyectados	18,2
M14	P1	Evaluar la viabilidad ambiental de la infiltración artificial hacia el sistema subterráneo	9,1
M15	P1	Evaluar efecto de los pesticidas en el agua de riego	9,1
M16	C	Evaluar la necesidad de nuevos parámetros de medición en lo que respecta a aspectos biológicos y químicos	9,1
M17	C	Evaluar el cambio climático en lo que respecta a sus efectos en variables agroclimáticas y ecológicas	9,1
M18	C	Evaluar efectos e impactos de la lluvia ácida en la cuenca	0,0
M19	P1	Evaluar la reutilización de efluentes tratados de aguas servidas, especialmente de las provenientes de plantas de tratamiento	0,0

Fuente: Elaboración Propia

7.4.3 ÁMBITO: INFRAESTRUCTURA

En este ámbito se identificaron 13 objetivos prioritarios, de los cuales 1 es original, 1 fue modificado, 2 propuesto por este Consultor, 8 propuestos como resultado de la primera actividad de participación ciudadana, y 1 como resultado de la segunda actividad de participación ciudadana. Los objetivos prioritarios se presentan para su análisis en el Cuadro 7.4.3-1.

CUADRO 7.4.3-1
OBJETIVOS PRIORITARIOS CUENCA RÍO MAIPO
ÁMBITO: INFRAESTRUCTURA

#	Tipo	Objetivo	Puntaje
I01	P1	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, la migración de superficie agrícola desde riego tradicional a riego tecnificado, y otros tipos de obras tales como trasvases de cuencas	100,0
I02	P2	Analizar las distintas alternativas para el manejo de aguas lluvias	54,5
I03	P1	Evaluar la contaminación de los cursos de agua superficiales (naturales y artificiales) y sistemas subterráneos de la Cuenca a través de una red de medición	40,9
I04	P1	Mejorar la captación y la conducción actual de los recursos hídricos de modo de obtener un uso eficiente de los mismos	36,4
I05	P1	Evaluar la necesidad de obras para una correcta medición de la cantidad de los recursos superficiales y el arrastre de sedimentos	31,8
I06	P1	Evaluar el diseño e instalación de obras para la protección de aluviones y control de crecidas	22,7
I07	P1	Dotar de servicios de agua potable y recolección de aguas servidas con disposición final, a las localidades rurales	18,2
I08	P1	Evaluar la viabilidad técnica de embalses subterráneos	18,2
I09	C	Actualizar el diseño de obras de mejoramiento existentes para el PROM (Programa de Obras Mayores)	13,6
I10	P1	Estudiar obras para la infiltración artificial de la napa subterránea	4,5
I11	O	Proponer medidas para mejorar las condiciones de drenaje, de modo de mejorar las condiciones de riego (excluyendo los humedales)	4,5
I12	C	Evaluar la viabilidad de sitios para la instalación de infraestructura hidroeléctrica	4,5
I13	M	Evaluar viabilidad técnica de Sistema de riego para el Secano Costero	0,0

Fuente: Elaboración Propia

7.4.4 ÁMBITO: LEGAL

En este ámbito se identificaron 8 objetivos prioritarios, de los cuales 1 fue modificado, 2 fueron propuestos por este Consultor, 4 objetivos fueron propuestos como resultado del primer taller de participación ciudadana, y 1 fue propuesto en el segundo taller de participación ciudadana. Los objetivos prioritarios se presentan para su análisis en el Cuadro 7.4.4-1.

CUADRO 7.4.4-1
OBJETIVOS PRIORITARIOS CUENCA RÍO MAIPO
ÁMBITO: LEGAL

#	Tipo	Objetivo	Puntaje
L01	P1	Normar la protección de las aguas subterráneas en términos de calidad y de cantidad, e introducir este criterio a la planificación territorial	100,0
L02	P2	Evaluar y motivar la posibilidad de reuso de las aguas servidas. Atender en particular el caso de las plantas de tratamiento	83,3
L03	M	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 (Ej. Tránsito de aguas)	83,3
L04	P1	Conocer el impacto del cobro de patentes por no uso de derechos de agua (Ej. Reserva técnica de las sanitarias)	33,3
L05	C	Evaluar modificaciones a la legislación para garantizar la viabilidad del caudal ecológico bajo condiciones de agotamiento legal del recurso	33,3
L06	C	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	33,3
L07	P1	Definir el marco legal para el adecuado aprovechamiento de las aguas de infiltración artificial al sistema subterráneo	16,7
L08	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)	0,0

Fuente: Elaboración Propia

7.4.5 ÁMBITO: GESTIÓN

Finalmente, en este ámbito se identificaron 26 objetivos prioritarios, de los cuales 1 fue modificado, 10 fueron propuestos por este Consultor, 8 fueron propuestos como resultado del trabajo del primer taller de participación ciudadana y 6 fueron propuestos en el segundo taller de participación ciudadana. Los objetivos prioritarios se presentan para su análisis en el Cuadro 7.4.5-1.

CUADRO 7.4.5-1
OBJETIVOS PRIORITARIOS CUENCA RÍO MAIPO
ÁMBITO: GESTIÓN

#	Tipo	Objetivo	Puntaje
G01	P2	Incorporar las conclusiones del Plan Director en los instrumentos de planificación territorial	100,0
G02	P1	Lograr un manejo integral de los cauces, conjugando fijación de deslindes, propiedad fiscal, extracción de áridos y determinación de zonas con riesgo de inundación (tales como lo estipulado en Planes Maestro de manejo de cauces elaborados por la DOH)	85,7
G03	P2	Disminuir y/o controlar los daños producidos por las inundaciones y/o erosiones generadas por los cauces naturales (Ej. Mediante sistemas de alerta temprana administrados por agencias públicas y las organizaciones de usuarios, que considere distintos escenarios de operación)	85,7
G04	P2	Mejorar coordinación entre instituciones públicas y privadas, de modo de abordar tareas comunes en forma efectiva y optimizando el uso de los recursos, con énfasis en el mejoramiento del accionar de las municipalidades en conjunto con las organizaciones de usuarios de aguas y agencias públicas pertinentes, en cuanto a 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	78,6
G05	P1	Capacitar a los actores responsables de la fiscalización - públicos y privados - en una correcta medición de los parámetros de calidad	78,6
G06	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)	78,6
G07	P2	Implementar medidas tendientes a disminuir contaminación del agua (Ej. gestiones entre empresas y distribuidores, dilución, reutilización, y reciclaje, promoción de sistemas de producción más amigables con el medioambiente como producción limpia, etc.)	71,4
G08	P2	Optimizar el uso y acceso a la información sobre la disponibilidad de los recursos hídricos subterráneos y superficiales (Ej. sistemas de monitoreo permanente y modelos de simulación)	64,3
G09	C	Promover la transferencia de información de los sistemas de información geográfica pertenecientes a instituciones públicas y organizaciones de usuarios	64,3
G10	C	Favorecer el perfeccionamiento de profesionales - tanto de instituciones públicas, como de organizaciones de usuarios - para manejar los sistemas de soporte de decisión	64,3
G11	C	Analizar la operación integral de los sistemas de riego, hidroeléctricos, regulación para riego, regulación de crecidas y otros a través de información SIG de estado de obras	50,0
G12	C	Coordinar y promover el desarrollo de pequeños proyectos de generación hidroeléctrica, con énfasis en la participación de organizaciones de usuarios de aguas	35,7
G13	P2	Promover un uso planificado de los recursos hídricos mediante el uso de estudios de simulación de distintos escenarios en lo que respecta al uso del agua	35,7

CUADRO 7.4.5-1
OBJETIVOS PRIORITARIOS CUENCA RÍO MAIPO
ÁMBITO: GESTIÓN
(Continuación)

#	Tipo	Objetivo	Puntaje
G14	P1	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	28,6
G15	P1	Definir los mecanismos presupuestarios para una adecuada mantención y operación de las redes de medición	28,6
G16	C	Evaluar, proponer y promover formas pertinentes de participación de las organizaciones de usuarios en la administración de las aguas subterráneas	28,6
G17	P2	Difundir, proponer y promover instrumentos de incentivo (subsidios, fomento) y desincentivo (tarifas, restricciones), tanto públicos como privados, para proyectos vinculados con el uso de los recursos hídricos	21,4
G18	P1	Generar un cambio en los hábitos de la población en cuanto a: la disposición de residuos sólidos domiciliarios y agrícolas en zonas rurales, mal uso del agua, etc.	21,4
G19	P1	Promover, desarrollar habilidades y capacitar a las organizaciones de usuarios de aguas en sistemas de actualización de los registros de usuarios	21,4
G20	P1	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)	14,3
G21	C	Mejorar el sistema de recolección de residuos sólidos domiciliarios a nivel rural	14,3
G22	M	Fortalecer a las organizaciones de usuarios de aguas, mediante el co- financiamiento de programas de apoyo	7,1
G23	C	Favorecer el reconocimiento de los sistemas de riego por parte de las organizaciones de usuarios	7,1
G24	C	Promover la mayor participación y respaldo a garantías de las organizaciones de usuarios de aguas en los proyectos de mejoramiento de infraestructura PROM	0,0
G25	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	0,0
G26	C	Elaborar planes de contingencia en caso de sequía que disminuyan efectos en los diferentes sectores de uso	0,0

Fuente: Elaboración Propia

7.5 ANÁLISIS PERTINENCIA DE LAS INICIATIVAS PÚBLICAS EN LA CUENCA

7.5.1 MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

Una vez actualizados los objetivos prioritarios mediante el procedimiento antes descrito, se ha procedido a analizar mediante matrices la pertinencia de los objetivos, los proyectos y las instituciones del MOP.

En primer lugar se han codificado cada uno de los objetivos prioritarios actualizados para analizar su pertinencia a través de una matriz con las instituciones pertenecientes al MOP, los que se muestran en los Cuadros 7.5.1-1 a 7.5.1-5, para cada área temática. En este listado se han considerado las siguientes reparticiones:

- Dirección General de Aguas (DGA)
- Dirección de Obras Hidráulicas (DOH)
- Dirección de Vialidad (DV)
- Unidad Gestión Ambiental y Territorial (UGAT)
- Dirección de Planeamiento (PLAN)
- Obras Portuarias (OP)

Es importante indicar que este análisis de pertinencia se basa en la información provista en el Capítulo 3 en el que se presentaron las atribuciones y responsabilidades de cada una de las reparticiones públicas que de alguna manera se relacionan con el manejo del recurso hídrico.

CUADRO 7.5.1-1
MATRIZ DE INCIDENCIA OBJETIVOS PRIORITARIOS c/r
REPARTICIONES MOP
ÁMBITO: CANTIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Objetivo	DGA	DOH	DV	UGAT	PLAN	OP
C01		X				
C02	X	X			X	
C03	X					
C04	X					
C05	X					
C06	X	X				

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 7.5.1-2
MATRIZ DE INCIDENCIA OBJETIVOS PRIORITARIOS c/r
REPARTICIONES MOP
ÁMBITO: CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y
MEDIO AMBIENTE

Objetivo	DGA	DOH	DV	UGAT	PLAN	OP
M01	X			X		
M02	X	X				
M03	X					
M04	X	X				
M05	X					
M06	X					
M07	X					
M08	X			X	X	
M09	X			X		
M10						
M11	X					
M12	X	X				
M13	X					
M14	X					
M15	X					
M16	X					
M17	X					
M18	X					
M19	X					

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 7.5.1-3
MATRIZ DE INCIDENCIA OBJETIVOS PRIORITARIOS c/r
REPARTICIONES MOP
ÁMBITO: INFRAESTRUCTURA

Objetivo	DGA	DOH	DV	UGAT	PLAN	OP
I01	X	X				
I02		X				
I03	X					
I04		X				
I05	X					
I06		X				
I07		X				
I08	X					
I09		X				
I10	X	X				
I11		X				
I12	X					
I13		X				

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 7.5.1-4
MATRIZ DE INCIDENCIA OBJETIVOS PRIORITARIOS c/r
REPARTICIONES MOP
ÁMBITO: LEGAL

Objetivo	DGA	DOH	DV	UGAT	PLAN	OP
L01	X					
L02	X	X				
L03	X					
L04	X					
L05	X					
L06	X	X				
L07	X					
L08	X					

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 7.5.1-5
MATRIZ DE INCIDENCIA OBJETIVOS PRIORITARIOS c/r
REPARTICIONES MOP
ÁMBITO: GESTIÓN

Objetivo	DGA	DOH	DV	UGAT	PLAN	OP
G01	X			X		
G02	X	X		X		
G03	X	X	X			
G04	X	X	X	X	X	X
G05	X					
G06	X				X	
G07	X					
G08	X					
G09	X	X	X		X	X
G10	X	X	X	X	X	X
G11		X				
G12						
G13	X	X				
G14	X					
G15	X				X	
G16	X					
G17	X	X				
G18	X					
G19	X					
G20	X	X	X		X	X
G21						
G22	X				X	
G23	X	X				
G24		X				
G25	X			X		
G26	X	X				

Fuente: Elaboración Propia

7.5.2 OTRAS ENTIDADES PÚBLICAS

De la misma manera que se realizó el análisis para las dependencias del MOP, se realizó un análisis para otras entidades públicas. Este análisis se presenta en el Cuadro 7.5.2-1 a 7.5.2-5. para cada uno de los ámbitos analizados. En este listado se han considerado las siguientes instituciones:

- Comisión Nacional de Riego (CNR)
- Corporación Nacional Forestal (CONAF)
- Corporación Nacional del Medio Ambiente (CONAMA)
- Comisión Nacional de Energía (CNE)
- Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR)
- Corporación de Fomento (CORFO)
- Servicio Nacional de Capacitación y Empleo (SENCE)
- Ministerio de Educación (MINEDUC)

El análisis de pertinencia de las instituciones públicas se realizó siguiendo los mismos lineamientos usados para evaluar la sección anterior.

CUADRO 7.5.2-1
MATRIZ DE INCIDENCIA OBJETIVOS PRIORITARIOS
c/r REPARTICIONES PÚBLICAS
ÁMBITO: CANTIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Objetivo	CNR	CONAF	CONAMA	CNE	SERNATUR	CORFO	SENCE	MINEDUC
C01	X							
C02	X		X					
C03								
C04	X		X	X		X		
C05			X					
C06								

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 7.5.2-2
MATRIZ DE INCIDENCIA OBJETIVOS PRIORITARIOS
c/r REPARTICIONES PÚBLICAS
ÁMBITO: CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y MEDIO AMBIENTE

Objetivo	CNR	CONAF	CONAMA	CNE	SERNATUR	CORFO	SENCE	MINEDUC
M01	X		X					
M02		X				X		
M03			X					
M04		X			X			
M05			X					
M06			X		X			X
M07			X		X			
M08	X		X					
M09			X	X				
M10			X					
M11			X		X			
M12								
M13			X					
M14								
M15								
M16								
M17			X					
M18			X					
M19	X		X					

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 7.5.2-3
MATRIZ DE INCIDENCIA OBJETIVOS PRIORITARIOS
c/r REPARTICIONES PÚBLICAS
ÁMBITO: INFRAESTRUCTURA

Objetivo	CNR	CONAF	CONAMA	CNE	SERNATUR	CORFO	SENCE	MINEDUC
I01	X							
I02								
I03			X					
I04								
I05								
I06								
I07								
I08			X					
I09								
I10			X					
I11	X	X						
I12	X			X				
I13	X							

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 7.5.2-4
MATRIZ DE INCIDENCIA OBJETIVOS PRIORITARIOS
c/r REPARTICIONES PÚBLICAS
ÁMBITO: LEGAL

Objetivo	CNR	CONAF	CONAMA	CNE	SERNATUR	CORFO	SENCE	MINEDUC
L01			X					
L02	X							
L03								
L04								
L05								
L06	X							
L07								
L08			X					

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 7.5.2-5
MATRIZ DE INCIDENCIA OBJETIVOS PRIORITARIOS
c/r REPARTICIONES PÚBLICAS
ÁMBITO: GESTIÓN

Objetivo	CNR	CONAF	CONAMA	CNE	SERNATUR	CORFO	SENCE	MINEDUC
G01								
G02			X					
G03		X						
G04	X	X	X	X	X	X	X	X
G05	X		X					
G06			X					X
G07			X			X		
G08								
G09	X							
G10	X	X	X	X				
G11	X			X				
G12	X			X				
G13	X		X					
G14	X							
G15								
G16	X							
G17	X	X	X	X		X	X	
G18			X		X			
G19	X							
G20	X	X	X					
G21			X					
G22	X							
G23	X							
G24								
G25			X					
G26	X							

Fuente: Elaboración Propia

7.5.3 RESUMEN DE RESULTADOS

Para completar este análisis, se presentan los Cuadros 7.5.3-1 y 7.5.3-2 que presentan un resumen con el número de objetivos asociados a cada repartición pública según ámbito. En ellos se puede ver que la repartición del MOP que mayor injerencia tiene en los objetivos prioritarios es la DGA, mientras que otra repartición pública con gran injerencia es la CONAMA.

En cuanto a las reparticiones del MOP con menor incidencia, estas son: la dirección de vialidad y la dirección de obras portuarias. Esto se debe a que – por sus atribuciones – son las instituciones con un mayor grado de especificidad en lo que respecta al recurso hídrico, por lo que su campo de acción es muy limitado y focalizado en este sentido, y la relación con el recurso hídrico resulta tangencial. En el caso de otras reparticiones públicas, las más restringidas son el SERNATUR, el SENCE y el Ministerio de Educación. En los 3 casos la razón es similar al caso anterior.

En cada uno de los cuadros, el número total de objetivos por repartición puede no coincidir con el número total de objetivos, debido a que para un mismo objetivo existen una o más instituciones públicas con injerencia.

CUADRO 7.5.3-1
DISTRIBUCIÓN OBJETIVOS POR ÁMBITO
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

ÁMBITO	DGA	DOH	DV	UGAT	PLAN	OP
C	5	3	0	0	1	0
M	18	3	0	3	1	0
I	6	9	0	0	0	0
L	8	2	0	0	0	0
G	22	12	5	5	7	4
Total	59	29	5	8	9	4

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 7.5.3-2
DISTRIBUCIÓN OBJETIVOS POR ÁMBITO
REPARTICIONES PÚBLICAS

ÁMBITO	CNR	CONAF	CONAMA	CNE	SERNATUR	CORFO	SENCE	MINEDUC
C	3	0	3	1	0	1	0	0
M	3	2	13	1	4	1	0	1
I	4	1	3	1	0	0	0	0
L	2	0	2	0	0	0	0	0
G	15	5	12	5	2	3	2	2
Total	27	8	33	8	4	5	2	3

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, se presenta en los Cuadros 7.5.3-3 a 7.5.3-7 un resumen con la cantidad total de instituciones asociadas a cada objetivo, según ámbito.

CUADRO 7.5.3-3
RESUMEN INCIDENCIA OBJETIVOS PRIORITARIOS E INSTITUCIONES
ÁMBITO: CANTIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Objetivo	Institución		
	MOP	Otros	Total
C01	1	1	2
C02	3	2	5
C03	1	0	1
C04	1	4	5
C05	1	1	2
C06	2	0	2
Total	9	8	17

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 7.5.3-4
RESUMEN INCIDENCIA OBJETIVOS PRIORITARIOS E INSTITUCIONES
ÁMBITO: CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y MEDIO AMBIENTE

Objetivo	Institución		
	MOP	Otros	Total
M01	2	2	4
M02	2	2	4
M03	1	1	2
M04	2	2	4
M05	1	1	2
M06	1	3	4
M07	1	2	3
M08	3	2	5
M09	2	2	4
M10	0	1	1
M11	1	2	3
M12	1	0	1
M13	1	1	2
M14	1	0	1
M15	1	0	1
M16	1	0	1
M17	1	1	2
M18	1	1	2
M19	1	2	3
Total	24	25	49

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 7.5.3-5
RESUMEN INCIDENCIA OBJETIVOS PRIORITARIOS E INSTITUCIONES
ÁMBITO: INFRAESTRUCTURA

Objetivo	Institución		
	MOP	Otros	Total
I01	2	1	3
I02	1	0	1
I03	1	1	2
I04	1	0	1
I05	1	0	1
I06	1	0	1
I07	1	0	1
I08	1	1	2
I09	1	0	1
I10	2	1	3
I11	1	2	3
I12	1	2	3
I13	1	1	2
Total	15	9	24

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 7.5.3-6
RESUMEN INCIDENCIA OBJETIVOS PRIORITARIOS E INSTITUCIONES
ÁMBITO: LEGAL

Objetivo	Institución		
	MOP	Otros	Total
L01	1	1	2
L02	2	1	3
L03	1	0	1
L04	1	0	1
L05	1	0	1
L06	2	1	3
L07	1	0	1
L08	1	1	2
Total	10	4	14

Fuente: Elaboración Propia

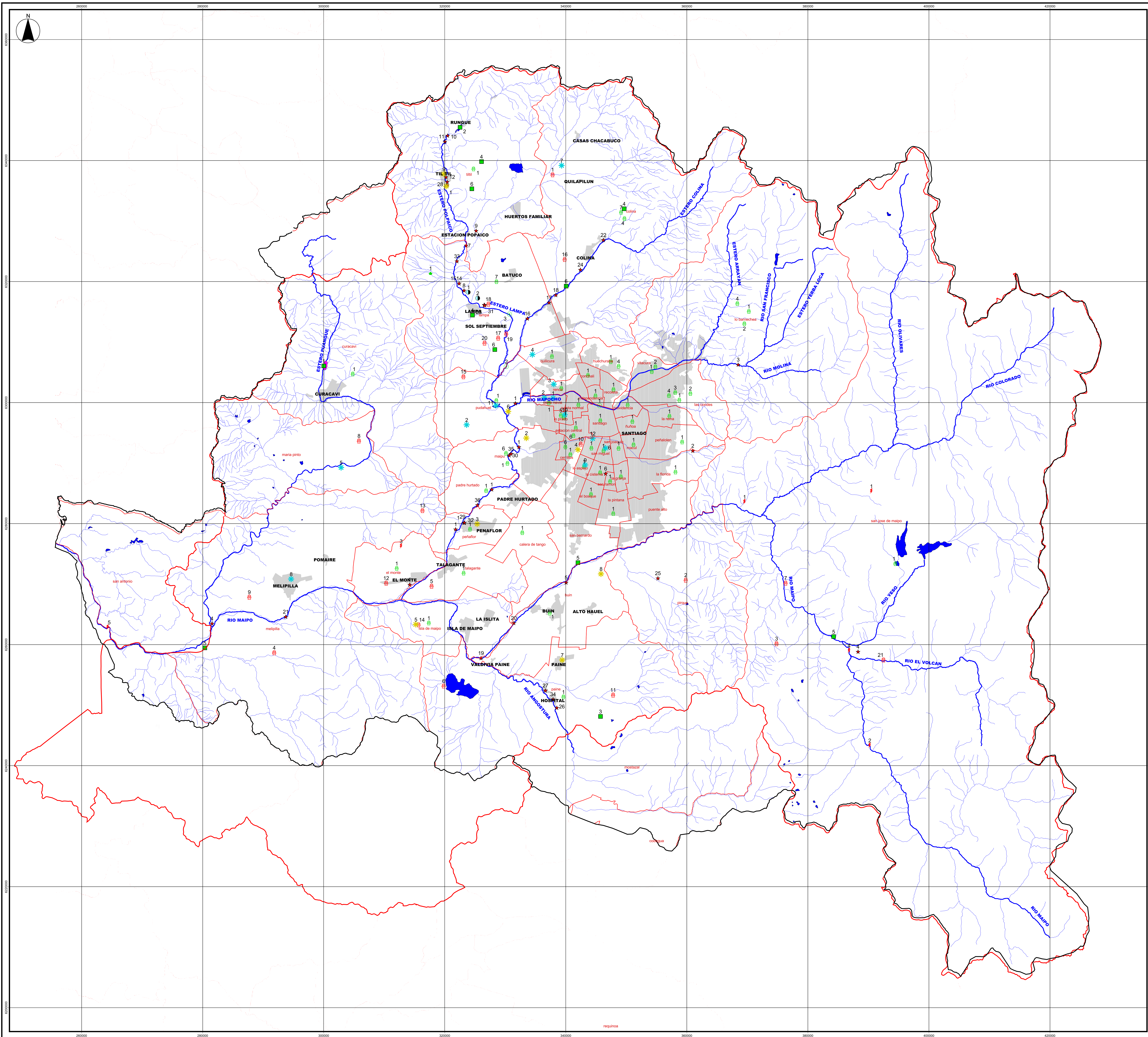
CUADRO 7.5.3-7
RESUMEN INCIDENCIA OBJETIVOS PRIORITARIOS E INSTITUCIONES
ÁMBITO: GESTIÓN

Objetivo	Institución		
	MOP	Otros	Total
G01	2	0	2
G02	3	1	4
G03	3	1	4
G04	6	8	14
G05	1	2	3
G06	2	2	4
G07	1	2	3
G08	1	0	1
G09	5	1	6
G10	6	4	10
G11	1	2	3
G12	0	2	2
G13	2	2	4
G14	1	1	2
G15	2	0	2
G16	1	1	2
G17	2	6	8
G18	1	2	3
G19	1	1	2
G20	5	3	8
G21	0	1	1
G22	2	1	3
G23	2	1	3
G24	1	0	1
G25	2	1	3
G26	2	1	3
Total	55	46	101

Fuente: Elaboración Propia

7.6 RELACIÓN ESPACIAL-PROYECTOS

El objetivo de este acápite es presentar la relación espacial de los proyectos. Para esto se presenta en la Figura 7.6-1 la distribución espacial de los proyectos identificados en el capítulo 6. Esta figura se complementa con el Cuadro 7.6-1 que muestra la distribución de proyectos por comuna. En primer lugar se observa que la mayor concentración de proyectos se detecta en la comuna de Lampa, y en segundo lugar Colina y San José de Maipo. Es importante notar que estas comunas son rurales y la mayor densidad de proyectos se refiere a la instalación de sistemas de Agua Potable Rural y defensas fluviales. Es importante indicar que la suma en el Cuadro 7.6-1 no cuadra con el número total de proyectos, ya que algunos proyectos abarcan más de una comuna, como es el caso de los proyectos de riego.



ID	Subsector	Proyecto
1	Riego	Mejoramiento de Riego en el Valle del Paque
2	Riego	Reparación Embalse Rangap
3	Riego	Mejoramiento Sistema de Riego Chica Cuitin
4	Riego	Diagnostico Riego Provincia Chacabuco
5	Riego	Diagnostico Obras de Reglacion Cauce Mapo
6	Riego	Cofia Lampa Ti Titi
7	Agua Potable	Instalacion APR Oculiquim
8	Agua Potable	Rehabilitacion APR Chinitue
9	Agua Potable	Rehabilitacion APR La Viluma
10	Agua Potable	Instalacion de Las Lunas de Culpan
11	Agua Potable	APR Sector el Curato
12	Agua Potable	Rehabilitacion APR Rangue Los Hornos
13	Agua Potable	Rehabilitacion APR El Melocoton
14	Agua Potable	Rehabilitacion APR La Ovalle
15	Agua Potable	Mejoramiento APR Huachun
16	Agua Potable	Planta AP Portal Boconirico
17	Agua Potable	Mejoramiento APR Santa Maria Las Turbas
18	Agua Potable	Mejoramiento APR La Red
19	Agua Potable	Mejoramiento APR Santa Elena
20	Agua Potable	Mejoramiento APR Gatico
21	Agua Potable	Mejoramiento APR Noviciado Peraltio
22	Agua Potable	Mejoramiento APR Santa Elena
23	Agua Potable	Mejoramiento APR Chorritas
24	Agua Potable	Mejoramiento APR el Baden
25	Agua Potable	Mejoramiento APR El Taco
26	Agua Potable	Mejoramiento APR Liguane
27	Agua Potable	Mejoramiento APR El Volcan
28	Defensas Fluvial	Obras Fudales Rio Maipo Rural
29	Defensas Fluvial	Obras Quebrada de Mauc
30	Defensas Fluvial	Muena Cuenca Mapocho Oriente
31	Defensas Fluvial	Diagnostico Plan Maestro Rio Maipo
32	Defensas Fluvial	Levantamiento Topografico
33	Defensas Fluvial	Proteccion Proyeccion Defensas Fluviales
34	Defensas Fluvial	Regulation Uso Cauce y Suelo Adyacente
35	Defensas Fluvial	Plan Ordenamiento Extraccion de Arroyos
36	Defensas Fluvial	Inspeccion Buques Cauce de Riego
37	Defensas Fluvial	Defensas Estero Ti Ti
38	Defensas Fluvial	Defensas Estero Ti Ti
39	Defensas Fluvial	Perfaramento Cauce Estero Polajato
40	Defensas Fluvial	Perfaramento Cauce Estero Polajato
41	Defensas Fluvial	Perfaramento Cauce Estero Polajato
42	Defensas Fluvial	Perfaramento Cauce Estero Polajato
43	Defensas Fluvial	Perfaramento Cauce Estero Polajato
44	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
45	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
46	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
47	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
48	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
49	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
50	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
51	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
52	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
53	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
54	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
55	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
56	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
57	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
58	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
59	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
60	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
61	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
62	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
63	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
64	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
65	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
66	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
67	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
68	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
69	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
70	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
71	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
72	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
73	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
74	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
75	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
76	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
77	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
78	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
79	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
80	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
81	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
82	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
83	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
84	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
85	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
86	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
87	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
88	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
89	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
90	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
91	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
92	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
93	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
94	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
95	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
96	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
97	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
98	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
99	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
100	Defensas Fluvial	Defensas Cauce Estero Colina
101	Energia	Sistema Mapo Alto Afallai Ti
102	Energia	Central Chacaras
103	Energia	Estimacion Potencial Hidroelectrico Obras de Riego RM
104	Energia	Central Hidroelectrica Melocoton
105	Energia	Central Hidroelectrica Cabramba
106	Agua Sanitarias	PTAS Ti Ti
107	Agua Sanitarias	PTAS Nogales
108	Agua Sanitarias	Saneamiento Sector Aguas Claras Potoflor
109	Agua Sanitarias	Infraestructura Sanitaria Portal Boconirico
110	Agua Sanitarias	Acantillarito Pato Centro
111	Agua Sanitarias	Diagnostico Calidad de Servicio Recoleccion Aguas Servidas
112	Agua Sanitarias	Acantillarito Pato Centro
113	Agua Sanitarias	Acantillarito San Ramon
114	Agua Sanitarias	Ampliacion Acantillarito Ti Ti
115	Agua Livianas	Colector JI Perez
116	Agua Livianas	Colector La Honda
117	Agua Livianas	Colector Nueva Infancia

<p>Limite Cuasas Maipo Administrativos Límites de costa Hydrografía Lagunas y Embalses Zonas Urbanas Nuevo Alto Maipo Nuevo Embalse</p>	<p>SIMBOLOGIA</p> <ul style="list-style-type: none"> Agua Potable Defensas Fluvial Aguas Lluvias Aguas Servidas Bosque Nativo 	<p>Sub Sectors</p> <ul style="list-style-type: none"> Empresas Sanitarias Energía Recursos Hídricos Riego Turístico
<p>Datos Cartográficos Proyecto UTM Transversal Mercator Datum 1956 Zona 18 Datum 1956</p>		<p>Datos Geodésicos Esquema WGS 1984 Datum 1984 Zona 18 Datum 1984</p>
<p>GOBIERNO DE CHILE MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS</p>		
<p>CONSEJEROS LUIS ARRIAGA DEL CANTO CONGILA TORRES DE INGENIERÍA INGENIERO EN AGUAS</p>	<p>PROYECTO DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS INGENIERO EN AGUAS</p>	<p>PLANO DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE PREVEDICTOS POR EL PLAN DE AGUAS INGENIERO EN AGUAS</p>
<p>DIRECTOR GENERAL DE AGUAS SR. ROSALBA WEINER</p>	<p>JEFE DE DEPARTAMENTO SR. PEDRO RIVERA</p>	<p>INSPECCIÓN FISCAL SR. ANDRÉS ARRABAGA</p>
<p>ESCALA 1:200000</p>	<p>FIGURA 7-5-1</p>	<p>FECHA MAYO DE 2008</p>

CUADRO 7.6-1
DISTRIBUCIÓN PROYECTOS POR COMUNA

COMUNA	Agua Potable	Alcantarillado Aguas Lluvias	Alcantarillado Aguas Servida	Bosque Nativo	Defensas Fluviales	Energía	Recursos Hídricos	Riego	Turístico	Empresas Sanitarias	Total
Buín	0	0	1	0	3	0	0	0	0	1	5
Calera de Tango	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Cerrillos	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	4
Cerro Navia	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	3
Colina	2	1	0	0	3	0	0	2	0	2	10
Conchalí	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Curacaví	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2
El Bosque	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
El Monte	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	4
Estación Central	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Huechuraba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Independencia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Isla De Maipo	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3
La Cisterna	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2
La Florida	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2
La Granja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
La Pintana	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
La Reina	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Lampa	4	0	0	1	8	0	2	2	1	1	19
Las Condes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
Lo Barnechea	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	4
Lo Espejo	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Lo Prado	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	3
Macúl	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Maipú	0	0	1	0	3	0	0	0	0	2	6
María Pinto	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Melipilla	3	1	0	0	2	0	0	0	0	0	6
Nuñoa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Padre Hurtado	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	3
Paine	2	0	1	0	3	0	0	1	0	1	8
Pedro Aguirre Cerda	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Peñaflor	0	0	1	0	4	0	0	0	0	1	6
Peñalolén	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Pirque	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2
Providencia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Pudahuel	1	2	1	0	1	0	0	0	1	1	7
Quilicura	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Quinta Normal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Recoleta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Renca	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
San Bernardo	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
San Joaquín	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
San José de Maipo	3	0	0	0	1	3	0	1	0	1	9
San Miguel	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
San Ramón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Santiago	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Talagante	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Til-Til	0	0	2	0	7	0	0	3	0	1	13
Vitacura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Total	21	13	9	1	42	4	2	11	3	57	163

FUENTE: Elaboración Propia

7.7 RELACIÓN OBJETIVOS PRIORITARIOS-PROYECTOS

La última parte del análisis permite ligar los objetivos prioritarios con los proyectos previamente identificados en el Capítulo 6, lo que se muestra en el Cuadro 7.7-1. Esta relación se define por la comparación entre el fin último tanto de los objetivos como de los proyectos, de manera de identificar de que manera un proyecto puede ayudar a materializar un objetivo dado. Por otra parte, y en lo que respecta al Plan Director, el establecimiento de estas relaciones permitirá conocer cuáles objetivos presentan proyectos que permiten alcanzarlo y a cuáles objetivos deben plantearse nuevas actividades para el logro de ellos.

CUADRO 7.7-1
RELACIÓN PROYECTOS – OBJETIVOS PRIORITARIOS

CÓDIGO PROYECTO	OBJETIVOS PRIORITARIOS RELACIONADOS CON PROYECTOS									
RI-01	C01	C02	M02	I01	I04	I09	G08	G12	G13	
RI-02	C01	M02	I01	I04						
RI-03	C01	C06	M02	I01	I04	I09	G13			
RI-04	C01	I01	I05	I09	G08	G12	G13			
RI-05	C01	C02	C04	C06	I01	I05	I09	G08	G12	G13
RI-06	C01	C04	C06	M02	I01	I04	I09	G08	G12	G13
AP-01	C01	I07								
AP-02	C01	I07								
AP-03	C01	I07								
AP-04	C01	I07								
AP-05	C01	I07								
AP-06	C01	I07								
AP-07	C01	I07								
AP-08	C01	I07								
AP-09	C01	I07								
AP-10	C01	I07								
AP-11	C01	I07								
AP-12	C01	I07								
AP-13	C01	I07								
AP-14	C01	I07								
AP-15	C01	I07								
AP-16	C01	I07								
AP-17	C01	I07								
AP-18	C01	I07								
AP-19	C01	I07								
AP-20	C01	I07								
AP-21	C01	I07								
ES-01	C01	M01	M08	I04	L02	L04				
ES-02	C01	M01	M08	I04	L04					
ES-03	C01	M01	M08	I04	L04					
ES-04	C01	M01	M08	I04	L04					
ES-05	C01	M01	M08	I04	L04					
ES-06	C01	M01	M08	I04	L04					
ES-07	C01	M01	M08	I04	L04					
EN-01	C04	M09								
EN-02	C04	M09								
EN-03	C04	M09	I12	G12						
EN-04	C04	M09								

CUADRO 7.7-1
RELACIÓN PROYECTOS – OBJETIVOS PRIORITARIOS
(Continuación)

CÓDIGO PROYECTO	OBJETIVOS PRIORITARIOS RELACIONADOS CON PROYECTOS			
EN-05	C04	M09		
AS-01	M08	I07		
AS-02	M08	I07		
AS-03	M08	I07		
AS-04	M08	I07		
AS-05	M08	I07		
AS-06	M08	I07		
AS-07	M08	I07		
AS-08	M08	I07		
AS-09	M08	I07		
AL-01	I02			
AL-02	I02			
AL-03	I02			
AL-04	I02			
AL-05	I02			
AL-06	I02			
AL-07	I02			
AL-08	I02			
AL-09	I02			
AL-10	I02			
AL-11	I02			
AL-12	I02			
RH-01	M02	G04		
RH-02	M02	M04	G02	
DF-01	M02	I06	G02	G03
DF-02	M02	I06	G03	
DF-03	M02	I06	G03	
DF-04	M02	I06	G02	
DF-05	M02	M03	I06	G02
DF-06	M02	I06	G03	
DF-07	M02	M04	I06	G03
DF-08	M02	M04	I06	G03
DF-09	M02	I06	G03	
DF-10	M02	I06	G03	
DF-11	M02	I06	G03	
DF-12	M02	I06	G03	

CUADRO 7.7-1
RELACIÓN PROYECTOS – OBJETIVOS PRIORITARIOS
(Continuación)

CÓDIGO PROYECTO	OBJETIVOS PRIORITARIOS RELACIONADOS CON PROYECTOS		
DF-13	M02	I06	G03
DF-14	M02	I06	G03
DF-15	M02	I06	G03
DF-16	M02	I06	G03
DF-17	M02	I06	G03
DF-18	M02	I06	G03
DF-19	M02	I06	G03
DF-20	M02	I06	G03
DF-21	M02	I06	G03
DF-22	M02	I06	G03
DF-23	M02	I06	G03
DF-24	M02	I06	G03
DF-25	M02	I06	G03
DF-26	M02	I06	G03
DF-27	M02	I06	G03
DF-28	M02	I06	G03
DF-29	M02	I06	G03
DF-30	M02	I06	G03
DF-31	M02	I06	G03
DF-32	M02	I06	G03
DF-33	M02	I06	G03
DF-34	M02	I06	G03
DF-35	M02	I06	G03
DF-36	M02	I06	G03
TU-01	M04	M11	
TU-02	M02	M11	
TU-03	M04	M11	
BO-01	M02	M04	

Fuente: Elaboración Propia

7.8 ANÁLISIS DE LAS RELACIONES ENCONTRADAS

Para completar el análisis presentado, se incluye en los Cuadros 7.8-1 a 7.8-5 un resumen en el que se presenta el número de proyectos por sub-sector productivo que fue asociado a un objetivo en particular. Adicionalmente, en el Cuadro 7.8-6 se

presenta un resumen en el que se presenta el número de objetivos con y sin proyecto asociados a cada uno de los ámbitos siendo analizados. Estos cuadros muestran claramente que sólo 23 de los objetivos quedan representados por los proyectos identificados, y que deben generarse proyectos que permitan satisfacer las necesidades de los 52 objetivos que no tienen asociado un proyecto.

A partir del Cuadro 7.8-6 se puede concluir el énfasis especial que se debe dar a los proyectos de los ámbitos legal y gestión, ya que serán estos los que permitirán establecer procedimientos legales y facilitar la coordinación entre las instituciones, lo que configurará la posibilidad de realización de ciertos proyectos de los otros ámbitos.

CUADRO 7.8-1
RESUMEN PROYECTOS
SEGÚN SUB-SECTOR PRODUCTIVO
ÁMBITO: CANTIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Objetivo	Riego	A. Potable	E. Sanitarias	Energía	A. Servidas	A. Lluvias	R. Hídricos	D. Fluviales	Turístico	B. Nativo	Situación
C01	6	21	7								CP
C02	2										CP
C03											SP
C04	2			5							CP
C05											SP
C06	2										CP
Total	12	21	7	5	0	0	0	0	0	0	-

CP: Este Objetivo Tiene Asociado al Menos 1 Proyecto

SP: Este Objetivo No Tiene Asociado Proyectos

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 7.8-2
RESUMEN PROYECTOS
SEGÚN SUB-SECTOR PRODUCTIVO
ÁMBITO: CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y MEDIOAMBIENTE

Objetivo	Riego	A. Potable	E. Sanitarias	Energía	A. Servidas	A. Lluvias	R. Hídricos	D. Fluviales	Turístico	B. Nativo	Situación
M01			7							1	CP
M02	4							36	1		CP
M03								1			CP
M04								3	2	1	CP
M05											SP
M06											SP
M07											SP
M08			7		9						CP
M09				5							SP
M10											SP
M11									3		CP
M12											SP
M13											SP
M14											SP
M15											SP
M16											SP
M17											SP
M18											SP
M19											SP
Total	4	0	14	5	9	0	0	40	6	2	-

CP: Este Objetivo Tiene Asociado al Menos 1 Proyecto

SP: Este Objetivo No Tiene Asociado Proyectos

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 7.8-3
RESUMEN PROYECTOS
SEGÚN SUB-SECTOR PRODUCTIVO
ÁMBITO: INFRAESTRUCTURA**

Objetivo	Riego	A. Potable	E. Sanitarias	Energía	A. Servidas	A. Lluvias	R. Hídricos	D. Fluviales	Turístico	B. Nativo	Situación
I01	6										CP
I02						12					CP
I03											SP
I04	4		7								CP
I05	2										CP
I06			36								CP
I07		21			9						CP
I08											SP
I09	5										CP
I10											SP
I11											SP
I12				1							CP
I13											SP
Total	17	21	43	1	9	12	0	0	0	0	-

CP: Este Objetivo Tiene Asociado al Menos 1 Proyecto

SP: Este Objetivo No Tiene Asociado Proyectos

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 7.8-4
RESUMEN PROYECTOS
SEGÚN SUB-SECTOR PRODUCTIVO
ÁMBITO: LEGAL

Objetivo	Riego	A. Potable	E. Sanitarias	Energía	A. Servidas	A. Lluvias	R. Hídricos	D. Fluviales	Turístico	B. Nativo	Situación
L01											SP
L02			1								CP
L03											SP
L04			7								CP
L05											SP
L06											SP
L07											SP
L08											SP
Total	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	-

CP: Este Objetivo Tiene Asociado al Menos 1 Proyecto

SP: Este Objetivo No Tiene Asociado Proyectos

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 7.8-5
RESUMEN PROYECTOS
SEGÚN SUB-SECTOR PRODUCTIVO
ÁMBITO: GESTIÓN**

Objetivo	Riego	A. Potable	E. Sanitarias	Energía	A. Servidas	A. Lluvias	R. Hídricos	D. Fluviales	Turístico	B. Nativo	Situación
G01											SP
G02							1	3			CP
G03								35			CP
G04											SP
G05											SP
G06											SP
G07											SP
G08	4										CP
G09											SP
G10											SP
G11											SP
G12	4			1							CP
G13	5										CP
G14											SP
G15											SP
G16											SP
G17											SP
G18											SP
G19											SP
G20											SP
G21											SP
G22											SP
G23											SP
G24											SP
G25											SP
G26											SP
Tabla	13	0	0	1	0	0	1	38	0	0	-

CP: Este Objetivo Tiene Asociado al Menos 1 Proyecto

SP: Este Objetivo No Tiene Asociado Proyectos

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 7.8-6
RESUMEN RELACIÓN ÁMBITOS/PROYECTOS

Ámbito	Con Proyecto	Sin Proyecto
Cantidad	4	2
Calidad	6	13
Infraestructura	8	5
Legal	2	6
Gestión	5	21
Total	25	47

Fuente: Elaboración Propia

7.9 ANÁLISIS DE LAS RELACIONES ENTRE OBJETIVOS GENERALES Y PRIORITARIOS

Con el fin de completar el análisis realizado, se presenta en el Cuadro 7.9-1 un resumen entre objetivos generales y objetivos prioritarios relacionados. Este cuadro muestra los objetivos prioritarios que ayudan de alguna manera a contribuir al cumplimiento de los objetivos generales. Se observa que cada objetivo prioritario se relaciona con al menos un objetivo general.

CUADRO 7.9-1
RELACIÓN OBJETIVOS GENERALES Y PRIORITARIOS
POR ÁMBITO DE ANÁLISIS

Objetivo General	ÁMBITO					TOTAL
	C	M	I	L	G	
OG-01	03, 05	04, 05, 07, 08, 09, 14, 17	05	01, 03, 04, 08	01, 02, 03, 08, 09, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 26	32
OG-02	01, 02, 04, 06	05, 08, 09, 11, 14, 17, 19	01, 02, 03, 04, 08, 10, 11, 12	01, 02, 04, 05, 07	02, 06, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 22, 24	34
OG-03	-	02, 04, 05, 06, 07, 08, 10, 12, 13, 15, 16, 18, 19	03, 07, 10	01, 02, 03, 06, 07	05, 06, 07, 18, 21	26
OG-04	02, 04, 09	10, 19	02, 03, 07, 09	01, 02, 05, 06, 07	02, 04, 12, 13, 17, 18, 20, 24, 25, 26	24
OG-05	01, 02, 03, 04, 06	02, 03, 04, 07, 08, 09, 11, 13, 17, 19	06	01, 02, 05, 06	01, 02, 03, 04, 06, 11, 12, 13, 16, 22, 23, 26	32
OG-06	-	05	03	-	01, 02, 04, 07, 09, 10, 16, 17, 20, 22, 26	13
OG-07	01, 02, 06	02, 08, 10, 17	01, 03, 04, 06, 07, 09, 10, 11, 13	01, 03, 06, 08	03, 04, 05, 07, 08, 12, 17, 24, 26	29
TOTAL						190

Fuente: Elaboración Propia

8. MODELO MAGIC-MAIPO

8.1 INTRODUCCIÓN

La cuenca del río Maipo es una de las más estudiadas del país. En el año 1975 se comenzaron por parte de la DGA (Dirección General de Aguas) los primeros estudios que dicen relación con la planificación del uso del recurso agua en la Cuenca de Santiago, con el estudio “Planificación del Uso de los Recursos de Agua en la Cuenca de Santiago, IPLA-DGA”, y ya en el año 1993 con los primeros intentos de modelación según se presenta en el estudio “Bases para la Modelación del Sistema de Recursos Hídricos de la Cuenca de Santiago, BF Ingenieros Consultores”.

Posteriormente, en el año 2000, la empresa AC Ingenieros Consultores-por encargo de la DGA-modeló la cuenca del río Maipo-Mapocho mediante una modelación específica para la cuenca. En este contexto se implementó el modelo MOS, y se obtuvo los primeros resultados para una modelación integrada de la cuenca.

Al mismo tiempo, la DGA desde el año 2000, se encontraba desarrollando un modelo matemático de tipo genérico, llamado MAGIC, para ser usado en diferentes cuencas de Chile, entre ellas el río Maipo.

A continuación, en el año 2004, en un trabajo conjunto para la CNR (Comisión Nacional de Riego) y la DGA, la empresa GCF Ingenieros Consultores implementó por primera vez el río Maipo con el software MAGIC, pero a través de una plataforma SIG.

Por otra parte, y en el marco del estudio de Bases del Plan Director Fase I, la empresa consultora Conic-BF mejoró los datos del Modelo MAGIC, en términos de su calibración y dio los primeros lineamientos de base para el Plan Director. Finalmente, la CNR contrató el estudio “Diagnóstico de Caudales en Cuencas No Controladas en Recuperación, Cuencas de Aconcagua y Maipo”, terminado en octubre 2007, en el que se actualizó y se mejoró la modelación MAGIC-Maipo en términos topológicos y de actualización de los principales parámetros físicos de detalle.

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 resumen, el actual proyecto de modelación del Río Maipo se basa en los siguientes estudios:

- Los estudios de la Ref. 1, Ref. 7, Ref. 13 que fueron presentados en el Capítulo 2

Por otra parte, el modelo MAGIC queda descrito en los siguientes estudios de la DGA:

MAGIC 1. Modelación Analítica, Genérica e Integrada de Cuencas: Manual de Referencia Técnica, SIT N°107, Agosto 2005, DGA

MAGIC 2. Modelación Analítica, Genérica e Integrada de Cuencas: Manual de Usuario, SIT N°107, Agosto 2005, DGA

Finalmente, la aplicación del modelo MAGIC a las cuencas de los ríos Aconcagua, Choapa, Elqui, Limarí, y Maule se presenta en los siguientes estudios:

App. 1: Estudio e Implementación de Modelos Hidrológicos Acoplados a SIG para el Manejo y Planificación en las Cuencas de Aconcagua y Maipo. CNR-Centro de Estudios en Percepción Remota y SIG, 2004.

App. 2: Aplicación de Metodologías para Determinar la Eficiencia de Uso del Agua. Estudio de Caso en la Región de Coquimbo, Gobierno Regional - Región de Coquimbo. CAZALAC con la Asesoría de Rodhos Asesorías y Proyectos Ltda., 2006.

App. 3: Estudio e Implementación de Modelos Hidrológicos Acoplados a SIG Para el Manejo y Planificación, Cuencas de Maule, Mataquito e Itata. CNR-DGA, Junio 2006. GCF Ingenieros Consultores Ltda.

En estos estudios se presenta la aplicación del modelo MAGIC en diferentes estados de implementación. Por ejemplo, en los estudios de la Ref. 1 y 13, el modelo incluye el tratamiento de los sectores urbanos para la cuenca del Maipo, lo que no se incluye en los estudios de la App. 2 y 3, en los cuales se aplicó el modelo MAGIC a las cuencas de los ríos Elqui, Limarí, Choapa, y Maule.

8.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MODELO MAGIC

8.2.1 GENERALIDADES

La plataforma **MAGIC**, acrónimo de **M**odelación **A**nalítica, **G**enérica e **I**ntegrada de **C**uencas, es una plataforma de modelación hidrológica desarrollada por la DGA, y cuyas características se presentan en la publicación de la referencia MAGIC 1.

El programa MAGIC está diseñado en lenguaje de programación Delphi 7.0TM, dado lo cual, tiene las cualidades de la programación orientada a objetos. En este tipo de

programación computacional, los programas son divididos en entes llamados **objetos** que pueden comunicarse, intercambiar información, y colaborar unos con otros, lo que la hace perfecta para la adecuada definición de cuencas hidrográficas.

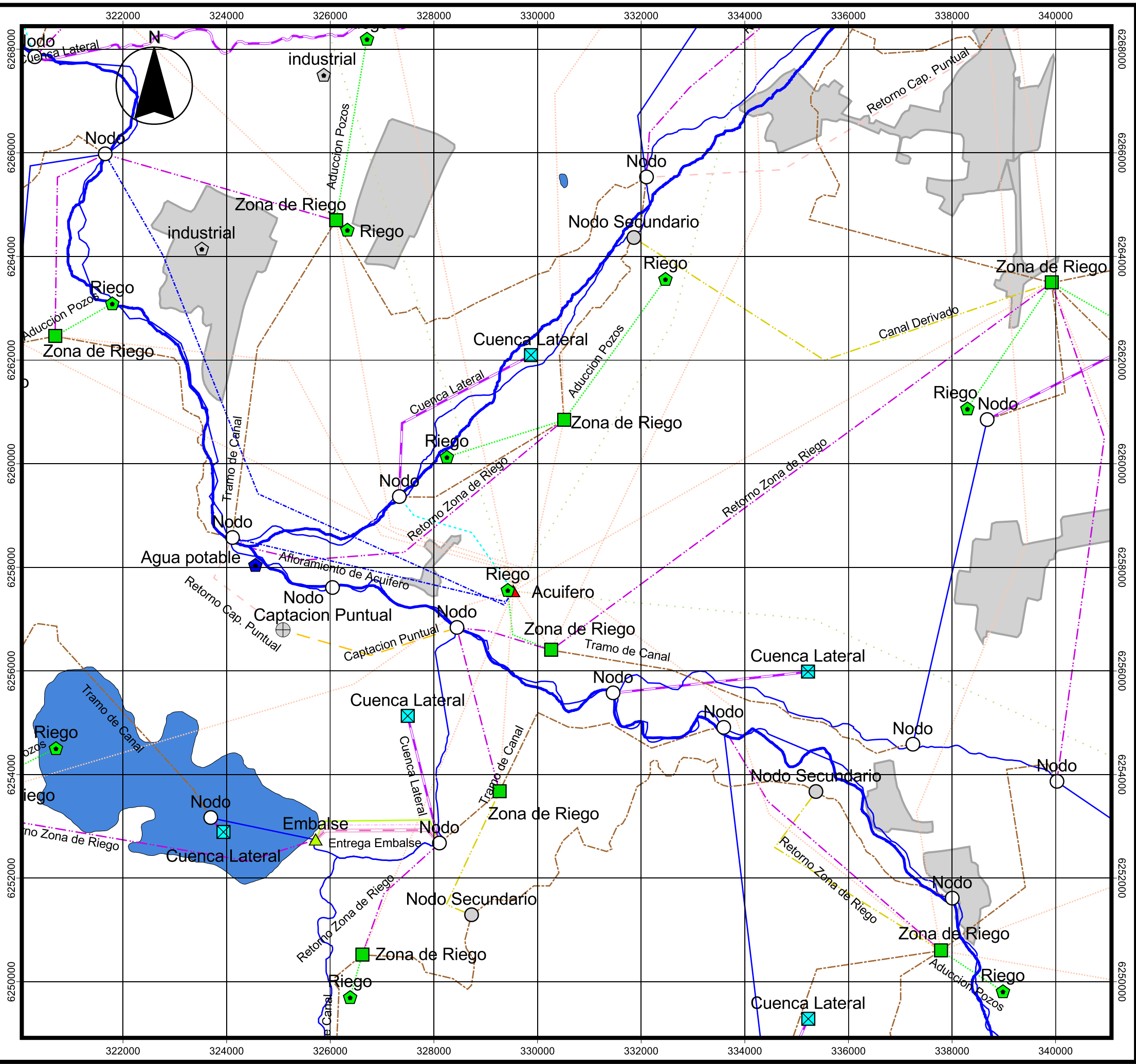
Conforme a la naturaleza de todas las relaciones matemáticas y computacionales involucradas en él, se considera a MAGIC como un modelo analítico y desde el punto de vista de su capacidad de aplicación a cualquier cuenca (siempre que exista información), se considera que es genérico. Además posee la capacidad de integrar tanto el sistema superficial como subterráneo de la cuenca analizada, en la forma de balances de agua entre los elementos.

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 8.2.1-1, junto con el número de tablas que tienen asociados. Detalle acerca de las características de cada uno de estos objetos se presenta en forma resumida en el Anexo 8-1 y el detalle se puede encontrar en la Referencia MAGIC 1 (<http://sad.dga.cl/manualesMGC>).

**CUADRO 8.2.1-1
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

Zonas Urbanas

Lagunas y Embalses

Objetos MAGIC

Acuifero

Agua potable

Aporte Natural

Captacion Puntual

Central Hidroelectrica

Cuenca Lateral

Embalse

industrial

Nodo

Nodo Secundario

Riego

Zona de Riego

Aduccion C. Hidroelectrica

Aduccion Pozos

Afloramiento de Acuifero

Afloramiento Especial

Aporte Natural

Canal Derivado

Captacion Puntual

Caudal Subterraneo de Salida

Cuenca Lateral

Entrega Embalse

Filtracion Embalse

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 World Geodetic System 1984

Datum World Geodetic System 1984



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 MAIPO

PLANO:

EJEMPLO RED

DE MODELACIÓN

MODELO MAGIC MAIPO

DIRECTOR GENERAL DE AGUAS

SR. RODRIGO WEISNER

JEFE DE DEPARTAMENTO

SR. PEDRO RIVERA

INSPECTOR FISCAL:

SR. ANDRÉS ARRIAGADA

ESCALA:

1:75000

500

0

500

1000

1500

Meters

FIGURA:

8.2.1-1

FECHA

MAYO DE 2008

En general, cualquier sistema hidrográfico es representable usando MAGIC. Como ejemplo se muestra en la Figura 8.2.1-1 una vista parcial de la cuenca del río Maipo 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.

8.2.2 TABLAS DESCRIPTIVAS DE ENTRADA MODELO MAGIC

Como se mencionó anteriormente, cada uno de estos objetos tiene asociado una o más tablas en la base de datos de entrada y genera una o más archivos de textos como resultado de la modelación. La base de datos utilizada por este modelo, está compuesta de 56 tablas, cuyos nombres y contenidos se presentan en el Cuadro 8.2.2-1. Un aspecto importante es la comprobación topológica de la red de modelamiento y que se cumplan las restricciones de conexión asociadas a los objetos.

CUADRO 8.2.2-1
TABLAS QUE COMPONEN LA ESTRUCTURA DE ENTRADA
DE DATOS MODELO MAGIC

Nº Objeto	Objeto Asociado	Nº Tabla	Nombre	Descripción
1	Acuíferos	1	AC_PARAM	Parámetros físicos y geométricos de los acuíferos
		2	AC_QZS	Caudales subterráneos de salida de los acuíferos
		3	AC_QZV	Caudales de afloramiento totales de los acuíferos
		4	AC_QZVE	Caudales de afloramiento en la sección de entrada de los acuíferos
2	Aportes Hoyas Intermedias	5	AN_PARAM	Aportes naturales al sistema: número de nodo y estadística asociada
3	Canales Matrices	6	CA_TRAMOS	Parámetros que describen detalladamente a cada uno de los canales matrices: capacidad, eficiencia, longitud, acuífero asociado
		7	CA_PARAM	Parámetros que describen, en forma general, a los canales matrices del sistema: nombre y objeto asociado
	Canales Secundarios	8	CA_DER	Parámetros que describen a los canales derivados: capacidad, eficiencia, longitud, acuífero asociado, y porcentaje captado del canal matriz
4	Cuenca Lateral	9	CL_PARAM	Aportes intermedios al sistema: número de nodo y estadística asociada
5	Captaciones Puntuales	10	CP_PARAM	Descripción de las captaciones puntuales: nodo ubicación, caudal, y acuífero asociado
		11	CP_RETORNOS	Retornos desde las captaciones puntuales: código y fracción que retorna
		12	CP_Q	Caudales a captar mensualmente desde las captaciones puntuales
6	Centrales Hidroeléctricas	13	CH_Param	Parámetros que describen a las centrales hidroeléctricas: caudal de diseño, rendimiento, altura bruta, potencia instalada, y número de unidades
		14	CH_Q	Caudales a generar mensualmente por las centrales hidroeléctricas

CUADRO 8.2.2-1
TABLAS QUE COMPONEN LA ESTRUCTURA DE ENTRADA
DE DATOS MODELO MAGIC
(Continuación)

Nº Objeto	Objeto Asociado	Nº Tabla	Nombre	Descripción
7	Descargas Puntuales	15	DP_PARAM	Descripción de las descargas puntuales: nombre y nodo de ubicación
		16	DP_Q	Caudales descargados desde las descargas puntuales
8	Embalses	17	EM_NODOS	Códigos de nodos abastecidos por embalses
		18	EM_PARAM	Parámetros que describen cada uno de los embalses existentes: nombre, nodo asociado, volumen máximo, volumen muerto, volumen inicial, acuífero asociado, año y mes de inicio de operación
		19	EM_DEMGE	Caudales demandados para generación de energía por cada uno de los embalses existentes
		20	EM_FV	Coeficientes polinomio cúbico para estimar infiltración del embalse en función del volumen embalsado
		21	EM_CA	Curvas de alerta de los embalses
		22	EM_QGENMAX	Caudales máximos mensuales desde embalses para generación
		23	EM_QV	Coeficientes polinomio cúbico para estimar caudal máximo de entrega del embalse en función del volumen embalsado
		24	EM_SALIDAS	Salida de los embalses.
		25	EM_SVH	Coeficientes polinomio cúbico para estimar espejo de agua del embalse en función del volumen embalsado
		26	EM_TASEV	Tasas de evaporación mensual de cada embalse

CUADRO 8.2.2-1
TABLAS QUE COMPONEN LA ESTRUCTURA DE ENTRADA
DE DATOS MODELO MAGIC
(Continuación)

Nº Objeto	Objeto Asociado	Nº Tabla	Nombre	Descripción
9	Nodos Principal y Secundario	27	NO_DIST	Distribución de derechos permanentes y eventuales en los nodos
		28	NO_DIST_Q	Caudales demandados a los nodos
		29	NO_PARAM	Caudales a partir de los que se reparte el caudal afluente en forma eventual
		30	EST_CALIB	Estaciones fluviométricas para la calibración del modelo
		31	ESTAD_PP	Estadísticas de precipitaciones de estaciones asociadas a zonas de riego
		32	ESTAD_Q	Estadísticas de caudales aportados por cuencas laterales, cuencas de entrada y caudales de estaciones para calibración
10	Pozos	33	PO_PARAM	Parámetros de los pozos: coordenadas, acuífero asociado, tipo de uso, y zona de riego asociada (cuando corresponde)
		34	PO_Q	Caudales mensuales de bombeo nominal en los pozos
		35	PO_USOS	Usos de pozos
11	Caudal Ecológico	36	QE_PARAM	Caudales ecológicos por tramos
12	Tramos de Río	37	RI_TRAMOS	Parámetros de los tramos de ríos: nodo inicial y final, acuífero asociado, largo, ancho, espesor, permeabilidad del lecho, pendiente, y rugosidad
		38	RI_PARAM	Parámetros de ríos: nombre
		39	SECCIONES	Secciones de los ríos: número de las secciones legales por río

CUADRO 8.2.2-1
TABLAS QUE COMPONEN LA ESTRUCTURA DE ENTRADA
DE DATOS MODELO MAGIC
(Continuación)

Nº Objeto	Objeto Asociado	Nº Tabla	Nombre	Descripción
13	Zonas de Riego	40	ZR_AC_NNM	Necesidades netas mensuales áreas cultivadas en zonas de riego
		41	ZR_ANC_NNM	Necesidades netas mensuales áreas no cultivadas en zonas de riego
		42	ZR_CULT_ETP	Kc de los cultivos
		43	ZR_CULT_PAR	Otros parámetros cultivos: distribución de cultivos por zona de riego, tipo de riego asociado, coeficiente de percolación, tipo de suelo, y porcentaje del área regada según método de riego
		44	ZR_CULT_PEF	Precipitación efectiva en zonas de riego
		45	ZR_CULT_SC	Superficies cultivadas por tipo de cultivos en zonas de riego
		46	ZR_PARAM	Parámetros de las zonas de riego: estadística de precipitación asociada, coeficiente de isoyetas, y condiciones iniciales
		47	ZR_QPR	Percolaciones de las zonas de riego a los acuíferos
		48	ZR_RET	Retornos superficiales de las zonas de riego
		49	ZR_SR	Otros parámetros de las zonas de riego: superficie regada, superficie máxima regable, volumen de regulación nocturna, horas de riego diario, eficiencia de aplicación, eficiencia de distribución, coeficiente global de derrames, coeficiente global de percolación, coeficiente global de reuso de los derrames, coeficiente global de reuso de los derrames, factor de reducción del déficit, y parámetros modelo MPL
		50	CULT_TIPOS	Tipos de cultivos
		51	MR_TIPOS	Tipos de métodos de riego y eficiencias

CUADRO 8.2.2-1
TABLAS QUE COMPONEN LA ESTRUCTURA DE ENTRADA
DE DATOS MODELO MAGIC
(Continuación)

Nº Objeto	Objeto Asociado	Nº Tabla	Nombre	Descripción
14	Sectores Urbanos	52	SU_AREAS	Áreas de los sectores urbanos
		53	SU_PARAM	Parámetros de los sectores urbanos: estadística de precipitación asociada, coeficiente de isoyetas, coeficiente de pérdidas al acuífero, coeficiente de retornos, coeficiente de escorrentía superficial, y coeficiente de pérdidas por percolación subterránea
		54	SU_Q	Caudal a captar
		55	SU_QPR	Percolaciones
		56	SU_RETORNOS	Retornos a nodos

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

8.2.3 PROCESO DE SIMULACIÓN

En este acápite se describe el proceso de simulación que realiza el modelo MAGIC. La descripción que se presenta fue extraída del Manual de Referencia Técnica MAGIC (Ref. 5). La simulación de la cuenca del Maipo al interior del MAGIC se lleva a cabo desde aguas arriba hacia aguas abajo para cada uno de los nodos que definen los ríos del sistema. Realiza un ciclo a nivel mensual para el período de simulación, que en este caso corresponde al año hidrológico (Abril–Marzo), y dentro de éste efectúa otro ciclo de iteraciones para calcular todos los caudales de entrada y salida en todos los nodos del sistema. En una primera iteración se calcula en cada nodo el caudal afluente producto de los aportes de cuencas de cabecera e intermedias (para los nodos de cabecera), de los tramos de río (para los nodos intermedios), de las descargas puntuales existentes, y los tramos de canal. En esta primera iteración no se consideran las entregas de los embalses, de los acuíferos ni de los derrames de las zonas de riego, ya que dichos objetos aún no empiezan a ser operados.

Al finalizar la primera iteración para todos los nodos del sistema, se operan los embalses y se calculan sus entregas para riego e hidroelectricidad, se operan los acuíferos y se calculan sus afloramientos y caudales efectivamente bombeados hacia el sistema superficial y se operan las zonas de riego, calculando sus derrames y percolaciones al sistema subterráneo. De esta forma, en las iteraciones siguientes,

el cálculo del caudal afluente a los nodos se hace conociendo todos los caudales involucrados, incluso las entregas de los embalses, de los acuíferos y los derrames de las zonas de riego calculados al final de la iteración anterior.

El modelo sigue iterando dentro del ciclo mensual hasta asegurar que los caudales de salida de las zonas de riego, embalses y acuíferos coincidan con los correspondientes caudales afluentes a los nodos del sistema.

En cada iteración dentro del ciclo mensual, el caudal total afluente a cada nodo se reparte de acuerdo al porcentaje que tenga asignado cada uno de los objetos que reciben caudal desde dicho nodo. Esta característica puede ser utilizada, por ejemplo, para simular la asignación de caudal en un determinado nodo de acuerdo al porcentaje de caudal permanente y/o eventual ingresado a dicho nodo.

8.2.4 TABLAS DESCRIPTIVAS DE RESULTADOS MODELO MAGIC

En el Cuadro 8.2.4-1 se presenta una descripción de las salidas asociadas a los objetos o componentes del MAGIC. Posteriormente, en el Cuadro 8.2.4-2 se presenta un resumen con las salidas que corresponden a balances globales.

CUADRO 8.2.4-1
TABLAS QUE COMPONEN LA ESTRUCTURA DE SALIDA DE DATOS MAGIC

Nº	Objeto Asociado	Salidas
1	Acuíferos	Volumen inicial, caudal de afloramiento en la sección de entrada, caudal subterráneo en la sección de entrada, caudal de recarga, caudal de bombeo total, caudal de bombeo para riego, caudal de bombeo para otro uso, caudal subterráneo en la sección de salida, caudal de afloramiento total, caudal equivalente al volumen final y volumen final
2	Aporte Natural	Verificación topológica
3	Canal	Caudal afluente, percolación y salida
4	Central Hidroeléctrica	Caudal demandado, efluente y energía generada
5	Cuenca Lateral	Verificación topológica
	Captación Puntual	Caudales demandados, captados, percolados, y de retorno total
	Descarga Puntual	Caudal mensual descargado
6	Embalses	Volumen bruto almacenado al inicio y fin del mes, volumen útil al final del mes, cota al final del mes, caudal demandado para energía, demandado para riego, afluente, de entrega para energía, de rebase, de filtración, de evaporación y de percolación
7	Nodos	Caudal total demandado por los objetos que poseen porcentajes de distribución permanentes sobre su caudal afluente, caudal total afluente y caudal faltante para satisfacer su demanda total
8	Pozo	Caudal bombeado mensualmente
9	Caudal Ecológico	Porcentaje de satisfacción del caudal ecológico establecido por el usuario
10	Tramo de Río	Caudal afluente, percolación y salida

CUADRO 8.2.4-1
TABLAS QUE COMPONEN LA ESTRUCTURA DE SALIDA DE DATOS MAGIC
(Continuación)

Nº	Objeto Asociado	Salidas
11	Zonas de Riego	Caudal total demandado, caudal total afluente, caudal afluente en exceso (no captado por el canal que alimenta la zona), caudal proveniente del bombeo para riego, caudal bombeado para riego que es efectivamente utilizado, caudal bombeado para riego pero que no fue utilizado para satisfacer la demanda, caudal captado por el canal alimentador de la zona durante las horas de riego, caudal captado por el tranque de regulación existente durante las horas en que no se riega, caudal total afluente (suma del canal más el tranque) durante las horas de riego, caudal utilizado para satisfacer la demanda evapotranspirativa de la zona, caudal derramado, caudal total percolado (riego más precipitaciones), caudal en exceso no captado por el tranque de regulación, caudal utilizado para suplir la demanda total, porcentaje de satisfacción de la demanda, horas que tarda en llenarse el tranque de regulación, caudal de percolación producto de la lluvia, caudal de percolación producto del riego, caudal total de retorno superficial y evapotranspiración total calculada por el modelo pluvial
12	Sectores Urbanos	Lluvia aportante disponible total, caudal en el sector, caudales: demandado, superficial, bombeado, afluente total, captado, sobrante, de retorno, percolado, de retorno de lluvia, de retorno total, percolado total

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

CUADRO 8.2.4-2
TABLAS QUE COMPONEN LA ESTRUCTURA DE SALIDA DE DATOS MAGIC
BALANCES GLOBALES

Nº	Balance	Salidas
1	Caudales	Balance total a nivel de nodo para cada uno de los objetos asociados a este.
2	Riego	Balance General de los sectores de riego
3	Subterráneo	Balance General de los objetos acuíferos

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

8.3 IMPLEMENTACIÓN MODELACIÓN INTEGRADA: MAGIC-MAIPO

8.3.1 GENERALIDADES

Tomando como base los antecedentes del estudio de la Ref. 5, se procedió a identificar los elementos que se deben actualizar la base de datos del modelo MAGIC-Maipo presentada en el estudio de la Ref. 13, mediante la revisión y actualización de la base de datos existente hasta marzo del 2004. Posteriormente se completó la base de datos hasta el año 2006 (Marzo), para lo cual se emplean los antecedentes generados en el presente estudio. Entre otros cambios, se considera modificar la información hidrológica (pluviometría y fluviometría), superficies cultivadas, coeficientes de cultivos. Adicionalmente, se considera extender la proyección de demandas.

De acuerdo a lo señalado en el punto anterior, se definió una topología base, conforme a la estructura de cambios acordada en torno a las reuniones sostenidas con la Inspección Fiscal, así como también incorporando las modificaciones realizadas en el estudio de la la Ref. 13. En ese estudio se precisamente actualizó gran parte de la topología del modelo desarrollado en el estudio de la Ref. 1, dado lo cual fue necesario principalmente actualizar la información a marzo del año 2006. En particular el nuevo modelo queda representado por 20 acuíferos, 21 aportes naturales, 117 elementos de canal, 6 centrales hidroeléctricas, 52 cuencas laterales, 19 captaciones puntuales, 23 descargas puntuales, 5 embalses, 156 nodos, 119 pozos, 152 tramos de ríos, 17 caudales ecológicos, 46 zonas de riego, y 5 sectores urbanos. Particularmente para efectos del modelo MAGIC-Maipo, se han identificado 23 de las 56 tablas señaladas en el Cuadro 8.2.2-1, para las cuales se extienden, actualizan, o modifican con información hasta Marzo de 2006. En el Cuadro 8.3.1-1 se identifican y detallan todas las tablas que se modifican o extienden para lograr la actualización de la base de datos. El detalle completo de la generación de datos para el modelo MAGIC-Maipo se presenta en el Addendum MAGIC-Maipo.

CUADRO 8.3.1-1
TABLAS MODIFICADAS Y/O ACTUALIZADAS
MODELO MAGIC-MAIPO

Nº Objeto	Objeto Asociado	Nº Tabla	Nombre	Descripción
1	Acuíferos	2	AC_QZS	Caudales subterráneos de salida de los acuíferos
3	Canales Matrices	6	CA_TRAMOS	Cambios en la discretización e incorporación del futuro colector-interceptor
		7	CA_PARAM	Se agregaron nuevos tramos de canales
	Canales Secundarios	8	CA_DER	Modificación topológica y de eficiencias de conducción
5	Captaciones Puntuales	12	CP_Q	Extensión de la estadística de las captaciones puntuales hasta el año hidrológico 2005/06
7	Descargas Puntuales	16	DP_Q	Extensión de la estadística de las descargas puntuales hasta el año hidrológico 2005/06
9	Nodos Principal y Secundario	30	EST_CALIB	Incluye las estaciones y nodos usados para la calibración
		31	ESTAD_PP	Extensión de las estadísticas hasta el año hidrológico 2005/06
		32	ESTAD_Q	
10	Pozos	34	PO_Q	Extensión de la estadística de los caudales de bombeo desde los sondeos hasta el año hidrológico 2005/06
13	Zonas de Riego	40	ZR_AC_NNM	Actualización de los valores debido a la actualización de Pef
		41	ZR_ANC_NNM	
		43	ZR_CULT_PAR	Se incluyen los valores de las percolaciones modificadas después del proceso de calibración
		44	ZR_CULT_PEF	Incluye la actualización de las precipitaciones efectivas debido a la extensión de las estadísticas de precipitaciones hasta el año hidrológico 2005/06
		45	ZR_CULT_SC	Distribución de la superficie desagregada por cultivo
		46	ZR_PARAM	Estaciones de precipitación asignadas por análisis con polígonos de Thiessen y coeficiente de isoyetas
		49	ZR_SR	Variación de superficie a través del tiempo y parámetros modelo MPL

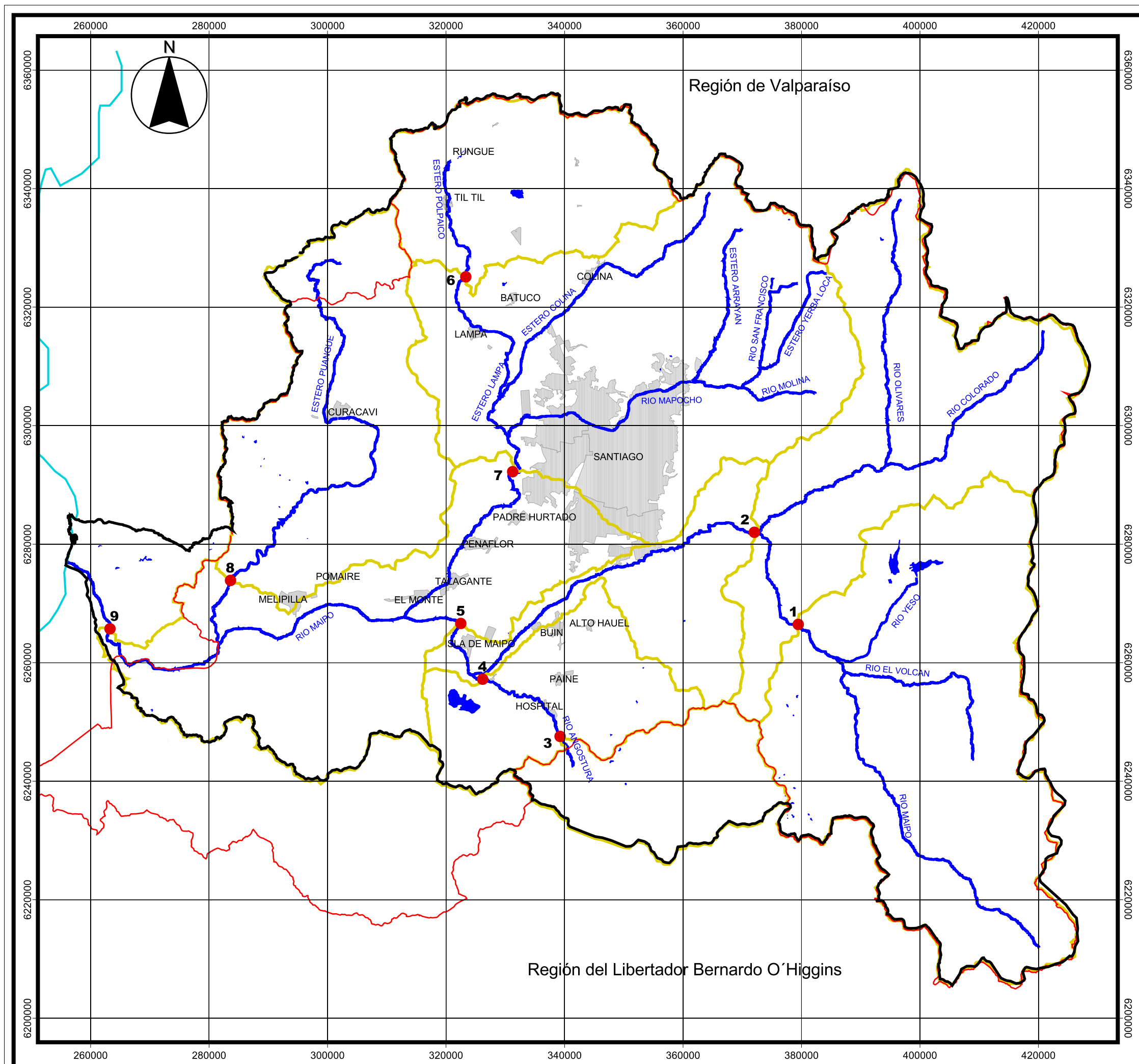
CUADRO 8.3.1-1
TABLAS MODIFICADAS Y/O ACTUALIZADAS
MODELO MAGIC-MAIPO
(Continuación)

Nº Objeto	Objeto Asociado	Nº Tabla	Nombre	Descripción
14	Zonas de Riego	51	MR_TIPOS	Se reordenaron los métodos de riego seleccionados
14	Sectoros Urbanos	52	SU_AREAS	Incorpora el efecto del crecimiento de la ciudad hasta el año 2005/06
		54	SU_Q	Extensión de la estadística de las captaciones puntuales hasta el año hidrológico 2005/06

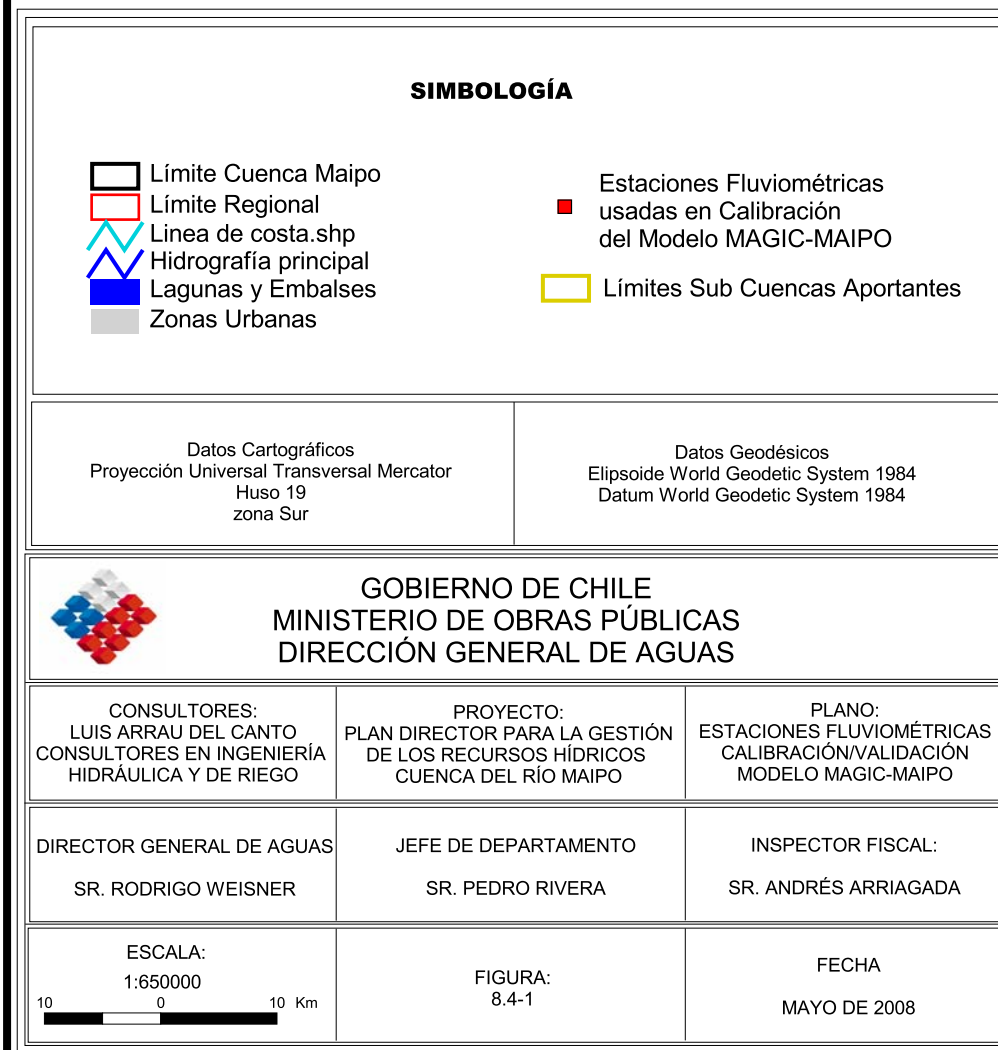
Fuente: Elaboración Propia

8.4 CALIBRACIÓN/VERIFICACIÓN MODELO MAGIC-MAIPO

Tal como se indicó anteriormente en el Acápite 5.1.1.4 el modelo MAGIC-Maipo se calibró considerando 7 estaciones de calibración y 2 de verificación, las que se ubican tal como se muestra en le Figura 8.4-1.



ID	Nombre	Calibración o Verificación
1	Maipo en San Alfonso	C
2	Maipo en el Manzano	C
3	Angostura en Angostura	C
4	Angostura en Valdivia de Paine	C
5	Maipo en Naltahua	V
6	Polpaico en Chicauma	V
7	Mapocho en Rinconada Maipo	C
8	Puangué en Ruta 78	C
9	Maipo en Cabinmbao	C



8.4.1 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 mejoramiento de la 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 la calibración, se continúa con el proceso.

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

1. **RM:** Razón de Masas
2. **RV:** Razón de Varianzas
3. **NS:** Coeficiente de Eficiencia
4. **FB_NS:** Eficiencia en Flujos Bajos
5. **FA_NS:** Eficiencia en Flujos Altos
6. **RMS:** Raíz del Valor Error Cuadrático Medio (m^3/s)
7. **RMS Normalizado**
8. **MAE:** Valor medio del Error Absoluto (m^3/s)
9. **MAE Normalizado**
10. **RMS/MAE:** Razón entre los errores cuadrático y absoluto

Estos parámetros vienen dados por:

Razón de Masas: Este coeficiente permite comparar la masa total observada con la masa total modelada. Cuando el modelo describe perfectamente lo observado, el coeficiente RM es igual a 1. Cuando el coeficiente es mayor que 1, el modelo sobreestima la masa total, y cuando es menor que 1, la masa es subestimada.

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

Razón de Varianzas: Este coeficiente permite comparar las varianzas entre lo modelado y lo observado. Cuando el modelo describe perfectamente lo observado, la razón de varianzas es igual a 1. Al igual que en el caso de la masa, un valor mayor a 1 significa que el modelo sobreestima la varianza. De la misma manera, cuando el coeficiente es menor que 1, la varianza se subestima.

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

Coefficiente de Eficiencia de Nash-Suttcliffe: Este indicador muestra la proporción de la variable que se explica por el modelo estadístico considerado. Este valor varía entre $-\infty$ (cuando el modelo no explica lo observado) y 1 (cuando el modelo explica perfectamente lo observado). Es importante indicar que este coeficiente fue desarrollado explícitamente para analizar series de tiempo hidrológicas, por lo que es perfecto para los fines requeridos. Este coeficiente viene dado por la ecuación:

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

Coefficiente de Eficiencia Para Flujos Bajos¹: En este caso, el coeficiente de determinación fue adaptado de manera que los flujos bajos tengan mayor influencia en el cálculo del error. Esto se logra considerando el logaritmo del error. La interpretación del resultado es igual a la del coeficiente R^2 , pero limitado a la representación de los flujos bajos.

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

Coefficiente de Eficiencia Para Flujos Altos²: En este caso, el coeficiente de eficiencia fue adaptado de manera que los flujos altos tengan mayor influencia en el cálculo del error. Esto se logra cambiando la referencia hasta el promedio del caudal observado. La interpretación del resultado es igual a la del coeficiente R^2 , pero limitado a la representación de los flujos altos.

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

¹ Indicador propuesto por Hoffmann L, El Idrissi A, Pfister L, Hingray B, Guex F, Musy A, Humbert J, Drogue G, Leviandier T., Development of regionalized hydrological models in an area with short hydrological observation series, River Research and Applications, 20(3), 243-254, 2004.

Raíz del error cuadrático medio RMS.

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

Raíz del error cuadrático medio Normalizado.

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

Error Medio Absoluto (MAE)

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

Error Medio Absoluto Normalizado:

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

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 $-\infty$ y 1, en que “1” significa que en 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 otros indicadores, se debe comparar el valor entre ellos de manera de saber cuál es el menor, y por ende, cuál es el mejor.

8.4.2 PARÁMETROS DE CALIBRACIÓN

Los siguientes fueron los elementos que se modificaron y/o sensibilizaron con el objetivo de obtener una mejor calibración de las estaciones señaladas anteriormente:

- **Zs:** Relación de salida de los acuíferos conforme a su geometría. Se verificó y corrigió conforme a la información del SIG y la topología del modelo, de acuerdo a la siguiente figura. El análisis permitió determinar los largos de contacto, para estimar la proporción de flujo entre ellos, donde se asume que la profundidad es la misma para los acuíferos que están en contacto. Este parámetro se encuentra en la tabla AC_QZS. Desde el punto de vista de la calibración se pudo constatar que esta mejora en la mayoría de las estaciones de control ajustándose principalmente en los períodos de recesión de las series estadísticas.
- **Parámetro de Eficiencia de Canales Derivados:** Se corrigió este parámetro, al considerar que se utilizaban valores demasiado altos, considerando que la gran mayoría de los canales derivados de la cuenca se encuentran sin revestir y con eficiencias que varían en promedio entre 0,7 y 0,8. Este parámetro se encuentra en la tabla CA_DER. Desde el punto de vista de la sensibilidad, este parámetro permitió mejorar levemente los índices de calibración de las estaciones de la zona media y baja, verificando un mejor ajuste en el primer período histórico.
- **Parámetro de Eficiencia de Canales Principales:** Se procedió de la misma forma que el parámetro anterior. Este parámetro se encuentra en la tabla CA_TRAMOS. El análisis de sensibilidad a los cambios generados en este parámetro, es complementario e idéntico a lo señalado en el punto anterior, debido a que se modificaron en forma conjunta para ver sus efectos.
- **Espesor de Tramos de Río:** Se modificaron los espesores de los tramos de río conforme las condiciones físicas del sistema, tomando en cuenta que el espesor aumentó conforme el desarrollo geomorfológico de la cuenca. Este parámetro se encuentra en la tabla RI_TRAMOS. Si bien es cierto los cambios incorporaron un dato más real respecto a las condiciones físicas de los tramos de río y su interacción con el acuífero por medio del lecho, la calibración no sufrió grandes cambios. Sin embargo, en ninguno de los casos se desmejoró la calibración.
- **ZR_RET_FRAC:** Porcentaje del retorno total de la zona que llega al objeto de llegada. En este parámetro se corrigió el retorno particularmente en la zona de Puangue. Este parámetro se encuentra en la tabla ZR_RET. El efecto producido por este cambio, buscó mejorar particularmente el mal ajuste que se tenía en esta estación de control, respecto a las recesiones que generaba el modelo en períodos donde había un caudal mayor. Este cambio permitió

aminorar esa diferencia y mejorar levemente el índice de eficiencia de la calibración.

- **d**: Coeficiente global de derrame; **p**: Coeficiente global de percolación; **Efp**: Eficiencia de aplicación del agua de riego. Estos parámetros, que se encuentran en la tabla ZR_SR, se modificaron de tal forma que aumentara el derrame y disminuyera la percolación (la suma de los tres debe dar uno), manteniendo la relación de estos, en un porcentaje del orden de un 10%, en la zona media del Maipo. Sin embargo, no se lograron mejoras considerables a la calibración con los cambios señalados, por lo que finalmente sólo se verificó la relación de estos valores conforme a la regla señalada anteriormente.

8.4.3 RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN/VERIFICACIÓN

8.4.3.1 Estaciones Fluviométricas de Calibración

En el presente punto se entregan los resultados del proceso de calibración, conforme la metodología antes señalada. Cabe destacar que del total de estaciones analizadas en este proceso de calibración, solo las estaciones Angostura en Angostura (NO-039) y Polpaico en Chicauma (NO-077) se dejaron sólo para efectos de su análisis de tendencia a nivel gráfico (o verificación) y no numérico, debido a su deficiente nivel de medición y consecuente calibración.

En lo que sigue, se analiza cada una de las estaciones de calibración y verificación, considerando un análisis gráfico y analítico del ajuste del modelo, con los datos medidos.

Previamente a la presentación de resultados, se presenta en el Cuadro 8.4.3.1-1 un resumen con las estaciones consideradas y su clasificación entre estaciones de calibración o verificación. Posteriormente se presenta en el Cuadro 8.4.3.1-2 un resumen con los valores de los parámetros para cada uno de los nodos seleccionados.

CUADRO 8.4.3.1-1
ESTACIONES INCLUIDAS PROCESO CALIBRACIÓN/VERIFICACIÓN

Nodo	Estación	Tipo
NO-012	Río Maipo en San Alfonso	Calibración
NO-017	Río Maipo en El Manzano	Calibración
NO-052	Río Angostura en Valdivia de Paine	Calibración
NO-053	Río Maipo en Naltahua	Verificación
NO-102	Río Mapocho en Rinconada de Maipú	Calibración
NO-127	Estero Puangue en Ruta 78	Calibración
NO-133	Río Maipo en Cabimbao	Calibración
NO-039	Río Angostura en Angostura	Calibración
NO-077	Estero Polpaico en Chicauma	Verificación

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 8.4.3.1-2
RESULTADOS PROCESO DE CALIBRACIÓN/VERIFICACIÓN

Parámetros	Nodos								
	012	017	052	053	102	127	133	039	077
Razón de Masas	0,97	0,90	0,78	1,42	1,00	0,88	1,10	1,82	2,72
Razón de Varianzas	1,00	0,98	0,92	0,81	1,00	0,99	0,98	0,75	0,93
Coeficiente de Eficiencia (Nash & Sutcliffe)	0,98	0,89	0,71	0,63	0,23	0,59	0,83	-0,55	-2,21
Eficiencia en Flujos Bajos	0,97	0,81	0,52	0,24	0,67	0,12	0,85	0,02	-0,05
Eficiencia en Flujos Altos	0,99	0,92	0,75	0,83	0,30	0,69	0,85	0,23	-0,45
RMS (m ³ /s)	7,26	25,45	11,36	31,43	15,33	10,02	49,81	4,84	4,05
RMS Normalizado	0,02	0,04	0,08	0,10	0,10	0,09	0,06	0,22	0,14
MAE (m ³ /s)	4,47	18,32	7,42	26,36	8,67	6,92	32,08	3,32	1,60
MAE Normalizado	0,01	0,03	0,05	0,08	0,06	0,06	0,04	0,15	0,06
RMS/MAE	1,63	1,39	1,53	1,19	1,77	1,45	1,55	1,46	2,54

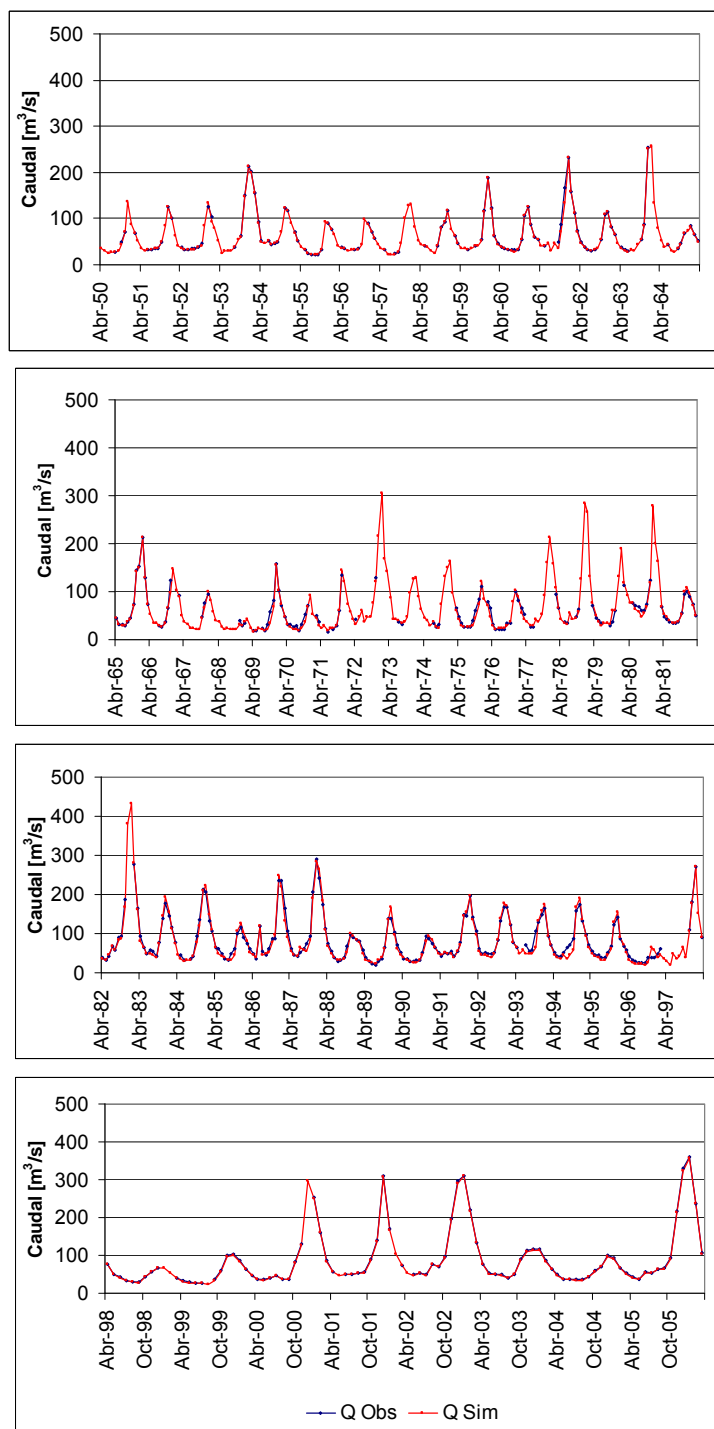
Fuente: Elaboración Propia

- a) **Río Maipo en San Alfonso (NO-012):** De acuerdo a estos resultados presentados en el Cuadro 8.4.3-2 y Figura 8.4.3-1, se puede señalar que la estación está siendo representada en forma adecuada por el modelo. En primer lugar se observa que los 5 primeros índices son cercanos a la unidad, lo que se traduce en un muy buen ajuste entre el modelo y los datos observados. Por ejemplo, la masa se reproduce con menos de un 3% de error, las varianzas son reproducidas en forma casi perfecta. Por otra parte los coeficientes RMS y MAE

deben ser bajos para que sean considerados buenos, pero es más útil la razón entre estos coeficientes; mientras esta razón sea más cercana a 1 mejor es la reproducción de los datos observados ya que los errores se aproximan entre sí. Por lo anterior, el valor de 1,63 obtenido para la razón RMS/MAE muestra que existe discrepancia entre modelo y datos observados, lo que se visualiza claramente en la Figura 4.3-1 en el período Marzo 93/Abril 94. Es importante indicar que en comparación con las restantes estaciones, el RMS es uno de los más bajos al igual que el MAE.

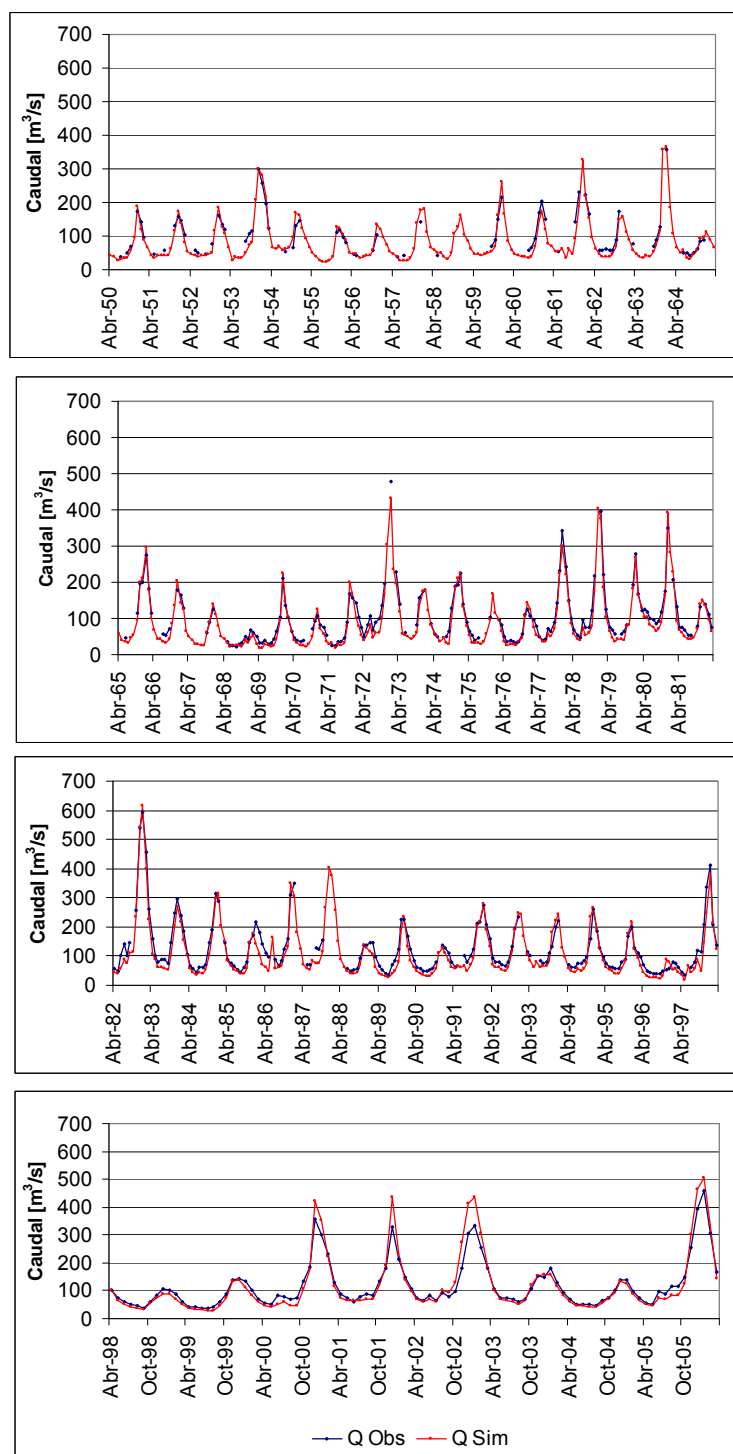
- b) Río Maipo en El Manzano (NO-017):** Al igual que en el caso anterior, se puede señalar que esta estación está siendo representada en forma adecuada por el modelo, ya que -por ejemplo- la razón de varianzas es casi perfecta, al igual que la razón de masas. El índice de eficiencia es alto, tanto globalmente, como para los flujos altos y los bajos. Los errores RMS y MAE son bastante altos, lo que se explica en parte por la dificultad de reproducir alguno de los caudales más altos. Al mismo tiempo la razón RMS/MAE es bastante baja en el mismo orden de magnitud de estos parámetros para los otros nodos. El hidrograma que representa esta situación se presenta en la Figura 8.4.3-2.
- c) Río Angostura en Valdivia de Paine (NO-052):** Tanto gráfica (Figura 8.4.3-3) como analíticamente, se aprecia que el modelo representa de buena forma los datos reales medidos en la estación, aunque de menor calidad que lo presentado para las 2 primeras estaciones. En particular, la descripción de los flujos bajos es más mala que la representación global y de los flujos altos. Lo interesante es que el RMS y el MAE son menores que los de las primeras estaciones, al igual que la razón entre estos valores.
- d) Río Maipo en Naltahua (NO-053):** Pese a lo corto del período de análisis se consideró necesario agregar esta estación, considerando que entrega buena información en la zona media de la cuenca y además queda relativamente bien representada por el modelo (Figura 8.4.3-4). La diferencia en los caudales que se visualizan, en particular desde el año 56 en adelante, se pueden explicar por la presencia de dos brazos del río, de los cuales se tiene información de sólo el cual estaba midiendo la estación. Lo que queda de manifiesto en un índice NS igual a 0,63, y la alta discrepancia para la razón de masas y su valor esperado.

FIGURA 8.4.3-1
RESULTADOS CALIBRACIÓN
NO-012: RÍO MAIPO EN SAN ALFONSO



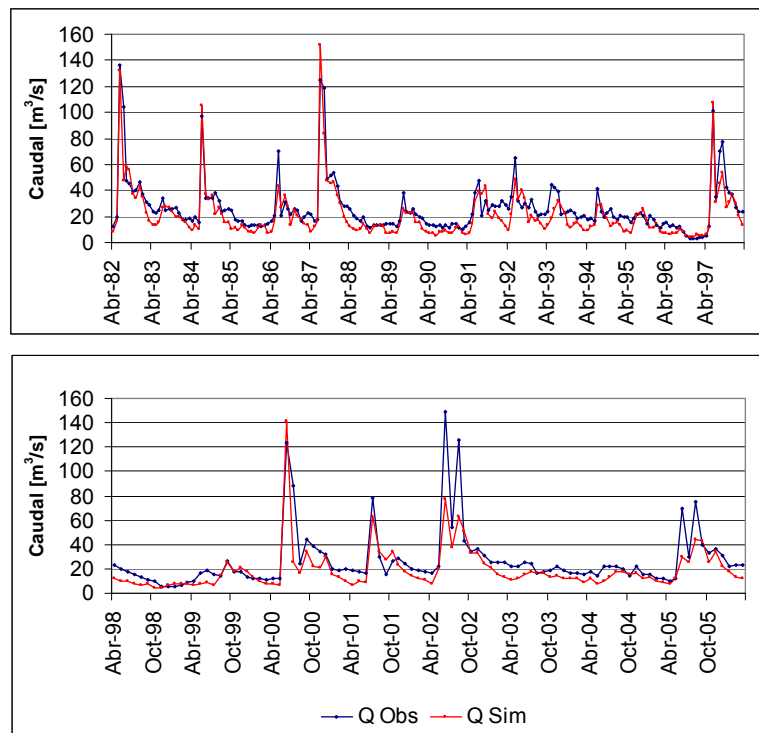
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 8.4.3-2
RESULTADOS CALIBRACIÓN
NO-017: RÍO MAIPO EN EL MANZANO



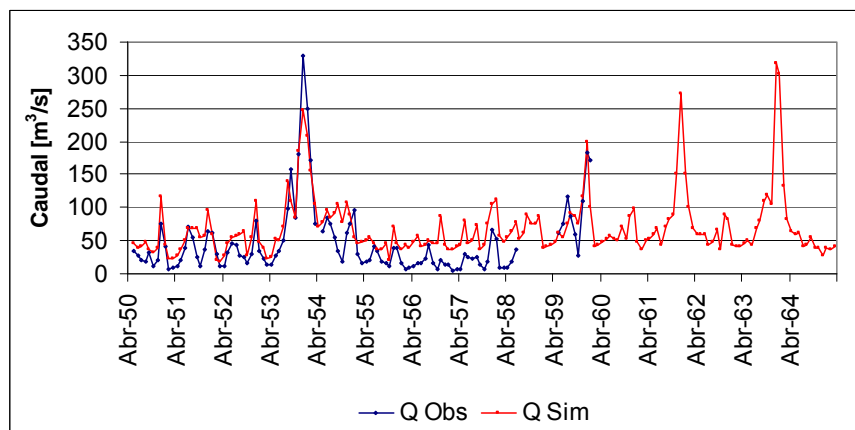
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 8.4.3-3
RESULTADOS CALIBRACIÓN
NO-052: RÍO ANGOSTURA EN VALDIVIA DE PAINE



Fuente: Elaboración Propia

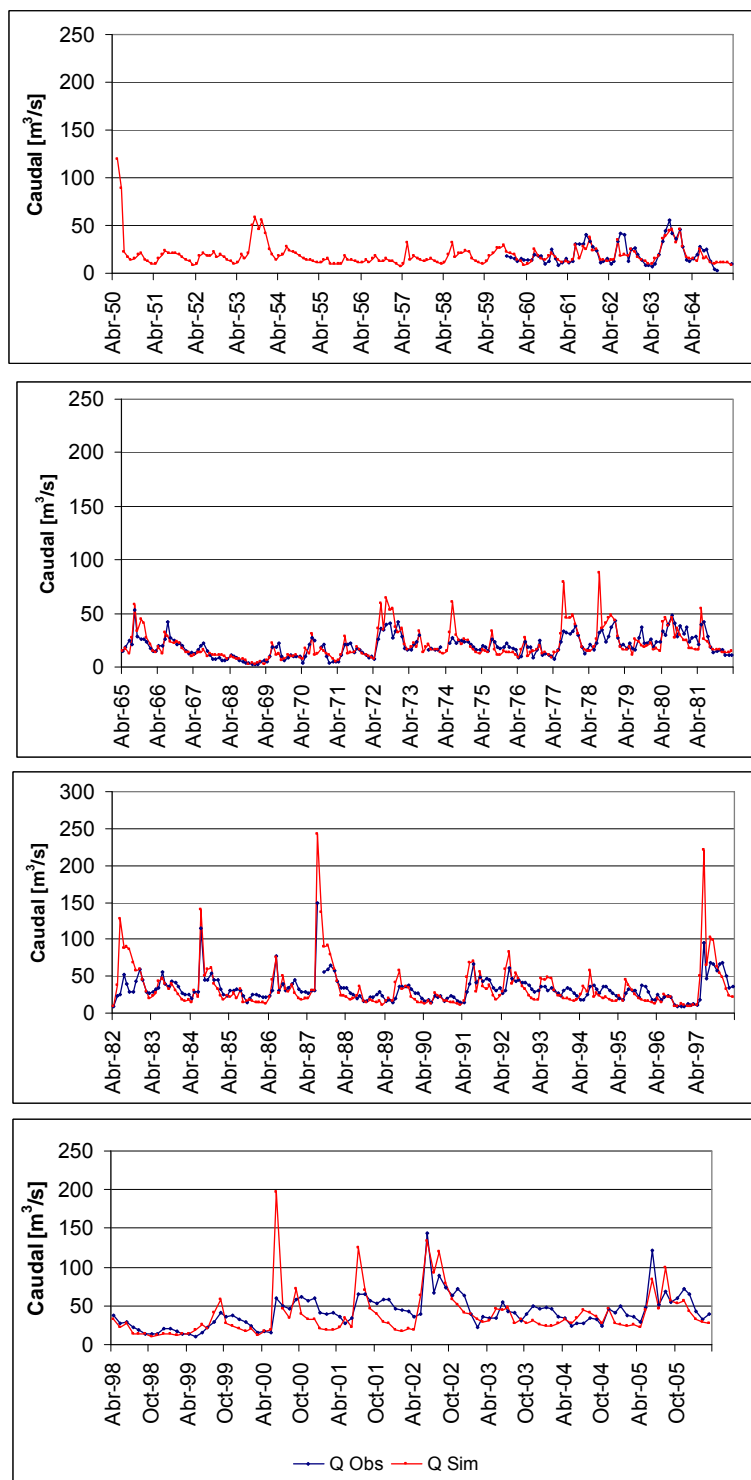
FIGURA 8.4.3-4
RESULTADOS CALIBRACIÓN
NO-053: RÍO MAIPO EN NALTAHUA



Fuente: Elaboración Propia

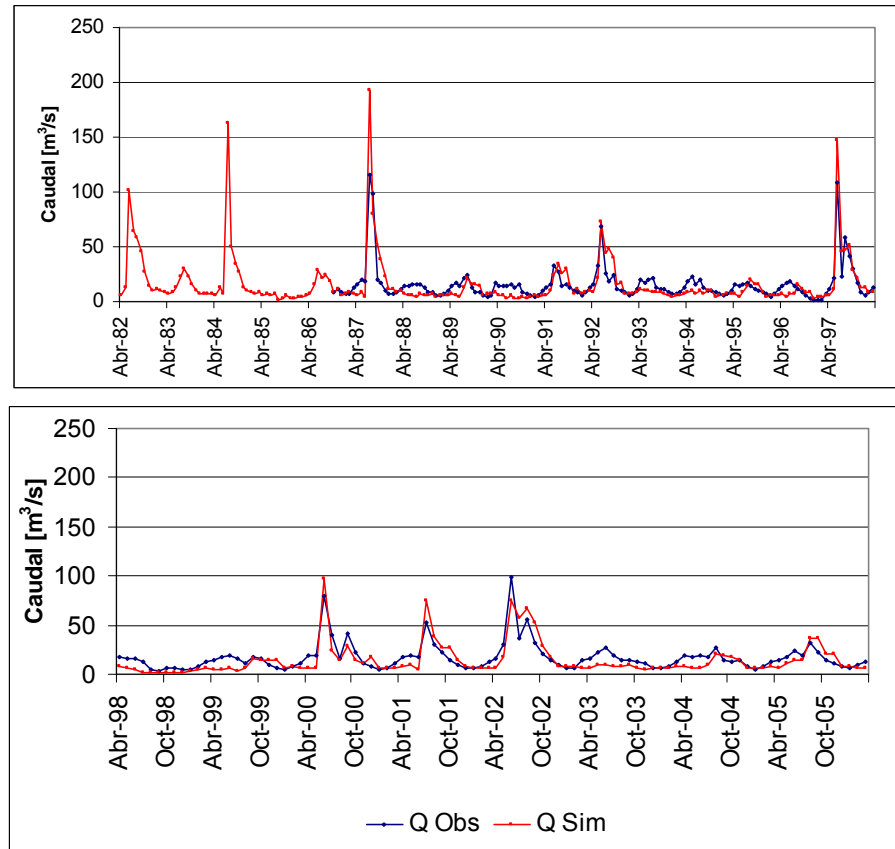
- e) **Río Mapocho en Rinconada de Maipú (NO-102):** Si bien es cierto, a nivel gráfico esta estación posee una representación aceptable por parte del modelo, este aspecto se hace más notorio sólo en algunos periodos de tiempo, lo que en definitiva se traduce en un índice NS muy bajo (0,23), que equivale a un poco mas de un 50% de concordancia entre datos observados y modelados. Por otro lado, la estación posee ciertos inconvenientes que fueron detectados en las visitas a terreno, percatándose aspectos de embancamiento, la existencia de más de un brazo y el cambio de posición de la estación en diversos momentos de su historia. Todos los aspectos señalados anteriormente implican que la calibración conseguida en esta estación, a lo menos a nivel analítico, no sea tan adecuada. Sin embargo, se considera apropiada o representativa para efectos de la modelación. Los hidrogramas se presentan en la Figura 8.4.3-5.
- f) **Estero Puangue en Ruta 78 (NO-127):** La calibración de esta estación, tanto a nivel gráfico (ver Figura 8.4.3-6) como analítico, se considera bastante adecuada. Sin embargo existen períodos con un cierto nivel de estacionalidad que no quedan del todo representadas por el modelo. Estas diferencias en los caudales, pueden deberse a diversos efectos, pero se atribuye que puedan deberse principalmente a la operación de canales y de los sistemas de drenaje de aguas lluvias de la ciudad que descargaban en el Canal de las Mercedes u otros, los que a su vez llegan aguas arriba de la estación modelada.
- g) **Río Maipo en Cabimbao (NO-133):** Esta estación cierra el sistema, desde el punto de vista de la calibración del modelo, ya que se encuentra en la zona baja de la cuenca, por lo mismo es de gran importancia. El ajuste del modelo, resulta ser bastante apropiado, pese a algunas inexactitudes, principalmente en el período del año 2000-2001. Sin embargo el índice NS (0,84) es bastante adecuado y las curvas denotan un buen ajuste, tal como se muestra en la Figura 8.4.3-7.
- h) **Río Angostura en Angostura (NO-039):** Esta estación debido al estado de la misma y las condiciones en las cuales se medía, fue considerada como referencial a nivel de análisis de tendencia. Esto queda de manifiesto en el valor del indicador NS (igual a -0,55). En tal sentido, es posible apreciar que el gráfico responde aproximadamente bien a los pulsos de crecida, como de recesión. Los hidrogramas se presentan en la Figura 8.4.3-8.

FIGURA 8.4.3-5
RESULTADOS CALIBRACIÓN
NP-102: RÍO MAPOCHO EN RINCONADA DE MAIPÚ



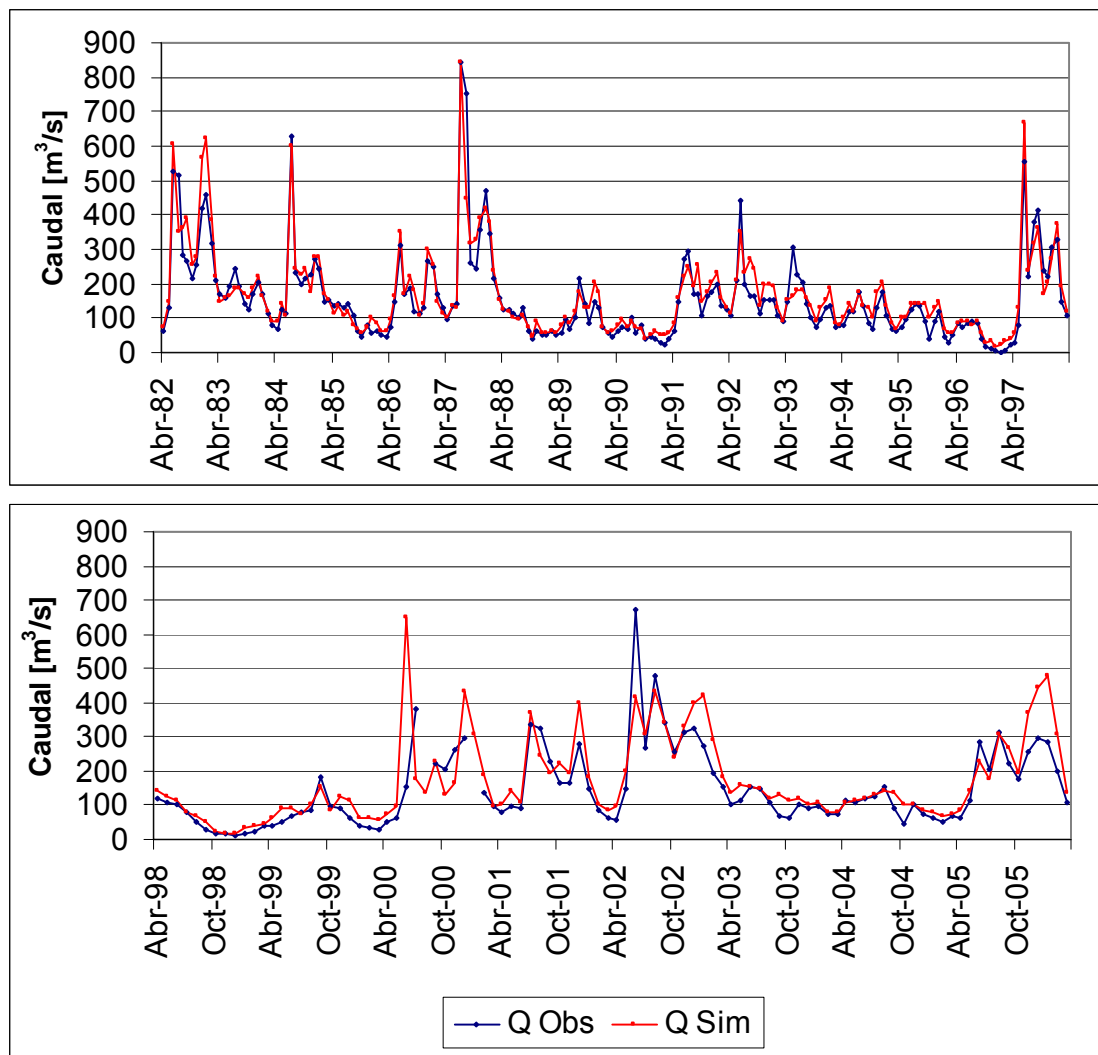
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 8.4.3-6
RESULTADOS CALIBRACIÓN
NO-127: ESTERO PUANGUE EN RUTA 78



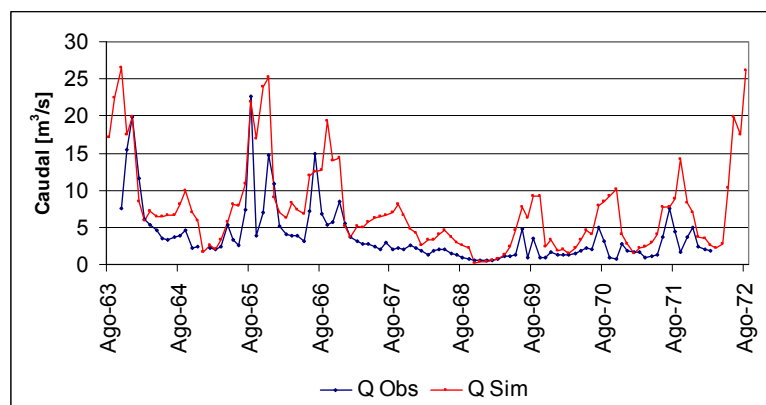
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 8.4.3-7
RESULTADOS CALIBRACIÓN
NO-133: RÍO MAIPO EN CABIMBAO



Fuente: Elaboración Propia

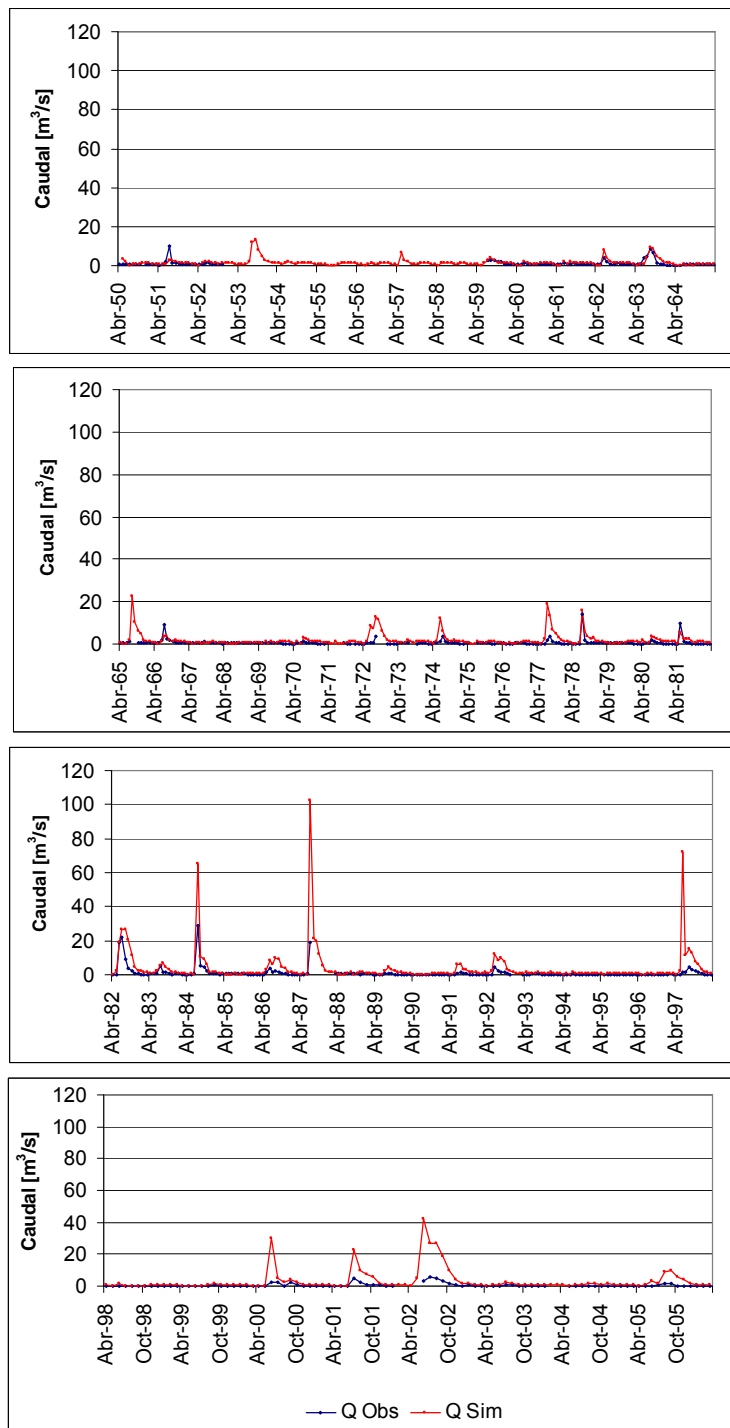
FIGURA 8.4.3-8
RESULTADOS CALIBRACIÓN
NO-039: RÍO ANGOSTURA EN ANGOSTURA



Fuente: Elaboración Propia

- i) **Estero Polpaico en Chicauma (NO-077):** Esta estación, debido al estado de la misma y las condiciones en las cuales se medía, fue considerada como referencial a nivel de análisis de tendencia, tal como se presentó en el Anexo 5-5. En tal sentido, es posible apreciar que el gráfico responde aproximadamente bien a los pulsos de crecida, como de recesión. Los hidrogramas se presentan en la Figura 8.4.3-6.

FIGURA 8.4.3-9
RESULTADOS CALIBRACIÓN
NO-077: ESTERO POLPAICO EN CHICAUMA



Fuente: Elaboración Propia

8.4.3.2 Análisis de la Variación del Volumen del Sistema Acuífero

Con el fin de complementar el análisis presentado anteriormente, se presente un análisis de la variación del volumen del sistema acuífero en el área de estudio. Para esto se analizó la variación del volumen mensual de cada sector acuífero normalizado (con respecto al volumen máximo). De esta forma se preparó el Cuadro 8.4.3.2-1 en el que se muestra para cada uno de los sectores acuíferos el valor medio para el período de análisis y los valores máximos y mínimos de este valor para la serie de tiempo. En este cuadro también se muestra el porcentaje del tiempo que el acuífero está lleno.

Los resultados presentados en el Cuadro 8.4.3.2-1 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 40,4% del tiempo, aunque es necesario indicar que no necesariamente el mismo momento.

CUADRO 8.4.3.2-1
VOLÚMENES RELATIVOS AL TOTAL
SECTORES ACUÍFEROS

Sector Acuífero	Mínimo	Promedio	Máximo	Tiempo Acuífero Lleno (%)
AC-01	0,00	0,26	1,00	0,2
AC-02	0,50	0,89	1,00	9,7
AC-03	0,03	0,26	1,00	0,2
AC-04	0,97	1,00	1,00	95,8
AC-05	0,00	0,53	1,00	0,2
AC-06	0,67	0,81	1,00	0,3
AC-07	0,41	0,64	1,00	0,2
AC-08	0,45	0,99	1,00	97,1
AC-09	1,00	1,00	1,00	0,2
AC-10	0,18	0,97	1,00	90,8
AC-11	0,94	0,99	1,00	42,0
AC-12	0,70	1,00	1,00	99,1
AC-13	0,97	1,00	1,00	0,2
AC-14	0,55	0,75	1,00	2,4
AC-15	0,53	0,77	1,00	1,1
AC-16	0,51	0,96	1,00	81,1
AC-17	0,76	0,99	1,00	94,8
AC-18	0,08	0,67	1,00	31,2
AC-19	0,97	1,00	1,00	93,5
AC-20	0,08	0,86	1,00	68,8
Promedio	0,51	0,82	1,00	40,4

Fuente: Elaboración Propia

8.4.3.3 Análisis de los Flujos de Entrada y Salida a los Sectores Acuíferos

El segundo elemento considerado para el análisis de los acuíferos es relativo a los flujos de entrada y salida a los sectores acuíferos. Con este fin se evaluaron para cada sector acuífero los caudales máximos, promedio, y mínimos de entrada y salida a cada uno de los sectores acuíferos. Estos flujos se presentan en el Cuadro 8.4.3.3-1. Es importante notar la gran diferencia entre estos flujos, lo que se explica dado que parte del flujo se almacena en cada sector acuífero, y parte es entregado como bombeo.

**CUADRO 8.4.3.3-1
CAUDALES DE ENTRADA Y SALIDA
SECTORES ACUÍFEROS**

Sector Acuífero	Entrada (m ³ /s)			Salida (m ³ /s)		
	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo
AC-01	0,01	0,77	3,74	0,00	0,11	0,45
AC-02	0,25	2,00	30,87	0,00	0,01	0,01
AC-03	0,18	2,08	9,23	0,00	0,82	3,29
AC-04	0,56	7,90	291,87	0,00	1,27	1,28
AC-05	0,26	1,37	3,97	0,00	1,07	4,76
AC-06	3,31	6,94	13,45	0,00	7,93	11,01
AC-07	2,00	5,24	20,14	0,00	8,42	12,35
AC-08	0,01	1,87	6,76	0,00	7,14	7,15
AC-09	0,02	1,68	5,40	0,00	2,16	2,16
AC-10	3,38	20,95	45,41	0,00	6,43	6,44
AC-11	0,02	2,45	11,05	0,00	1,12	1,12
AC-12	0,10	2,68	11,37	0,00	0,15	0,15
AC-13	0,06	2,69	9,91	0,00	4,40	4,45
AC-14	0,07	1,99	7,85	0,00	1,75	3,73
AC-15	0,00	0,11	0,69	0,00	0,00	0,00
AC-16	0,00	2,58	9,15	0,00	0,03	0,03
AC-17	0,00	1,53	5,06	0,00	0,03	0,05
AC-18	0,00	1,12	7,22	0,00	0,03	0,04
AC-19	0,01	0,37	8,91	0,00	0,04	0,04
AC-20	0,02	6,18	21,31	0,00	0,22	0,25
Mínimo	0,00	0,11	0,69	0,00	0,00	0,00
Promedio	0,51	3,62	26,17	0,00	2,16	2,94
Máximo	3,38	20,95	291,87	0,00	8,42	12,35

Fuente: Elaboración Propia

Con el fin de analizar mas detalladamente el efecto de los flujos de entrada y salida, se calculo para cada sector acuífero la diferencia entre flujo de entrada y de salida, tal como se muestra en el Cuadro 8.4.3.3 -2. Tal como se observa, en prácticamente todos los sectores se observa en algún momento vaciamiento de los sectores acuíferos. Esto se debe principalmente a los episodios de sequía que frecuentemente se presentan lo que disminuye las recargas al sistema en forma importante.

**CUADRO 8.4.3.3 -2
VARIACIÓN FLUJOS ENTRADA SALIDA
SECTORES ACUÍFEROS**

Sector Acuífero	Diferencia (m ³ /s)		
	Mínimo	Promedio	Máximo
AC-01	-0,39	0,66	3,63
AC-02	0,24	1,99	30,86
AC-03	-2,32	1,26	8,30
AC-04	-0,72	6,62	290,59
AC-05	-3,92	0,30	2,30
AC-06	-6,57	-1,00	7,02
AC-07	-7,91	-3,19	7,79
AC-08	-7,14	-5,28	-0,39
AC-09	-2,14	-0,48	3,24
AC-10	-3,05	14,51	38,97
AC-11	-1,09	1,33	9,93
AC-12	-0,05	2,53	11,22
AC-13	-4,33	-1,71	5,45
AC-14	-2,34	0,24	5,08
AC-15	0,00	0,11	0,69
AC-16	-0,03	2,55	9,13
AC-17	-0,03	1,49	5,03
AC-18	-0,03	1,08	7,19
AC-19	-0,03	0,33	8,87
AC-20	-0,20	5,95	21,09
Mínimo	-7,91	-5,28	-0,39
Promedio	-2,10	1,46	23,80
Máximo	0,24	14,51	290,59

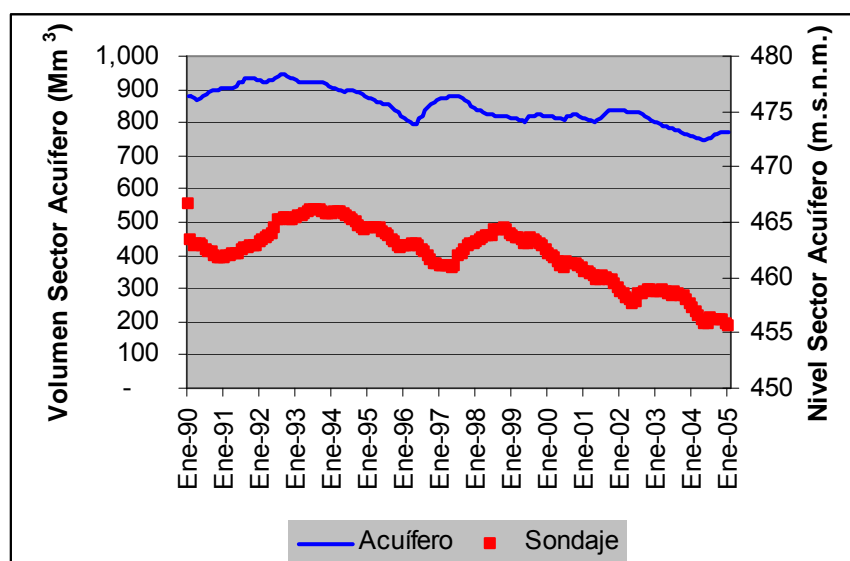
Fuente: Elaboración Propia

8.4.3.4 Análisis Variación Niveles en los Sectores Acuíferos

La última componente en el análisis de los sectores acuíferos es la relación entre niveles y volúmenes en los sectores acuíferos. Los niveles se obtienen del análisis presentado en el estudio de la Ref. 1, y el volumen como resultado de la operación del modelo MAGIC-Maipo. Para esto se consideraron 3 sectores acuíferos: AC-6, AC-11, y AC-20, tal como se presenta en las Figuras 8.4.3.5-1 a 8.4.3.5-3.

El primer sector acuífero se ubica en la zona de Santiago, y muestra un grado importante de relación entre la variación del volumen en el sector acuífero, y el nivel en el pozo de observación seleccionado.

**FIGURA 8.4.3.5-1
VARIACIÓN FLUJOS ENTRADA SALIDA
SECTOR ACUÍFERO AC-06**



Fuente: Elaboración Propia

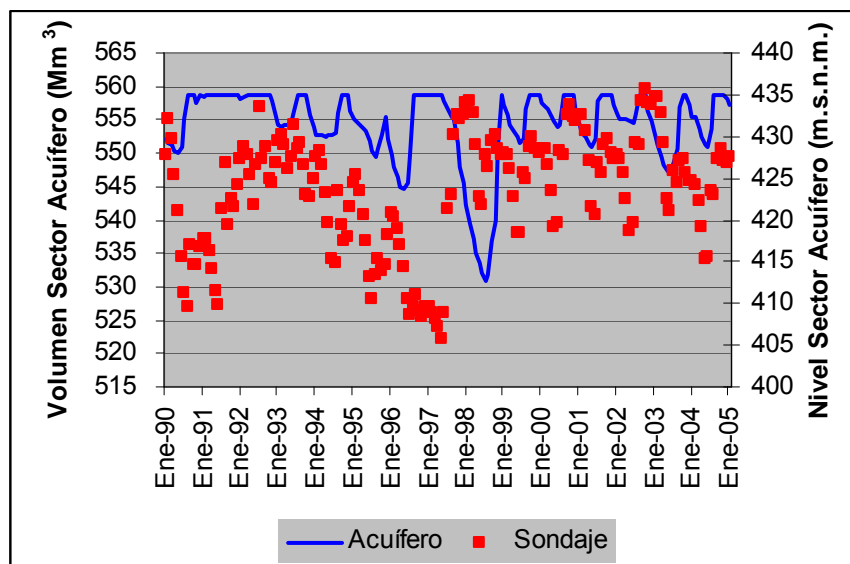
El segundo acuífero seleccionado, AC-11, se ubica en la zona de Angostura. Este acuífero muestra altísimas variaciones en el volumen, variación que también se detecta en los niveles observados. Nuevamente se observa un buen grado de correlación entre el volumen del acuífero y el nivel en el mismo.

Por último, en el sector acuífero AC-20 se dispone de información en 3 sondajes. Si bien es cierto existe una alta variación entre los niveles medidos, sin mostrar una

clara tendencia a subir o bajar, y el volumen del acuífero permanece relativamente constante.

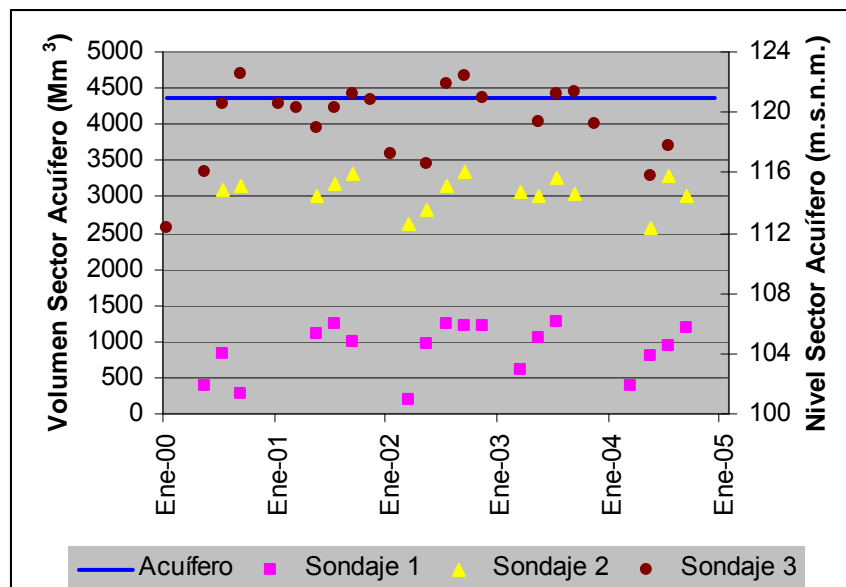
En resumen, las variaciones generadas con el uso modelo son concordantes con las mediciones medidas en sondajes existentes en el área de estudio, lo que garantiza que el modelo MAGIC-Maipo representa en forma adecuada el sistema subterráneo existente.

FIGURA 8.4.3.5-2
VARIACIÓN FLUJOS ENTRADA SALIDA
SECTOR ACUÍFERO AC-11



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 8.4.3.5-3
VARIACIÓN FLUJOS ENTRADA SALIDA
SECTOR ACUÍFERO AC-20



Fuente: Elaboración Propia

8.4.4 CONCLUSIONES DEL PROCESO DE CALIBRACIÓN/VERIFICACIÓN

En general, es posible señalar una buena representación del modelo en las distintas estaciones que caracterizan la distribución de los recursos hídricos a nivel de cuenca, particularmente en la zona alta.

En cuanto a la zona media, debido a la gran interferencia y alteración de los cauces durante la historia de los registros, la representatividad no siempre es la más adecuada, no obstante el modelo responde en forma bastante aceptable en la mayoría de las estaciones ubicadas en este tramo medio. Sin embargo cabe destacar que, junto a una visión de las visitas a terreno realizadas, información que fue presentada en el Anexo 5-5, es relevante la mantención, readecuación y/o reactivación de algunas estaciones, tales como Maipo en Naltahua y Estero Polpaico en Chicauma, con el fin de una mejor caracterización del comportamiento de la cuenca conforme la creciente intervención y crecimiento de los entornos urbanos y la consecuente alteración del sistema hídrico.

Finalmente, en la salida de la cuenca es posible apreciar por medio de la estación fluviométrica de Maipo en Cabimbao, un muy buen ajuste por parte del modelo. Este aspecto es relevante considerando que esta estación cierra la cuenca desde el punto

de vista de la calibración, la cual integra todos los efectos generados hacia aguas arriba, amortiguados probablemente por diversos efectos tales como la interacción del sistema superficial/subterráneo, derrames de riego, infraestructura de tratamiento de aguas servidas de los sectores urbano, entre otros. De esta forma, esta estación cumple una función preponderante en el ordenamiento y gestión del sistema hídrico Maipo.

Ahora bien, desde el punto de vista de la aplicación del modelo MAGIC a la formulación del Plan Director, se tiene que ésta es adecuada ya que en la aplicación del modelo se trabaja con situaciones diferenciales en la que se compara la situación actual de una situación modificada. En este proceso de diferenciación, se eliminan bastantes problemas puntuales que presenta el registro, ya que al final sólo se resaltan las diferencias entre una situación y la otra. No obstante lo anterior, durante la etapa de análisis debe tenerse cuidado de elegir los puntos de análisis en forma adecuada, de manera de tener una correcta o apropiada representación del área en estudio.

En general, es posible señalar una buena representación del modelo en las distintas estaciones que caracterizan la distribución de los recursos hídricos a nivel de cuenca, particularmente en la zona alta.

Por otra parte, en lo que respecta al acuífero, se tiene una buena representación en lo que respecta a volúmenes, y flujos de entrada y salida. Lo anterior muestra que el modelo MAGIC-Maipo es adecuado también al representar el sistema subterráneo asociado a la cuenca.

9. FORMULACIÓN DEL PLAN DIRECTOR

9.1 ETAPAS PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN DIRECTOR

Con el fin de formular el Plan Director, se hace necesario definir la metodología de análisis a considerar, explicitando las diversas etapas que se requiere completar para en definitiva, formular el Plan Director.

Como primer paso se analizará el horizonte de evaluación del Plan Director, y se analizarán en particular las condiciones que definen el período de formulación del Plan Director. En segundo lugar se evaluará la disponibilidad del recurso hídrico considerando diferentes escenarios de desarrollo para la cuenca, utilizando para ello el modelo MAGIC-Maipo ya calibrado. Seguidamente se considera las siguientes etapas para la formulación del Plan Director:

- Lineamientos Generales para Definir el Horizonte de Evaluación del Plan Director
- 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

9.2 LINEAMIENTOS GENERALES PARA DEFINIR EL HORIZONTE DE EVALUACIÓN DEL PLAN DIRECTOR

Uno de los elementos básicos para la formulación del Plan Director 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 el corto plazo, y también aquellas acciones que son las de más larga duración. Por otra parte, el Plan Director de largo plazo -20 años- considera 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.

Otro punto que debe tomarse en cuenta es la validez de los supuestos usados para caracterizar las condiciones usadas para definir el Plan Director. Para el corto plazo los supuestos usados para definir demandas y oferta son claramente adecuados, ya que no se esperan mayores cambios entre las condiciones existentes al momento de

formular el Plan Director y el momento en el que este se materialice, bajo la condición de ejecución inmediata del mismo.

En lo que respecta al largo plazo, estos supuestos pueden cambiar radicalmente. Por ejemplo, de acuerdo a la teoría del “calentamiento global”, el aumento de las temperaturas en el planeta producto de la emisión de CO₂ tiene como consecuencia la disminución de las precipitaciones y por consiguiente de la escorrentía, tanto superficial como subterránea. Con el fin de caracterizar este posible escenario futuro, se presenta en el Anexo 9-1 un análisis de las posibles consecuencias del calentamiento global para la cuenca del Maipo. Este escenario se modeló con el Modelo MAGIC-Maipo, usando una serie de hipótesis que diversos investigadores han formulado para Chile. En forma simplificada se acepta que en un horizonte de unos 50 años las temperaturas en la región podrían subir entre 2 y 4 °C, de la mano de una reducción en precipitaciones del orden de un 20%. Adicionalmente, el aumento de temperaturas traería como consecuencia un aumento de las demandas evapotranspirativas de las especies vegetales. Por último, el aumento de temperaturas ocasiona un corrimiento de la línea de nieves, con la consiguiente transformación del régimen en algunas cuencas, las que pasarían de ser nivopluviales a pluviales, con el correspondiente efecto en la distribución de la escorrentía durante el año.

La aplicación del modelo MAGIC-Maipo a estas condiciones muestran que la escorrentía superficial podría disminuir en hasta un 40% en magnitud, e incluso se tendrían cambios en la distribución anual de la escorrentía, con el consiguiente impacto en la disponibilidad del recurso hídrico para su uso y consumo.

Es importante indicar que lo relevante de este análisis no es precisar la magnitud del cambio esperado, sino que puntualizar que se espera que ocurra un cambio, el que debe ser entendido correctamente. Por lo anterior, se requiere aumentar el conocimiento que se tiene de este fenómeno, lo que se traduce en la necesidad de realizar un mayor nivel de investigación aplicada a las condiciones específicas de Chile.

9.3 ANÁLISIS DE ESCENARIOS PARA LA FORMULACIÓN DEL PLAN DIRECTOR

En esta sección se presenta la información relativa a los escenarios de evaluación considerados para facilitar la formulación del Plan Director. Esta sección se divide en 3 sub-secciones:

- Descripción Escenarios de Evaluación
- Metodología de Evaluación Económica
- Resultados de la Evaluación Técnico-Económica

9.3.1 DESCRIPCIÓN ESCENARIOS DE EVALUACIÓN

En esta sección se describen brevemente los escenarios de evaluación considerados en el presente estudio. Los detalles de los escenarios junto a las bases para su definición se presentan en el Anexo 9-2.

9.3.1.1 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 1950 a marzo de 2006. De esta manera, el modelo se alimenta con una estadística de 56 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
- **Escenario Base con Expansión Urbana.** En este caso se evalúa el efecto que tiene el crecimiento de las ciudades en el funcionamiento hídrico de la cuenca, y cómo se ve afectado el riego en dicho proceso.

9.3.1.2 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.

a) Tecnificación del Riego

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.

b) Regulación Nocturna

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, para aquellos sectores seleccionados con la metodología presentada en el Anexo 10-2.

c) Mejoramiento de Infraestructura Principal y Canales Secundarios

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.

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

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.

e) Área Futura Con Tecnificación

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. 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).

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

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

9.3.1.3 Escenario #2: Evaluación del Efecto de la Expansión Urbana

Considera crecimiento según la tendencia actual para la evaluación de la demanda. Detrás de este escenario se esconde un análisis previo de cambio de áreas (riego → urbano), cambio de uso del agua (riego → doméstico) que se ve reflejado en la compra y venta de derechos transacciones, demanda urbana en términos del crecimiento en altura. Para analizar este escenario, se definió como punto de partida, un escenario base de crecimiento urbano según lo explicado anteriormente.

9.3.1.4 Otros Escenarios que Deberían ser Considerados en Futuras Modelaciones

- **Reuso de Aguas Servidas.** Sobre el escenario Base se pretende analizar la reutilización de las aguas residuales tratadas provenientes de las PTAS
- **Aumento de la Superficie de Riego en Zonas de Secano.** Es similar al Escenario #1 pero enfocado a las áreas de secano. 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 afectada por la detección de nuevas fuentes de agua, en especial subterránea

- **Desarrollo de Nuevas Obras Mayores de Riego.** Análisis del efecto de las obras mayores que se encuentran actualmente en carpeta en la DOH, en relación al aprovechamiento de los recursos hídricos en la cuenca
- **Desarrollo de Nuevas Obras Hidroeléctricas Tanto Tradicionales como Minicentrales:** Estudiar el efecto de las obras hidroeléctricas sobre los recursos hídricos en la cuenca y conocer sus efectos en el sistema actual de conducción
- **Efecto Fenómeno del Niño y la Niña.** Evaluación del efecto de las precipitaciones características de éstos fenómenos
- **100% Derechos de Agua Concedidos.** Análisis del efecto de conceder la totalidad de los derechos de aprovechamiento, incluyendo aquellos solicitados que se encuentran pendientes
- **Precipitaciones Extremas.** Efecto de precipitaciones extremas en sistemas de acumulación y en la erosión de los suelos
- **Incorporación de Agua Subterránea al Riego.** Con este escenario se pretende evaluar el efecto de incorporar agua subterránea para el riego de la zona de secano, o sectores regados con baja seguridad de riego

9.3.2 METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA

9.3.2.1 Introducción

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 Maipo. 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, y la construcción de un embalse de regulación en el estero Puangue.

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.

9.3.2.2 Caracterización de la Situación Productiva

Con el fin de caracterizar la situación productiva de la cuenca, se requiere definir la distribución de la propiedad de la tierra en tamaños relevantes, y los principales tipos de cultivos presentes en la cuenca. Con este fin, y a partir del estudio de la Ref. 22 se identificaron diferentes estratos productivos de acuerdo al tamaño de la explotación agrícola presentes en cada zona de riego consideradas en la cuenca. Así, se logró segregar al interior de cada zona de riego los diferentes estratos de productores presentados en el Cuadro 9.3.2.2-1.

CUADRO 9.3.2.2-1
DEFINICIÓN DE ESTRATOS PRODUCTORES

Estrato	Superficie (ha)
1: Explotación de Subsistencia	< 5
2: Pequeña explotación empresarial	5 - 20
3: Mediana explotación	20 - 100
4: Gran explotación	> 100

Fuente: ODEPA (2000) (Ref. 22)

Es importante mencionar que la base de datos que define el modelo MAGIC-Maipo hace referencia a 5 grandes rubros productivos, a saber: cultivos anuales (maíz y trigo), hortalizas, viñas, frutales, y forrajeras. Por otro lado, la información presente en el estudio de la Ref. 22 fue ajustada a los rubros productivos de la base de datos utilizada por MAGIC. Por este motivo, y sólo para fines de análisis, se seleccionaron cultivos que permiten representar los resultados económicos en cada estrato y rubro analizado, tal como se muestra en el Cuadro 9.3.2.2-2.

Para la caracterización agrícola de la cuenca, se han utilizado los resultados económicos recientemente publicados en el estudio de la Ref. 15. Lo anterior, debido a que es la información más actualizada que se dispone sobre resultados agroeconómicos de diferentes rubros en la cuenca. En particular, este estudio permite caracterizar los rubros presentes de acuerdo a estratos de tenencia de la tierra. Adicionalmente, permite seleccionar los márgenes netos por hectárea, tanto a precios de mercado como sociales, en situación actual y futura.

CUADRO 9.3.2.2-2
CARACTERIZACIÓN SITUACIÓN PRODUCTIVA

Estrato	Rubro	Situación	
		Actual ¹	Futura ²
1	Cultivos Anuales	Maíz Trigo	-
	Forrajeras	Avena	Avena, al año 0
	Frutales	Tunas	Almendros, al 3 ^{er} año Frambuesa, al 3 ^{er} año tunas, al año 0
	Hortalizas	Porotos	Porotos, al año 0 Papa, al año 0
	Viñas	-	-
2	Cultivos Anuales	Maíz Trigo	-
	Forrajeras	Avena Alfalfa	-
	Frutales	Almendo (año 5) Tunas	Almendo, al año 0 Ciruelas, al 3 ^{er} año Frambuesa, al 3 ^{er} año
	Hortalizas	Cebolla	Lechuga, al 3 ^{er} año Tomates, al 3 ^{er} año
	Viñas	Viñas (año 5)	-
3	Cultivos Anuales	Maíz Trigo	-
	Forrajeras	Alfalfa	Alfalfa, año 0
	Frutales	Almendo (año 5) Durazno (año 6) Nogal (año 9)	Arándano, al 3 ^{er} año Naranja, al 3 ^{er} año Palto, al 3 ^{er} año
	Hortalizas	Papas	Tomate, al 3 ^{er} año Zapallo, al 3 ^{er} año Papas, al 3 ^{er} año
	Viñas	Viñas (año 5)	Viñas, al 3 ^{er} año
4	Cultivos Anuales	Maíz Trigo	-
	Forrajeras	Alfalfa	Trébol, al año 0 Avena, año 0
	Frutales	Durazno Nogal	Arándano, al 3 ^{er} año Naranja, al 3 ^{er} año Palto, al año 0
	Hortalizas	Cebolla	Papa, al año 0 Poroto verde, al 3 ^{er} año Cebolla, al 3 ^{er} año
	Viñas	Viñas (año 5)	Viñas, al 3 ^{er} año

Fuente: Elaboración Propia

Para el caso del rubro “viñas”, que ha presentado una significativa variación (positiva) de su superficie en la cuenca, no se cuenta con información económica en el proyecto Puangue. Por lo tanto, los márgenes netos y costos asociados se han

¹ A continuación del nombre del cultivo se indica el año de crecimiento seleccionado (las especies ya están plantadas y en proceso de formación y/o producción)

² Al lado del nombre del cultivo, se indica el año que es incorporado a la evaluación, según la curva lógica de introducción (la que representa las capacidades de inversión y respuesta de los diferentes estratos de tenencia de la tierra)

adoptado del estudio “Actualización Estudio de Diseño de Obras de Riego Sistema Embalse Tutuvén, VII Región. Luis Arrau del Canto-DOH, 2006”. Es importante indicar que si bien es cierto este estudio corresponde a la Región del Maule, la información contenida de “órdenes de magnitud sobre los resultados económicos” es actualizada y pertinente. Es importante indicar que la variación agronómica de resultados que se pueda representar no es significativa para los niveles globales que interesa representar en el presente estudio.

Por otra parte, para la definición de la situación futura en cuanto a la distribución de los rubros considerados en el MAGIC-Maipo, y que queda dada por las tablas ZR_CULT_SC y CULT_TIPOS, se han analizado las cifras presentadas en estudios de la Ref. 24, 25, 26 y 27. Estos han sido publicados en diferentes temporadas, lo que ha permitido establecer la tendencia de los cambios, y en base a ella proyectar el futuro. Las proposiciones de cambios consideradas se incluyen en los escenarios de análisis correspondientes.

En base a lo anteriormente expuesto, interesa determinar la distribución de rubros productivos considerados en la base de datos del modelo MAGIC-Maipo, incorporando la sensibilización mediante estratos de tenencia de la tierra.

9.3.2.3 Generación de Información Agronómica para el Modelo MAGIC-MAIPO

Para asignar espacialmente la información de estratos y rubros productivos, que se encontraba inicialmente a nivel comunal (Ref. 22), a las distintas zonas de riego, se debió recurrir a las herramientas de procesos y análisis espaciales en SIG. A continuación se detallan los pasos seguidos, en un ejemplo en el que se analiza la situación del sector de riego ZR-05.

1. Intersección del “*layer o shape*” comunal con *layer* de zonas de riego (ver Figura 9.3.2.3-1)
2. Cálculo de superficies de polígonos resultantes (con herramientas SIG), tal como se muestra en el Cuadro 9.4.2.3-1. En este cuadro puede verse, en términos porcentuales, la superficie que cada comuna ocupa dentro de la zona de riego en estudio. Extendiendo este proceso a todas las zonas de riego, puede generarse la información necesaria para el análisis posterior.

CUADRO 9.3.2.3-1
DISTRIBUCIÓN SUPERFICIE SECTOR DE RIEGO 5
SEGÚN COMUNAS

Comuna	Superficie	
	(ha)	(%)
Calera de Tango	1.962,8	27,0
Maipú	1.901,0	26,1
Padre Hurtado	484,0	6,7
San Bernardo	2.924,2	40,2
Total	7.272,0	100,0

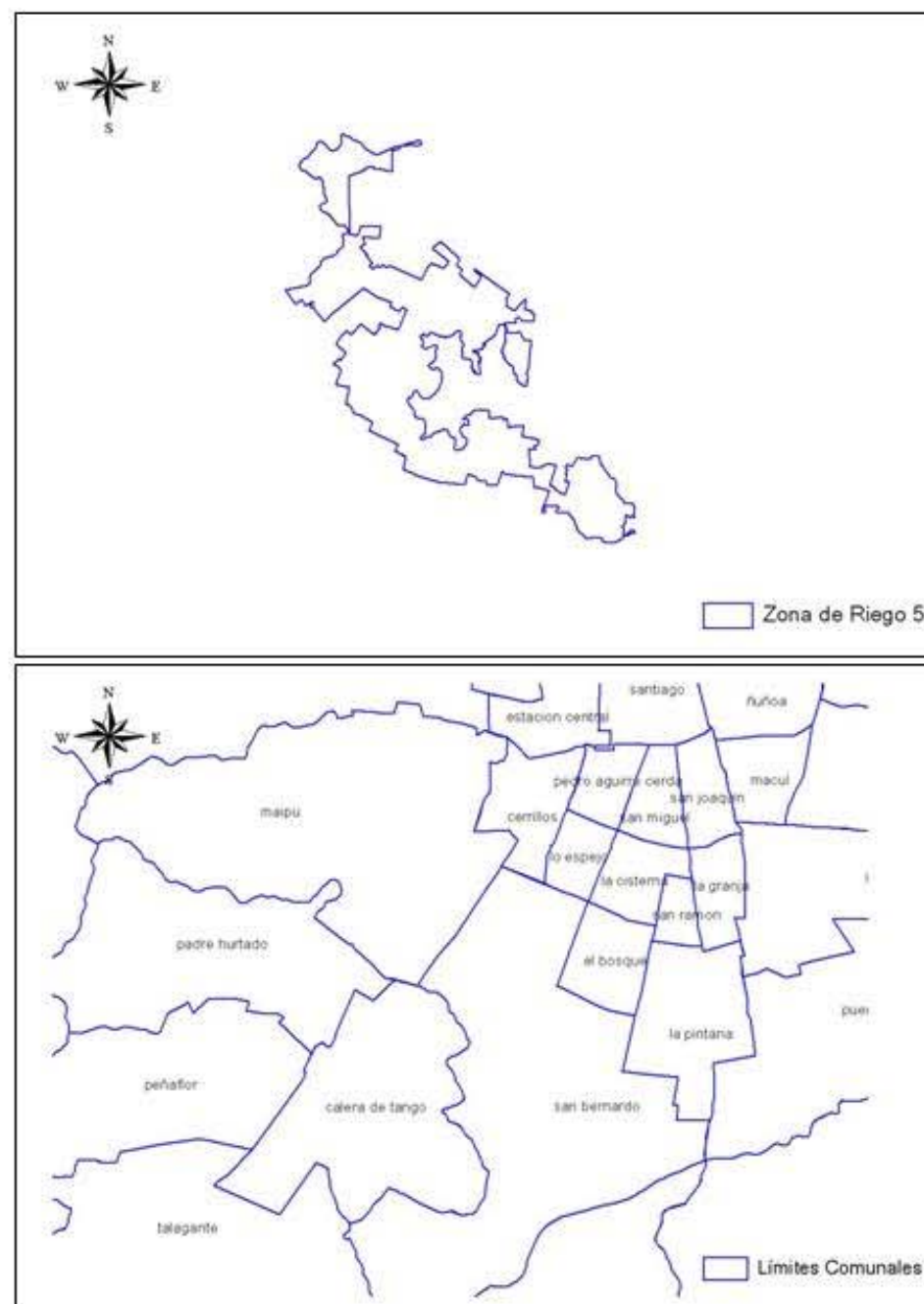
Fuente: Elaboración Propia

3. Posteriormente se construye el Cuadro 9.3.2.3-2, que presenta la distribución de rubros según estratos productivos por comuna, análisis que se realiza usando la información contenida en el estudio de la Ref. 22. En el Cuadro 9.3.2.3-2 se muestra a modo de ejemplo, el cálculo para la comuna de Maipú. Adicionalmente, y con el fin disponer de toda la información necesaria para desarrollar los cálculos del numeral 4 y que se muestran en la Figura 9.3.2.3-2, en el Cuadro 9.3.2.3-3 se muestran los coeficientes calculados por comunas para los frutales del estrato 3. Esto se hace para no presentar cuadros equivalentes al Cuadro 9.3.2.3-2 para las otras comunas, dado que para los fines de este cálculo, sólo se requiere conocer el coeficiente destacado en negrita en el Cuadro 9.3.2.3-2 (Estrato 3, Frutales). Es importante hacer notar que en el Cuadro 9.3.2.3-3 el coeficiente 4,2% para la comuna de Maipú es el mismo que se reporta en el Cuadro 9.3.2.3-2, para frutales en el Estrato 3.

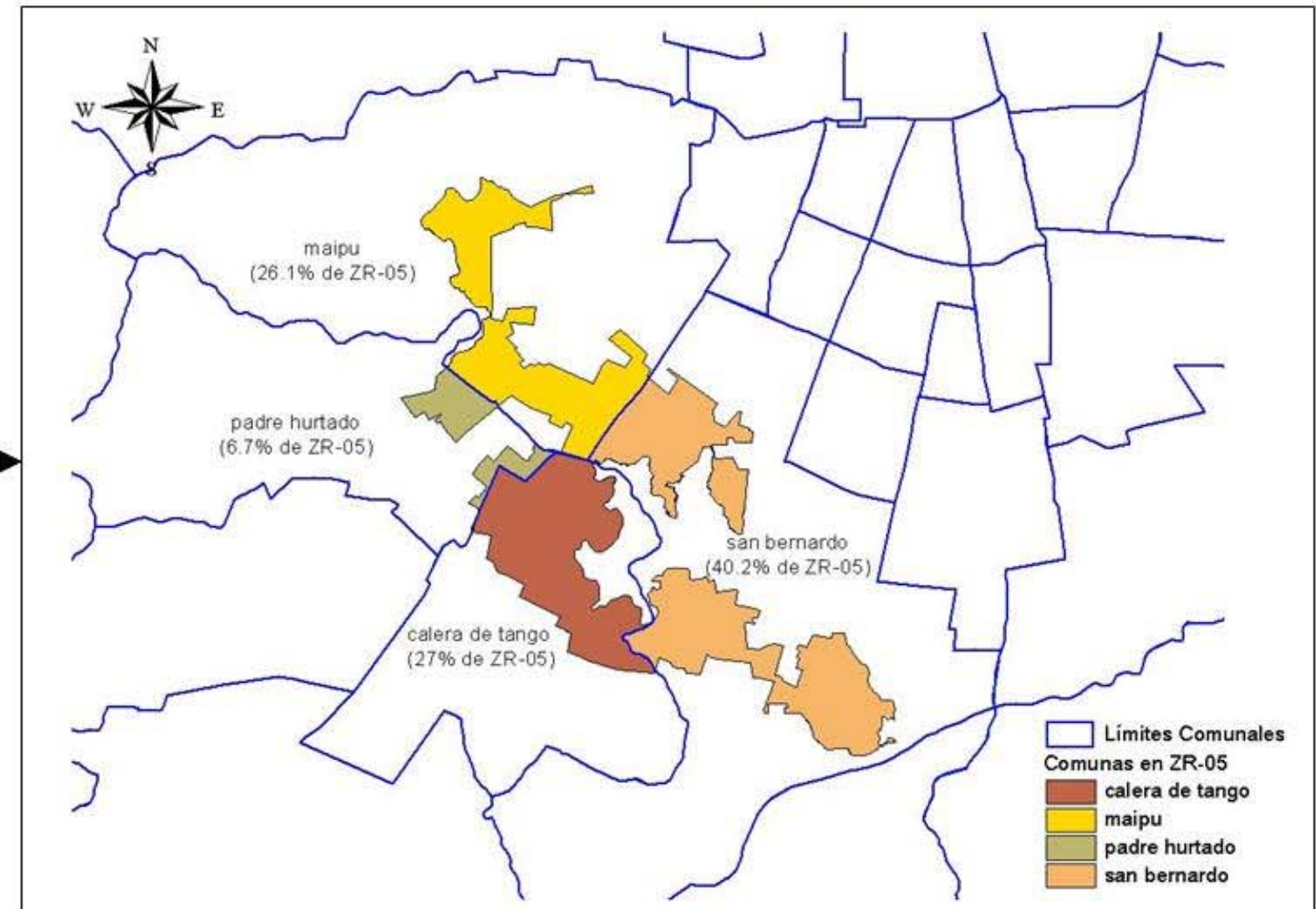
CUADRO 9.3.2.3-2
SUBDIVISIÓN SEGÚN ESTRATOS Y RUBROS
PRODUCTIVOS COMUNA DE MAIPÚ (%)

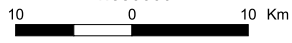
Rubro Productivo	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Total
Cultivos Anuales	0,1	2,0	3,7	14,9	20,7
Hortalizas	0,1	9,2	13,3	13,7	36,3
Viñas	0,0	0,0	0,0	0,7	0,7
Frutales	0,0	3,1	4,2	6,1	13,4
Forrajeras	0,1	3,7	6,6	18,5	28,9
Total	0,3	18,0	27,8	53,9	100,0

Fuente: Elaborado a partir de ODEPA (2000) (Ref. 20)



Intersección



 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 MAIPO	PLANO: ESQUEMA GRÁFICO GENERACIÓN INFORMACIÓN APLICACIÓN SECTOR DE RIEGO ZR-05
DIRECTOR GENERAL DE AGUAS SR. RODRIGO WEISNER	JEFE DE DEPARTAMENTO SR. PEDRO RIVERA	INSPECTOR FISCAL: SR. ANDRÉS ARRIAGADA
ESCALA: 1:650000 	FIGURA: 9.3.2.3-1	FECHA MAYO DE 2008

**CUADRO 9.3.2.3-3
SUBDIVISIÓN SEGÚN COMUNAS
FRUTALES ESTRATO 3**

Comuna	Factor (%)
Calera de Tango	18,2
Maipú	4,2
Padre Hurtado	7,0
San Bernardo	19,7

Fuente: Elaboración Propia

4. A partir de la información procesada y ordenada los pasos anteriores, se realizó la ponderación matemática de acuerdo a la ecuación que se presenta a continuación, y siguiendo el supuesto que la distribución de cultivos dentro de cada comuna es homogénea en el espacio.

$$P_1(E_i, R_j, ZR_k) = \frac{100}{ST(ZR_k)} \sum_i P_2(E_i, R_j, C_i) S(C_i, ZR_k)$$

Donde:

- $P_1(E_i, R_j, ZR_k)$: es el porcentaje de superficie ocupado por el estrato “i” y el rubro “j” dentro de la zona de riego “k”.
- $P_2(E_i, R_j, C_i)$: es el porcentaje de superficie ocupado por el estrato “i” y el rubro “j” en la comuna “l”. Corresponde a la información del Cuadro 9.4.2.3-3
- $S(C_i, ZR_k)$: Superficie de la comuna “l” que se encuentra dentro de la zona de riego “k”. Corresponde a la información del Cuadro 9.4.2.3-1
- $ST(ZR_k)$: Superficie total de la zona de riego “k” (envolvente). Se presenta en el Cuadro 9.4.2.3-1.

A continuación se muestra un ejemplo detallado del cálculo para obtener el porcentaje de frutales existentes en el Estrato 3, dentro de la zona de riego ZR-05, proceso que una vez extendido a todos los estratos y rubros, se presenta en el Cuadro 9.3.2.3-4.

$$P_1(3, \text{Frutales}, 5) =$$

$$\frac{100}{7.272} (0,182 \cdot 1.962,8 + 0,042 \cdot 1.901,0 + 0,197 \cdot 2.924,2 + 0,070 \cdot 484,0)$$

$$\Rightarrow P_1(3, \text{Frutales}, 5) = 14,4\%$$

CUADRO 9.3.2.3-4
SUBDIVISIÓN SEGÚN ESTRATOS Y RUBROS PRODUCTIVOS
ZONA DE RIEGO 5 (%)

Rubro Productivo	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Total
Cultivos Anuales	0,1	1,9	5,0	9,9	16,9
Forrajeras	0,1	2,8	6,1	12,2	21,2
Frutales	0,1	4,2	14,3	23,4	42,0
Hortalizas	0,1	4,8	7,1	5,4	17,4
Viñas	0,0	0,1	1,1	1,3	2,5
Total	0,3	13,8	33,6	52,3	100,0

Fuente: Elaboración Propia

5. Posteriormente, la información contenida en el Cuadro 9.4.2.3-4 se lleva a distribuciones para cada cultivo dentro de la zona de riego. Por ejemplo, para los frutales, el 42% con respecto a la zona total se transforma en 100% con respecto a frutales, tal como se muestra en el Cuadro 9.4.2.3-5.

CUADRO 9.3.2.3-5
RECLASIFICACIÓN DE ESTRATOS POR RUBRO PRODUCTIVO
PARA LA ZONA DE RIEGO ZR-05 (%)

Estrato	Cultivos Anuales		Forrajeras		Frutales		Hortalizas		Viñas	
	B	C	B	C	B	C	B	C	B	C
E1	0,05	0,32	0,09	0,43	0,06	0,14	0,12	0,69	0,00	0,00
E2	1,95	11,52	2,80	13,23	4,17	9,92	4,76	27,42	0,08	3,32
E3	5,00	29,66	6,10	28,79	14,41	34,24	7,06	40,65	1,05	42,56
E4	9,87	58,50	12,19	57,54	23,45	55,70	5,43	31,24	1,34	54,12
Total	16,87	100,00	21,19	100,00	42,09	100,00	17,37	100,00	2,47	100,00

Nota: los valores en la tabla se encuentran aproximados a 2 decimales
 Los cálculos oficiales se realizaron usando todos los decimales.

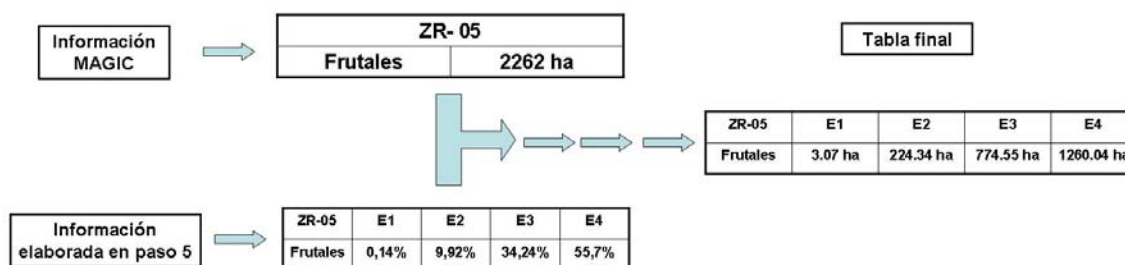
B: Distribución Base
 C: Distribución Modificada

Fuente: Elaboración Propia

6. Posteriormente, en base a la información contenida en el modelo MAGIC-Maipo sobre rubros productivos existentes en cada zona de riego (Tablas ZR_CULT_PAR, ZR_CULT_SC, y CULT_TIPOS), y la información obtenida en el paso 5 (distribución finalmente calculada), se define la

situación productiva actual (rubros) por estrato en cada zona de riego. Para esto se decidió mantener las proporciones de los distintos estratos en sus respectivos rubros antes obtenidas para cada zona de riego (ver Cuadro 9.3.2.3-4), y segregar de esa manera la información contenida en MAGIC. La Figura 9.3.2.3-2 muestra un diagrama que ejemplifica lo antes descrito. Finalmente, en el Cuadro 9.3.2.3-6 se muestra la distribución de superficies finalmente adoptada para la zona de riego ZR-05.

**FIGURA 9.3.2.3-2
DIAGRAMA EJEMPLO**



Nota: los valores en la figura se encuentran aproximados a 2 decimales

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 9.3.2.3-6
RECLASIFICACIÓN DE ESTRATOS POR RUBRO PRODUCTIVO
PARA LA ZONA DE RIEGO ZR-05 (ha)**

Estratos	Cultivos Anuales	Forrajeras	Frutales	Hortalizas	Víñas
E1	3,4	4,4	3,1	6,8	0,0
E2	124,3	133,9	224,3	270,9	4,4
E3	319,9	291,4	774,6	401,6	56,4
E4	631,0	582,3	1.260,	308,7	71,7
Total	1.078,6	1.012,0	2.262,0	988,0	132,5

Nota: los valores en la tabla se encuentran aproximados a 1 decimal

Fuente: Elaboración Propia

9.3.2.4 Detalles Metodología de Evaluación Económica

Para asignar los márgenes brutos y netos para cada zona de riego, se definieron flujos que representen la realidad económica de cada estrato. Ahora bien, como lo que interesa es definir el margen relativo entre los diferentes estratos expresados en el flujo, se definen valores que en promedio representan la situación existente. Es decir, para estratos de subsistencia se seleccionan especies de un bajo resultado económico y que pueden ser incorporadas en los sistemas productivos dada su capacidad de inversión, y para estratos empresariales, aquellas especies que muestran un alto resultado y de mayor inversión. Así por ejemplo, “viñas” se incluyen sólo en el estrato empresarial, debido a la posibilidad de inversión y a sus altos resultados (es más probable que este estrato represente los cambios). Es importante indicar que en este análisis no se individualizan las especies consideradas, sino que sólo sus resultados económicos, los que han sido evaluados en algunos casos como el promedio de al menos 2 cultivos, y en otros casos se considera una sola especie. Esto se hace para evitar confusiones relativas a la existencia de los cultivos específicamente incluidos en el patrón productivo en un sector de riego productivo, ya que lo que interesa representar es el flujo monetario asociado a cada rubro productivo según estrato de la propiedad.

Es necesario indicar que la evaluación económica se enlaza con el modelo MAGIC-Maipo mediante un análisis de la seguridad de riego considerando la serie hidrológica de 55 años disponible. Con el procesamiento del modelo se obtiene para cada escenario los coeficientes de satisfacción de la demanda en cada sector de riego, a nivel mensual y para cada año de estadística. Este valor se promedia y se obtiene un valor único representativo de la simulación realizada. Es importante hacer notar que los 30 años que se consideran para la evaluación económica son arbitrarios, y se utilizan de manera que el indicador que se obtiene como resultado de la aplicación de esta metodología sea comparable con otras evaluaciones.

El coeficiente de satisfacción de la demanda a utilizar en la determinación de los márgenes neto efectivos de cada cultivo, corresponde al valor promedio de la serie para los meses de Diciembre, Enero y Febrero, que son aquellos que tienen una mayor demanda del recurso hídrico.

Se postula que el rendimiento efectivo de los cultivos está relacionado con la satisfacción de la demanda y la curva logística que representa el crecimiento del cultivo finalmente adoptada. Este rendimiento está dado en forma simplificada por:

$$\eta_{\text{Efectivo}} = \alpha \cdot K_s \cdot \eta_{\text{esperado}}$$

donde:

$$\eta_{\text{efectivo}} = \frac{\text{Rendimiento Efectivo de Cada Rubro por Unidad de Superficie}}{\text{Superficie}}$$

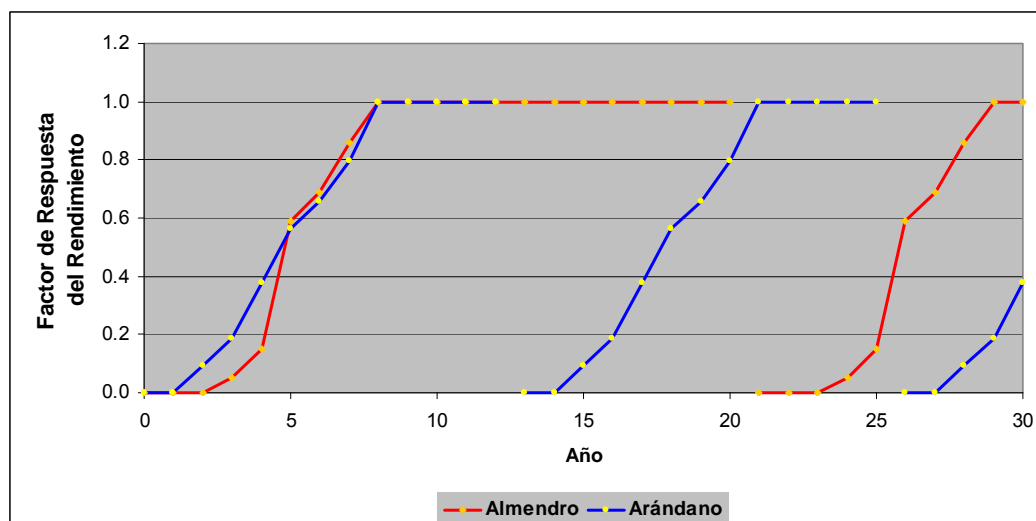
η_{esperado} = Rendimiento Esperado del Cultivo por Unidad de Superficie Cuando la Demanda Hídrica se Satisface Completamente ($K_s=1$), para cada año de desarrollo del cultivo

α = Factor de Respuesta del Rendimiento

K_s = Coeficiente de Satisfacción de la Demanda Hídrica

El rendimiento esperado se evalúa principalmente a encuestas realizadas en terreno, información bibliográfica, y la práctica usual de la ingeniería agronómica. Usando este mismo tipo de información es que se evalúan las curvas logísticas de crecimiento para los cultivos anuales. Por ejemplo, en la Figura 9.3.2.4-3 se muestra a modo de ejemplo, la curva logística para 2 cultivos considerados: Almendro y Arándano. Dado que el período de análisis es de 30 años, la curva muestra el período desde la plantación hasta el pleno desarrollo y posterior muerte de la planta, y el posterior reinicio del ciclo con una nueva plantación. Esta nueva plantación ocurre a diferentes años ya que la vida útil de la planta es diferente. Para el arándano es de 12 años, y para el almendro de 20 años. Por esta razón, para el período de análisis se tienen 3 plantaciones de arándanos, y sólo 2 plantaciones de almendros.

FIGURA 9.3.2.4-1. EJEMPLO DE CURVAS LOGÍSTICAS



Fuente: Elaboración Propia

Una última consideración debe hacerse en lo que se refiere al estado de la producción en la situación actual. En forma conservadora, se adopta que los cultivos anuales se encuentran en una etapa comprendida entre el año 3 y el año 5, lo que es

realista ya que en algunos sectores podría estar comenzando la plantación y en otros sectores podría estarse en plena producción.

Para estimar el valor esperado de los beneficios agropecuarios (ya que ellos dependen de la aleatoriedad de la hidrología), debe determinarse el margen neto en función del coeficiente de satisfacción de la demanda de los cultivos presentes en la estructura de cultivos prevista para cada escenario. Las expresiones que se han utilizado son las siguientes:

$$MT = Sup \cdot (\eta_{\text{efectivo}} I - CD - CI)$$

donde:

MT	=	Margen Total
Sup	=	Superficie Cultivada
I	=	Ingreso
CD y CI	=	Costos Directos e Indirectos por Cada cultivo

El resultado económico esperado que se ha estimado anteriormente, o resultado del año meta, corresponde al año en que ya se ha estabilizado la superficie en sus características de desarrollo (mejoramiento de situación actual o situaciones con proyecto), es decir, ya se han incorporado todos los nuevos suelos y cultivos previstos, y las acciones de tecnificación del riego ya han dado sus frutos.

Es necesario indicar, que de acuerdo a la práctica usual en la evaluación de proyectos, los precios de venta de los productos y los insumos se consideran constantes durante el período de análisis, y que los beneficios anuales se evalúan agregando los valores por sector de riego, que son evaluados usando la división de rubros y estratos. Esto es porque la evaluación económica es sólo un indicador de cuan bueno o malo es un proyecto, y no necesariamente representa el retorno económico que en verdad puede obtenerse.

Finalmente, el proceso de agregación antes referido se representa funcionalmente de la siguiente manera:

$$Benef_m = \sum_{k=1}^{N_{ZR}} \sum_{j=1}^{N_R} \sum_{i=1}^{N_E} P_1(E_i, R_j, ZR_k) Sup(R_j, ZR_k) (\eta_{\text{efectivo}}^m (E_i, R_j) I(E_i, R_j) - CD(E_i, R_j) - CI)$$

donde:

$Benef_m$: Beneficio del año "m"

$P_1(E_i, R_j, ZR_k)$: Fracción de la superficie cultivada en el sector “k”, del rubro “j”, en el estrato “i”
$Sup(R_j, ZR_k)$: Superficie cultivada en el sector “k” del rubro “j”
$I(E_i, R_j)$: Ingreso del rubro “j” en el estrato “i”
$CD(E_i, R_j)$: Costo Directo del rubro “j” en el estrato “i”
$n_{\text{efectivo}}^m(E_i, R_j)$: Rendimiento efectivo anual del rubro “j” en el estrato “i”
N_{ZR}	: Número de zonas de riego (46)
N_R	: Número de rubros (5)
N_E	: Número de estratos (4)

De esta manera, y con el uso de la herramienta Excel se evaluarán los beneficios agroeconómicos a nivel anual integrando la contribución de las diferentes zonas de riego, con lo que se está listo con los resultados para evaluar económicamente los proyectos que así lo requieran.

9.3.3 Resultados de la Evaluación Técnico-Económica

Es importante indicar que la evaluación económica sólo se hará para el primer escenario, Programa del Mejoramiento de la Eficiencia de Riego, ya que incluye sólo componentes agronómicas. El segundo escenario no se evalúa económicamente ya que aunque presenta una componente económica, también presenta otros elementos de compleja evaluación.

A modo de resumen se presenta en el Cuadro 9.3.3-1 los indicadores económicos principales para cada uno de las componentes del escenario #1, tanto a precios sociales como privados.

El primer resultado importante indica que tecnificación es un medio adecuado para mejorar el rendimiento económico de la cuenca. De hecho, el mejor resultado se obtiene con la mayor tasa de crecimiento considerada. Por otra parte, cuando se considera la situación futura se observa la misma tendencia. Por otra parte, cuando se considera el mejoramiento de la eficiencia, sólo un mejoramiento marginal del 20% mejora el rendimiento económico, ya que mayores cambios traen consigo costos altísimos que no se compensan con el aumento de los beneficios. Por último, cuando se considera tecnificación junto a los otros tipos de mejoramiento de la infraestructura, se obtiene una disminución de la razón beneficio costos c/r al caso de tecnificación pura, pero el rendimiento del escenario mejora considerablemente.

CUADRO 9.3.3-1
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA
POR COMPONENTE ESCENARIO #1

Escenario	Precios Mercado		Precios Sociales	
	IVan	Tir (%)	IVan	Tir (%)
a.2: Tecnificación Actual	5,19	15,0	6,79	16,8
b: Regulación Nocturna	0,61	15,5	0,65	16,1
c: Mejoramiento Canales	1,08	21,7	1,21	23,3
d: Tecnificación + Regulación + Mejoramiento Canales	1,56	16,9	1,90	18,3
e: Riego Futuro	2,56	14,6	4,58	18,6
f: Riego Futuro + Regulación + Mejoramiento Canales	2,63	15,5	4,26	19,0

Fuente: Elaboración propia

En segundo 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, el IVAN obtenido es mucho menor al obtenido para la componente a). 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. Es importante indicar que en este proceso no se realizó un análisis de sensibilidad ya que el procedimiento usado engloba en sí este tipo de análisis.

En siguiente lugar se realizó un análisis englobando los mejores resultados de cada una de las 3 componentes anteriormente analizadas. La rentabilidad de esta componente es superior a solamente tecnificar, lo que muestra que complementar las técnicas de tecnificación es mucho más eficiente que sólo usar un tipo de mejoramiento.

La siguiente componente del análisis 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, lo que se traduce en una menor rentabilidad que el caso de tecnificación sola. 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.

Por otra parte, 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, y otros. En todo caso, el detalle de estos proyectos se presenta posteriormente en el Acápite 9.6.

En lo que respecta al escenario de desarrollo urbano, se tiene que la satisfacción de la demanda en sectores urbanos se ve afectada por la expansión urbana, ya que este proceso conlleva un crecimiento poblacional y por consiguiente un aumento en el consumo de agua potable, Por otro lado la impermeabilización de los suelos afecta la recarga de los acuíferos perjudicando la disponibilidad de agua en los pozos,

A raíz de los resultados obtenidos y los análisis realizados puede concluirse que el crecimiento de las ciudades puede traer como consecuencia una mejoría en lo que es satisfacción de demanda en riego, sin embargo dicha mejoría se debe únicamente a la reducción de las zonas de riego, lo cual contribuye a otros problemas de diversa índole, Por un lado, la disminución de las zonas de riego afecta la seguridad alimentaria de la población, trayendo como consecuencia procesos de intensificación productiva en los pocos sectores agrícolas que van quedando, lo que incluye eventuales problemas de contaminación por agroquímicos y sobre explotación del recurso suelo, forzando por otro lado, a la expansión de las fronteras agrícolas hacia cerros y laderas hoy en día ocupados por vegetación nativa y bosques con las respectivas consecuencias en el medio ambiente y los servicios ecosistémicos que ellos conlleva.

El escenario explosivo, permite reafirmar, desde una perspectiva más extremista, los efectos concretos que los procesos de expansión urbana traerían a la cuenca, poniendo de manifiesto una intensificación de los conflictos relacionados con la competencia por el recurso entre distintos usos, específicamente los usos agrícolas (riego) y sanitario (agua potable). Esto porque, como es sabido, el cambio de uso del suelo desde rural hacia urbano (impulsado por el aumento poblacional) implica también una expansión de la cobertura de agua potable, para lo cual se requiere la obtención de derechos de aprovechamiento. Y esos derechos serían traspasados desde el riego (pudiendo considerar además, un eventual aumento en la disponibilidad de agua por motivos de tecnificación). Se tiene entonces, un escenario en el que se ve forzado el cambio de uso en el suelo y derivado de esto, un cambio de uso en el agua con el inmenso costo de oportunidad que esto pueda significar en ámbitos tanto económicos, sociales y ambientales.

9.4 VERIFICACIÓN CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS PARA LA CARTERA ORIGINAL DE PROYECTOS

Como siguiente elemento para la formulación del Plan Director se determinó a partir de los Cuadros 7.8-1 a 7.8-5, del Capítulo 7, cuáles son los objetivos que carecen de proyectos pertenecientes a la cartera de proyectos presentados anteriormente en el

Capítulo 6, y que favorecen el cumplimiento de los objetivos del presente plan. Por lo tanto se debe realizar el siguiente análisis:

- a) Para aquellos objetivos que cuentan con proyectos asociados, se deberá evaluar si es necesario plantear nuevos proyectos en el marco del Plan Director
- b) Para aquellos objetivos que no cuentan con proyectos asociados, se debe analizar qué proyectos permitirán el cumplimiento de ellos

En el Anexo 9-3 se puede observar la relación que existe entre los proyectos y los objetivos prioritarios en cada uno de los ámbitos. De manera que la información sea útil para la planificación, se agruparon los proyectos que se relacionan con cada objetivo, la situación actual del proyecto y la o las instituciones que – debido a su orgánica y funciones, detallados en Anexo 3-2 – serían responsables del cumplimiento del objetivo.

Cabe destacar que el análisis se ha realizado solamente con aquellos proyectos que no se encuentran en etapa de ejecución o aprobado para ejecución.

Adicionalmente, y para conocer el nivel de cumplimiento de cada objetivo, se analiza si los proyectos asociados lograrían su cumplimiento a través de la escala presentada en el Cuadro 9.4-1. El resultado de este análisis también se incluye en el Anexo 9-3.

CUADRO 9.4-1
DEFINICIÓN GRADOS DE CUMPLIMIENTO OBJETIVOS PRIORITARIOS

Código	Explicación
C	Cumple. El objetivo se cumple totalmente con la ejecución de los proyectos identificados.
CP	Cumple parcialmente. El objetivo se cumple parcialmente con la ejecución de los proyectos identificados.
NC	No cumple. El objetivo no se cumple a pesar de la ejecución de los proyectos relacionados.
NO	No presenta proyectos.

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, y a modo de resumen, se presentan en los Cuadros 9.4-2 al 9.4-6 el nivel de cumplimiento de los objetivos.

CUADRO 9.4-2
GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS PRIORITARIOS
CANTIDAD

OBJETIVO	C	CP	NO
C01		X	
C02			X
C03			X
C04	X		
C05			X
C06			X

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 9.4-3
GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS PRIORITARIOS
CALIDAD Y MEDIOAMBIENTE

OBJETIVO	C	CP	NO
M01			X
M02		X	
M03			X
M04		X	
M05			X
M06			X
M07			X
M08		X	
M09		X	
M10			X
M11		X	
M12			X
M13			X
M14			X
M15			X
M16			X
M17			X
M18			X
M19			X

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 9.4-4
GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS PRIORITARIOS
INFRAESTRUCTURA

OBJETIVO	C	CP	NO
I01		X	
I02		X	
I03			X
I04		X	
I05			X
I06	X		
I07		X	
I08			X
I09			X
I10			X
I11			X
I12			X
I13			X

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 9.4-5
GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS PRIORITARIOS
LEGAL

OBJETIVO	C	CP	NO
L01			X
L02			X
L03			X
L04			X
L05			X
L06			X
L07			X
L08			X

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 9.4-6
GRADO DE CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS PRIORITARIOS
GESTIÓN

OBJETIVO	C	CP	NO
G01			X
G02		X	
G03			X
G04		X	
G05			X
G06			X
G07			X
G08			X
G09			X
G10			X
G11			X
G12		X	
G13			X
G14			X
G15			X
G16			X
G17			X
G18			X
G19			X
G20			X
G21			X
G22			X
G23			X
G24			X
G25			X
G26			X

Fuente: Elaboración Propia

Con esta información, y las conclusiones del análisis de los escenarios presentado en el Acápite 9.3 se procede a generar una gama de proyectos a nivel de idea que permitan el cumplimiento de los objetivos que se encuentren en las categorías CP y NO, los que se presentan en el acápite siguiente.

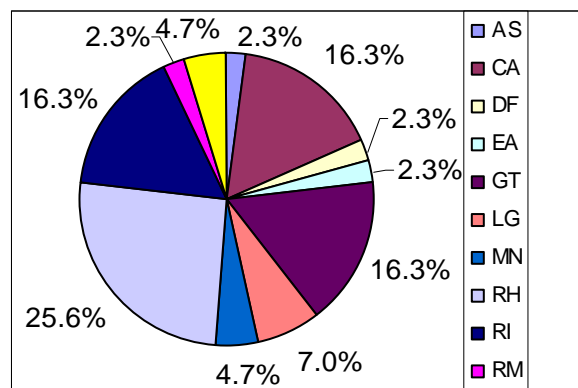
9.5 FORMULACIÓN DE NUEVOS PROYECTOS A NIVEL DE IDEA

En esta sección se presentan los nuevos proyectos, los que se han pensado como respuesta a los objetivos no cumplidos y a los que no presentan proyectos; otros se han concebido como una respuesta a la modelación por escenarios. La proposición de estos proyectos no se ha limitado a poder incluir proyectos que complementen objetivos calificados como cumplidos. En la Figura 9.5-1 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
- **GT:** Gestión
- **LG:** Legislación
- **MN:** Manejo de Recursos Naturales
- **RH:** Recursos Hídricos
- **RI:** Riego
- **RM:** Redes de Monitoreo
- **TU:** Turismo

FIGURA 9.5-1
DISTRIBUCIÓN EN SUBSECTORES PROYECTOS NUEVOS



Fuente: Elaboración Propia

El subsector que representa mayor cantidad de proyectos nuevos es Recursos Hídricos, con un 25,6%, seguido de Calidad de Aguas, Gestión y Riego, con un 16,3% cada subsector. Estos proyectos se despliegan por subsector productivo en el Cuadro 9.5-1. 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. En el Anexo 9-3 se presentan los detalles de cada uno de estos proyectos en la forma de fichas.

CUADRO 9.5-1
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 Maipo
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-03 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 Maipo
PD-RH-03	NE	Estudio Integral del Potencial de Trasvase de aguas entre Cuencas Hidrográficas
PD-RH-04	NE	Estudio sobre los Efectos de los Embalses de Relave Abandonados, en Operación y Proyectados, en la Cuenca del Río Maipo
PD-RH-05	NE	Estudio de Viabilidad de Infiltración Artificial y Acumulación en Embalses Subterráneos
PD-RH-06	NE	Simulación de Distintos Escenarios de Cambio Climático en la Cuenca
PD-RH-07	NE	Estudio para el Reuso de las Aguas en la Cuenca del Río Maipo
PD-RH-08	NE	Acceso a los Diversos Estudios de Modelación a través del Sitio Web de la DGA
PD-RH-09	NE	Desarrollar un Modelo de Caracterización del Sistema Hídrico, Incluyendo Riego, Hidroelectricidad, Agua Potable, y Otros

CUADRO 9.5-1
NUEVOS PROYECTOS, CÓDIGO, TIPO Y NOMBRE
(Continuación)

CÓDIGO PROYECTO	TIPO	NOMBRE
PD-RH-10	NE	Establecer Metodología para el Pronóstico de Sequías, Asociada a Probabilidades, de Manera de Establecer Planes de Acción Anticipados a los Periodos Críticos
PD-RH-11	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 Maipo
Sub-sector Defensas Fluviales		
PD-DF-01	NE	Estudio de Ordenamiento Territorial de los Lechos de los cauces de la cuenca del río Maipo
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	Evaluación de Requerimientos para una Correcta Fiscalización a Establecimientos Emisores de RILES
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	Evaluación de la Necesidad de Diseñar un Mecanismo de Recolección y disposición de Residuos Voluminosos
PD-CA-05	NE	Análisis de las Fuentes de Contaminación de las Aguas Lluvias en su Interacción con el Medio Físico
PD-CA-06	NE	Capacitación a Dirigentes de las Organizaciones de Usuarios de Aguas en Medición de Parámetros de Calidad

**CUADRO 9.5-1
NUEVOS PROYECTOS, CÓDIGO, TIPO Y NOMBRE
(Continuación)**

CÓDIGO PROYECTO	TIPO	NOMBRE
PD-CA-07	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 Maipo
Sub-sector Manejo de Recursos Naturales		
PD-MN-01	NE	Estudio de Diagnóstico de los Humedales y Áreas de Importancia Presentes en la Región. 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 Maipo
PD-TU-02	NE	Plan de Aprovechamiento Turístico y Desarrollo Ecológico de Zonas Frecuentemente Inundables, para la Cuenca del Maipo
Sub-sector Legislación		
PD-LG-01	NE	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
Sub-sector Gestión		
PD-GT-01	NE	Jornadas de difusión sobre las Modificaciones al Código de Aguas
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

CUADRO 9.5-1
NUEVOS PROYECTOS, CÓDIGO, TIPO Y NOMBRE
(Continuación)

CÓDIGO PROYECTO	TIPO	NOMBRE
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

Fuente: Elaboración Propia

La relación entre los objetivos prioritarios y los proyectos tanto identificados dentro de la cartera de proyectos de distintas instituciones, como los propuestos se presentan en el Cuadro 9.5-2 a 9.5-5, en el que además se mencionan las instituciones responsables o ejecutoras y aquellas relacionadas en la ejecución, el tipo de proyecto (estructural o no estructural), la situación actual y el aporte al cumplimiento del objetivo de cada proyecto, expresado a través de las siguientes siglas.

CC-O: El Objetivo se Cumple Completamente con un Proyecto Original

CC-P: El Objetivo se Cumple Completamente con un Proyecto Propuesto

CP-O: El Objetivo se Cumple Parcialmente con un Proyecto Original

CP-P: El Objetivo se Cumple Parcialmente con un Proyecto Propuesto

CUADRO 9.5 - 2
ÁMBITO: CANTIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

CÓDIGO	OBJETIVO	INSTITUCIÓN		SOLUCIONES	TIPO PROYECTO	SITUACIÓN ACTUAL	ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO OBJETIVOS
		RESPONSABLE	RELACIONADA				
C01	Propender a, e incentivar un uso eficiente de los recursos hídricos, mediante la disminución de pérdidas en el sistema de captación, conducción, distribución y aplicación	DOH	CNR	RI-03: Mejoramiento Sistema de Riego Localidades Chada – Culitrín	E	Factibilidad	CP-O
				RI-04: Diagnostico e Identificación Proyectos de Riego en Prov. Chacabuco	NE	Ejecución	CP-O
				RI-06: Identificación de Alternativas de Riego y Mejoramiento de los Sistemas Existentes	NE	Ejecución	CP-O
		USUARIOS	CNR, DOH	PD-RI-01: Diagnóstico de la Infraestructura Actual de Canales Principales y Secundarios de la Cuenca	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
		GOBIERNO REGIONAL	CNR, DGA	PD-EA-01: Educación ambiental: Los recursos hídricos en la cuenca del río Maipo.	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
		CNR	DOH	PD-RI-04: Análisis del Efecto de Tecnificación del Riego para la Situación Actual de la Cuenca	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
C02	Estudiar la factibilidad de regular los recursos hídricos a través de la construcción de embalses, de modo de mejorar su disponibilidad	CNR	DOH	PD-RI-07: Tecnificación Extrapredial en el Riego	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
		CNR	DOH	PD-RI-03: Evaluación del Mejoramiento y/o Emplazamiento de Tranques de Regulación Nocturna	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
		CNR	DOH	PD-RI-06: Programa de Construcción de Embalses Medianos y Mayores	NE y E	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
C03	Evaluar la ubicación actual de las estaciones de monitoreo de los recursos hídricos y el posible mejoramiento de la red (Fluviométricas y pluviométricas)	DGA	DIRPLAN	PD-RM-01: Mejoramiento de la Red de Monitoreo de los Recursos Hídricos	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CC-P
C04	Estudiar la factibilidad de explotación hidroeléctrica respetando los usos existentes	CNE, CNR, PRIVADOS	DGA, DOH, CONAMA, CORFO	EN-01: Sistema Maipo Alto, Central Hidroeléctrica Alfalfal II y Las Lajas	E	Etapas de diseño y se proyecta que el inicio de sus operaciones sea en el año 2013	CC-O
				EN-02: Central Hidroeléctrica Chacritas	E	Etapas de diseño y se proyecta que el inicio de sus operaciones sea en el año 2014	
				EN-03: Estimación del Potencial Hidroeléctrico Asociado a Obras de Riego Existentes o en Proyecto	NE	Ejecutado	
				EN-04: Central Melocotón	E	Nivel de idea	
				EN-05: Central Cambimbao	E	Nivel de Idea	
		DOH	CNR, CNE	PD-RH-01: Estudiar los Proyectos Resultantes de EN-03 a Nivel de Prefactibilidad	NE	Prefactibilidad	CC-P
C05	Conocer la oferta de agua sujeta a la restricción de caudales ecológicos	DGA	CONAMA	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 Maipo	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CC-P
C06	Evaluar la necesidad y factibilidad técnica de trasvases de agua	CNR	DGA, DOH	PD-RH-03: Estudio Integral del Potencial de Traslase de Aguas entre Cuencas Hidrográficas	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CC-P

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 9.5 - 3
ÁMBITO: CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y MEDIOAMBIENTE

CÓDIGO	OBJETIVO	INSTITUCIÓN		SOLUCIONES	TIPO PROYECTO	SITUACIÓN ACTUAL	ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO OBJETIVOS
		RESPONSABLE	RELACIONADA				
M01	Prevenir y mitigar la contaminación de los recursos de agua superficiales (naturales y artificiales) y sistemas subterráneos de la cuenca	DGA, SISS	CONAMA	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 Maipo	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
		USUARIOS	DGA, CNR	PD-CA-01: Estudio de la Contaminación de las Aguas Superficiales Conducidas a Través de Canales de Regadío	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
		DGA	SAG, CNR, UGAT	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	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
M02	Recuperar y/o conservar los suelos en la Cuenca afectados por erosión, desertificación, contaminación, y fenómenos de remoción en masa	DOH	DGA, DV, CONAF, SAG, CORFO	DF-03: Construcción de Obras Manejo Cauces Cuenca Río Mapocho Sector Oriente.	E	Diseño	CP-O
				DF-07: Plan de Regulación del Uso del Cauce y del Suelo Adyacente	NE	Nivel de Idea	CP-O
				DF-08: Plan de Ordenamiento de Extracción de Áridos	NE	Nivel de Idea	CP-O
				DF-09: Proyecto de Inspección Rutinaria del Cauce y sus Obras	NE	Nivel de Idea	CP-O
				DF-10: Defensas Fluviales en el Estero Til Til - Km 25	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-11: Defensas Fluviales en el Estero Til Til - Km 23	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-12: Perfilamiento del Cauce en el Estero Polpaico - Km 5	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-13: Perfilamiento del Cauce en el Estero Polpaico - Km 3	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-14: Perfilamiento del Cauce en el estero Lampa - Km 30	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-15: Perfilamiento del Cauce en el estero Lampa - Km 28	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-16: Perfilamiento del Cauce en el estero Colina - Km 23,9	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-17: Defensas Fluviales en el estero Colina - Km 16,2 a 16,5	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-18: Canalización del Estero Colina Km 6,0 a 9,6	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-19: Conservación Defensas Fluviales Río Maipo, Sector Monte Las Mercedes, Comuna Isla De Maipo	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-20: Conservación defensas fluviales río Maipo, sector puntilla de Lonquén , comuna Isla de Maipo	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-21: Conservación Defensas Fluviales Río Maipo, Sector Aguas Abajo La Foresta, Comuna Melipilla	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-22: Conservación Defensas Fluviales Río Colina, Sector Esmeralda - Pte. San Luis, Comuna Colina	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-23: Conservación Defensas Fluviales Estero Lampa, Aguas Arriba Badén El Lucero, Comuna De Lampa	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-24: Conservación Defensas Fluviales Río Colina, Sector Aguas Abajo Pte. San Luis , Comuna Colina	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-25: Conservación de Defensas Fluviales, en Río Clarillo, Sector El Principal, Comuna de Pirque	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-26: Conservación Defensas Fluviales Río Angostura, Sector Las Mulas, Comuna De Paine	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-27: Conservación Defensas Fluviales Río Angostura, Sector Localidad de Champa, Comuna de Paine	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-28: Conservación Defensas Fluviales Estero Til Til y Otros Cauces, Sector El Ventarrón, El Atajo , El Asiento , Comuna de Til Til	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-29: Conservación Defensas Fluviales Río Mapocho, Sector Cerro La Virgen - Pte. Pelvin, Comuna de Peñaflor	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-30: Conservación Defensas Fluviales Río Mapocho, Sector Aguas Abajo Pte. Rinconada De Maipú, Comuna De Maipú	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-31: Conservación Defensas Fluviales Estero Lampa, Aguas Abajo Badén El Lucero, Comuna De Lampa	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-32: Conservación Defensas Fluviales Río Mapocho, Sector El Trapiche, Comuna De Peñaflor	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-33: Conservación Defensas Fluviales Estero Lampa, Sector Lo Vargas , Comuna De Lampa	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-34: Conservación Defensas Fluviales Río Angostura, Sector Hospital, Comuna De Paine	E	Nivel de Perfil	CP-O

CUADRO 9.5 - 3
ÁMBITO: CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y MEDIOAMBIENTE
(Continuación)

CÓDIGO	OBJETIVO	INSTITUCIÓN		SOLUCIONES	TIPO PROYECTO	SITUACIÓN ACTUAL	ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO OBJETIVOS
M02	Recuperar y/o conservar los suelos en la Cuenca afectados por erosión, desertificación, contaminación, y fenómenos de remoción en masa	DOH	DGA, DV, CONAF, SAG, CORFO	DF-36: Conservación Defensas Fluviales Río Mapocho, Sector El Guanaco, Comuna De Peñaflo	E	Nivel de Perfil	CP-O
				BO-01: Plan de Desarrollo Forestal en Zonas Ribereñas	NE	Nivel de Idea	CP-O
		DOH		RH-02: Campaña de Difusión para el Uso Sustentable de los Cauces Estero Lampa	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-O
		DOH	DGA, CONAF	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	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
M03	Evaluar los caudales ecológicos ambientales en la cuenca, mediante el estudio de una metodología conocida y validada en conjunto con los actores involucrados	DGA	CONAMA	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 Maipo	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
		DGA		PD-LG-01: Nuevas Modificaciones al Código de Aguas	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
M04	Normar el uso y conservación de los lechos (extracción de áridos)	DOH	DGA, UGAT	DF-07: Plan de Regulación del Uso del Cauce y del Suelo Adyacente	NE	Nivel de Idea	CP-O
		DOH	-	DF-08: Plan de Ordenamiento de Extracción de Áridos	NE	Nivel de Idea	CP-O
		FUNDACIÓN FUTURO	DOH, DGA	TU-01: Mapocho Navegable	E	Nivel de Idea	CP-O
		DOH	SERNATUR	TU-02: Plan de Desarrollo Turístico y Recreacional entorno a los Cauces	NE	Nivel de Idea	CP-O
		DOH	SERNATUR	TU-03: Plan de Aprovechamiento Turístico y Desarrollo Ecológico de Zonas Frecuentemente Inundables	NE	Nivel de Idea	CP-O
		DOH	CONAF	BO-01: Plan de Desarrollo Forestal en Zonas Ribereñas	NE	Nivel de Idea	CP-O
		DOH		RH-02: Campaña de Difusión para el Uso Sustentable de los Cauces Estero Lampa	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-O
		DOH	SERNATUR, CONAMA, UGAT	PD-TU-01: Plan de Desarrollo Turístico y Recreacional entorno a los Cauces, para la cuenca del Maipo	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
		DOH	SERNATUR, CONAMA, UGAT	PD-TU-02: Plan de Aprovechamiento Turístico y Desarrollo Ecológico de Zonas Frecuentemente Inundables, para la cuenca del Maipo	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
		DOH	DV	PD-DF-01: Estudio de ordenamiento territorial de los lechos de los cauces del río Maipo	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
M05	Mejorar y ampliar la representatividad, fiscalización y pertinencia de las redes de monitoreo de calidad de aguas tanto a nivel superficial como subterráneo	DGA	DIRPLAN	PD-RM-01: Mejoramiento de la Red de Monitoreo de los Recursos Hídricos	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CC-P
		DGA	CONAMA, USUARIOS, DIRPLAN	PD-CA-07: Sistema de Gestión en Tiempo Real de la Calidad del Agua	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
M06	Relevar la temática medioambiental y de cuencas a la educación formal y no formal	DGA	CONAMA, SEREMI MINEDUC, SANITARIAS, SISS, USUARIOS, SERNATUR	PD-EA-01: Educación Ambiental: Los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Maipo	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
M07	Identificar y proteger los humedales y otras áreas naturales, presentes en la región	CONAMA	DGA, SERNATUR	PD-MN-01: Estudio de Diagnóstico de los Humedales y Áreas de Importancia Presentes en la Región, que Incorpore una Propuesta de Manejo Sustentable de los Mismos	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
M08	Conocer las necesidades de saneamiento de los cursos de aguas superficiales de la Cuenca, con el fin de reducir la contaminación de las aguas, y definir el emplazamiento de obras y plantas de tratamiento necesarias	GRUPO AGUAS, SISS	DGA, UGAT, CNR, CONAMA	AS-02: Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Los Nogales	E	Proceso de calificación ambiental	CP-O
		DGA, SISS	CONAMA	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 Maipo	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
		DGA	DOH, CNR, CONAMA	PD-CA-01: Estudio de la contaminación de las aguas superficiales conducidas a través de canales de regadío	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P

CUADRO 9.5 - 3
ÁMBITO: CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS Y MEDIOAMBIENTE
(Continuación)

CÓDIGO	OBJETIVO	INSTITUCIÓN		SOLUCIONES	TIPO PROYECTO	SITUACIÓN ACTUAL	ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO OBJETIVOS
M09	Evaluar el impacto ambiental de los posibles desarrollos hidroeléctricos	CNE, CNR, PRIVADOS	DGA, DOH, CONAMA, CORFO, UGAT	EN-01: Sistema Maipo Alto, Central Hidroeléctrica Alfalfal II y Las Lajas	E	Etapas de diseño y se proyecta que el inicio de sus operaciones sea en el año 2013	CP-O
				EN-02: Central Hidroeléctrica Chacritas	E	Etapas de diseño y se proyecta que el inicio de sus operaciones sea en el año 2014	CP-O
				EN-03: Estimación del Potencial Hidroeléctrico Asociado a Obras de Riego Existentes o en Proyecto	NE	El inicio del desarrollo del estudio se ha fijado para el año 2007, y su plazo estimado de ejecución es de 240 días	CP-O
				EN-04: Central Melocotón	E	Nivel de idea	CP-O
				EN-05: Central Cambimbao	E	Nivel de Idea	CP-O
		CNE	DGA, DOH, CNR, CONAMA, CORFO	PD-RH-01: Estudiar los Proyectos Resultantes de EN-03 a Nivel de Prefactibilidad	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
M10	Generar mecanismos para la recolección de los residuos voluminosos (domésticos)	SEREMI SALUD RM, GORE RM, MUNICIPIOS	CONAMA	PD-CA-04: Evaluación de la Necesidad de Diseñar un Mecanismo de Recolección y Disposición de Residuos Voluminosos	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CC-P
M11	Evaluar sustentablemente el aprovechamiento paisajístico-turístico-recreacional del río	FUNDACIÓN FUTURO	DOH, DGA	TU-01: Mapocho Navegable	E	Nivel de Idea	CP-O
		DOH	SERNATUR	TU-02: Plan de Desarrollo Turístico y Recreacional entorno a los Cauces	NE	Nivel de Idea	CP-O
		DOH	SERNATUR	TU-03: Plan de Aprovechamiento Turístico y Desarrollo Ecológico de Zonas Frecuentemente Inundables	NE	Nivel de Idea	CP-O
		DOH	UGAT, CONAMA	PD-TU-01: Plan de Desarrollo Turístico y Recreacional entorno a los Cauces, para la cuenca del Maipo	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
		DOH	UGAT, CONAMA	PD-TU-02: Plan de Aprovechamiento Turístico y Desarrollo Ecológico de Zonas Frecuentemente Inundables, para la cuenca del Maipo	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
M12	Evaluar la contaminación de las aguas lluvias y sus efectos (Ej. por expansión de asfalto y otros)	DGA	CONAMA, SAG	PD-CA-05: Análisis de las Fuentes de Contaminación de las Aguas Lluvias en su Interacción con el Medio Físico	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CC-P
M13	Evaluar técnica y ambientalmente la incidencia sobre la Cuenca de los embalses de relave abandonados, en operación y proyectados	DGA	CONAMA	PD-RH-04: Estudio sobre los Efectos de los Embalses de Relave Abandonados, en Operación y Proyectados, en la Cuenca del Río Maipo	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CC-P
M14	Evaluar la viabilidad ambiental de la infiltración artificial hacia el sistema subterráneo	DGA		PD-RH-05: Estudio de Viabilidad de Infiltración Artificial y Acumulación en Embalses Subterráneos	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CC-P
M15	Evaluar efecto de los pesticidas en el agua de riego	DGA	SAG	PD-CA-01: Estudio de la Contaminación de las Aguas Superficiales Conducidas a Través de Canales de Regadío	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CC-P
M16	Evaluar la necesidad de nuevos parámetros de medición en lo que respecta a aspectos biológicos y químicos	DGA		PD-RM-01: Mejoramiento de la Red de Monitoreo de los Recursos Hídricos	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CC-P
M17	Evaluar el cambio climático en lo que respecta a sus efectos en variables agroclimáticas y ecológicas	DGA	CONAMA	PD-RH-06: Simulación de Distintos Escenarios de Cambio Climático en la Cuenca	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CC-P
M18	Evaluar efectos e impactos de la lluvia ácida en la cuenca	SAG	DGA, CONAMA	PD-CA-05: Análisis de las Fuentes de Contaminación de las Aguas Lluvias en su Interacción con el Medio Físico	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CC-P
M19	Evaluar la reutilización de efluentes tratados de aguas servidas, especialmente de las provenientes de plantas de tratamiento	DGA, SISS	CNR, CONAMA	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 Maipo	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CC-P

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 9.5 - 4
ÁMBITO: INFRAESTRUCTURA

CÓDIGO	OBJETIVO	INSTITUCIÓN		SOLUCIONES	TIPO PROYECTO	SITUACIÓN ACTUAL	ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO OBJETIVOS
		RESPONSABLE	RELACIONADA				
101	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, la migración de superficie agrícola desde riego tradicional a riego tecnificado, y otros tipos de obras tales como trasvases de cuencas	DOH	CNR	RI-03: Mejoramiento Sistema de Riego Localidades Chada – Culitrín	E	Factibilidad	CP-O
		DOH	CNR	RI-04: Diagnostico e Identificación Proyectos de Riego en Prov. Chacabuco	NE	Ejecución	CP-O
		DOH	CNR	RI-06: Identificación de alternativas de riego y mejoramiento de los sistemas existentes	NE	Ejecución	CP-O
		USUARIOS	CNR, DGA, DOH	PD-RI-01: Diagnóstico de la Infraestructura Actual de Canales Principales y Secundarios de la Cuenca	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
102	Analizar las distintas alternativas para el manejo de aguas lluvias	DOH	DIRPLAN	AL-03: Mejoramiento Canal La Punta y Construcción Colector Nueva Infante	E	Factibilidad	CP-O
		DOH	DGA, CONAF	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	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
103	Evaluar la contaminación de los cursos de agua superficiales (naturales y artificiales) y sistemas subterráneos de la Cuenca a través de una red de medición	USUARIOS	DGA, CNR	PD-CA-01: Estudio de la Contaminación de las Aguas Superficiales Conducidas a Través de Canales de Regadío	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
		DGA	SAG, CNR	PD-CA-03: Diseño de un Instrumento para el Fomento de la Evaluación y Mitigación de la Contaminación del Agua de los Sistemas Subterráneos de la Cuenca	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
		DGA, USUARIOS.	SAG, CONAMA y CENMA.	PD-CA-06: Capacitación a Dirigentes de las Organizaciones de Usuarios de Aguas en Medición de Parámetros de Calidad	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
104	Mejorar la captación y la conducción actual de los recursos hídricos de modo de obtener un uso eficiente de los mismos	DOH	CNR	RI-03: Mejoramiento Sistema de Riego Localidades Chada – Culitrín	E	Factibilidad	CP-O
		DOH	CNR	RI-04: Diagnostico e Identificación Proyectos de Riego en Prov. Chacabuco	NE	Ejecución	CP-O
		DOH	CNR	RI-06: Identificación de alternativas de riego y mejoramiento de los sistemas existentes	NE	Ejecución	CP-O
		USUARIOS	CNR, DGA	PD-RI-01: Diagnóstico de la Infraestructura Actual de Canales Principales y Secundarios de la Cuenca	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
105	Evaluar la necesidad de obras para una correcta medición de la cantidad de los recursos superficiales y el arrastre de sedimentos	DGA	DIRPLAN	PD-RM-01: Mejoramiento de la Red de Monitoreo de los Recursos Hídricos	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CC-P
106	Evaluar el diseño e instalación, para realizar obras de protección de aluviones y control de crecidas	DOH	DV	DF-03: Construcción de Obras Manejo Cauces Cuenca Río Mapocho Sector Oriente.	E	Diseño	CP-O
				DF-07: Plan de Regulación del Uso del Cauce y del Suelo Adyacente	NE	Nivel de Idea	CP-O
				DF-08: Plan de Ordenamiento de Extracción de Áridos	NE	Nivel de Idea	CP-O
				DF-09: Proyecto de Inspección Rutinaria del Cauce y sus Obras	NE	Nivel de Idea	CP-O
				DF-10: Defensas Fluviales en el Estero Til Til - Km 25	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-11: Defensas Fluviales en el Estero Til Til - Km 23	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-12: Perfilamiento del Cauce en el Estero Polpaico - Km 5	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-13: Perfilamiento del Cauce en el Estero Polpaico - Km 3	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-14: Perfilamiento del Cauce en el estero Lampa - Km 30	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-15: Perfilamiento del Cauce en el estero Lampa - Km 28	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-16: Perfilamiento del Cauce en el estero Colina - Km 23,9	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-17: Defensas Fluviales en el estero Colina - Km 16,2 a 16,5	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-18: Canalización del estero Colina Km 6,0 a 9,6	E	Nivel de Perfil	CP-O

CUADRO 9.5 - 4
ÁMBITO: INFRAESTRUCTURA
(Continuación)

CÓDIGO	OBJETIVO	INSTITUCIÓN		SOLUCIONES	TIPO PROYECTO	SITUACIÓN ACTUAL	ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO OBJETIVOS
106	Evaluar el diseño e instalación, para realizar obras de protección de aluviones y control de crecidas	DOH	DV	DF-19: Conservación defensas fluviales río Maipo, sector monte las mercedes, comuna Isla de Maipo	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-20: Conservación defensas fluviales río Maipo, sector puntilla de Lonquén , comuna Isla de Maipo	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-21: Conservación defensas fluviales río Maipo, sector aguas abajo la foresta, comuna Melipilla	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-22: Conservación defensas fluviales río colina, sector esmeralda - pte. San luis, comuna Colina	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-23: Conservación defensas fluviales estero lampa, aguas arriba badén el lucero, comuna de Lampa	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-24: Conservación defensas fluviales río colina, sector aguas abajo pte. San luis , comuna Colina	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-25: Conservación de Defensas Fluviales, en Río Clarillo, Sector El Principal, Comuna de Pirque	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-26: Conservación defensas fluviales río Angostura, Sector Las Mulas, Comuna De Paine	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-27: Conservación Defensas Fluviales Río Angostura, Sector Localidad de Champa, Comuna de Paine	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-28: Conservación Defensas Fluviales Estero Til Til y Otros Cauces, Sector El Ventarrón, El Atajo , El Asiento , Comuna de Til Til	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-29: Conservación Defensas Fluviales Río Mapocho, Sector Cerro La Virgen - Pte. Pelvin, Comuna de Peñaflor	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-30: Conservación defensas fluviales río Mapocho, sector Aguas Abajo Pte. Rinconada de Maipú, Comuna de Maipú	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-31: Conservación defensas fluviales Estero Lampa, Aguas Abajo Badén El Lucero, Comuna De Lampa	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-32: Conservación defensas fluviales río Mapocho, sector el Trapiche, comuna de Peñaflor	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-33: Conservación defensas fluviales estero Lampa, sector lo Vargas, comuna de Lampa	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-34: Conservación defensas fluviales río Angostura, sector Hospital, comuna de Paine	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-35: Conservación defensas fluviales río Mapocho, sector Pte. Rinconada de Maipú, comuna de Maipú	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-36: Conservación defensas fluviales río Mapocho, sector el Guanaco, comuna de Peñaflor	E	Nivel de Perfil	CP-O
		DOH	DV	PD-DF-01: Estudio de Ordenamiento Territorial de los Lechos de los Cauces de la Cuenca del río Maipo	NE	Nivel de Idea	CP-P
		DOH	UGAT, CONAMA	PD-TU-02: Plan de Aprovechamiento Turístico y Desarrollo Ecológico de Zonas Frecuentemente Inundables, para la cuenca del Maipo	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P

CUADRO 9.5 - 4
ÁMBITO: INFRAESTRUCTURA
(Continuación)

CÓDIGO	OBJETIVO	INSTITUCIÓN		SOLUCIONES	TIPO PROYECTO	SITUACIÓN ACTUAL	ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO OBJETIVOS
107	Dotar de servicios de agua potable y recolección de aguas servidas con disposición final, a las localidades rurales	DOH	-	AP-01: Instalación Servicio de Agua Potable Rural de Quilapilún Alto y Bajo Comuna de Colina	E	Factibilidad	CP-O
				AP-11: Mejoramiento Servicio de Agua Potable Rural Santa Marta Las Turbinas	E	Diseño	CP-O
				AP-12: : Instalación de un Sistema de Agua Potable Rural La Red Comuna de El Monte	E	En análisis para factibilidad	CP-O
				AP-14: Mejoramiento de Servicio Agua Potable Rural Gacitúa Comuna de Isla de Maipo	E	Diseño	CP-O
				AP-15: Mejoramiento de Servicio Agua Potable Rural Noviciado - Peralito	E	Diseño	CP-O
				AP-16: Instalación de Servicio de Agua Potable Rural Santa Elena	E	En análisis para factibilidad	CP-O
				AP-17: Instalación de Servicio Agua Potable Rural Chorrillos	E	En análisis para factibilidad	CP-O
				AP-18: Instalación de Servicio Agua Potable Rural El Baden	E	En análisis para factibilidad	CP-O
				AP-19: Instalación de Servicio Agua Potable Rural El Taco	E	En análisis para factibilidad	CP-O
				AP-20: Instalación de Servicio Agua Potable Rural Lipangue	E	En análisis para factibilidad	CP-O
				AP-21: Instalación de sistema de agua potable rural el Volcán	E	En análisis para factibilidad	CP-O
				AS-02: Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Los Nogales	E	Proceso de calificación ambiental	CP-O
				PD-AP-01: Estudio de factibilidad de Servicio de Agua Potable Rural en localidades que no disponen de medios para el abastecimiento	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
108	Evaluar la viabilidad técnica de embalses subterráneos	DGA	CONAMA	PD-RH-05: Estudio de Viabilidad de Infiltración Artificial y Acumulación en Embalses Subterráneos	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CC-P
109	Actualizar el diseño de obras de mejoramiento existentes para el PROM	DOH	-	-	-	-	-
110	Estudiar obras para la infiltración artificial de la napa subterránea	DGA	DOH, CONAMA	PD-RH-05: Estudio de Viabilidad de Infiltración Artificial y Acumulación en Embalses Subterráneos	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CC-P
111	Proponer medidas para mejorar las condiciones de drenaje, de modo de mejorar las condiciones de riego (excluyendo los humedales)	DOH	DGA, UGAT, DV, CONAF, SAG, CORFO.		NE	Preparados para el Sistema de Incentivos para la Recuperación de Suelos Degradados	CP-P
112	Evaluar la viabilidad de sitios para la instalación de infraestructura hidroeléctrica	DGA	CNR, CNE	PD-RH-01: Estudiar los Proyectos Resultantes de EN-03 a Nivel de Prefactibilidad	NE	Prefactibilidad	CC-P
113	Evaluar viabilidad técnica de Sistema de riego para el Secano Costero	DOH	CNR	-	-	-	

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 9.5 - 5
ÁMBITO: LEGAL

CÓDIGO	OBJETIVO	INSTITUCIÓN		SOLUCIONES	TIPO PROYECTO	SITUACIÓN ACTUAL	ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO OBJETIVOS
		RESPONSABLE	RELACIONADA				
L01	Normar la protección de las aguas subterráneas en términos de calidad y de cantidad, e introducir este criterio a la planificación territorial	DGA, CONAMA	SAG, CNR	PD-CA-03: Diseño de un Instrumento para el Fomento a la Evaluación y Mitigación de la Contaminación del Agua de los Sistemas Subterráneos de la Cuenca	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
L02	Evaluar y motivar la posibilidad de reuso de las aguas servidas. Atender en particular el caso de las plantas de tratamiento	DGA, SISS	DOH, CNR	PD-RH-07: Estudio para el Reuso de las Aguas en la Cuenca del Río Maipo	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CC-P
L03	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	DGA	CNR	PD-GT-01: Jornadas de difusión sobre las Modificaciones al Código de Aguas realizadas en el año 2005	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
L04	Conocer el impacto del cobro de patentes por no uso de derechos de agua (Ej. Reserva técnica de las sanitarias)	DGA		PD-GT-02: Estudio sobre el Impacto del Cobro de Patentes por No Uso de Derechos de Aguas en la Cuenca	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
L05	Evaluar modificaciones a la legislación para garantizar la viabilidad del caudal ecológico bajo condiciones de agotamiento legal del recurso	DGA	CONAMA	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 Maipo	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
		DGA		PD-LG-01: Nuevas Modificaciones al Código de Aguas	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
L06	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	DGA	DOH, CNR	-	-	-	-
L07	Definir el marco legal para el adecuado aprovechamiento de las aguas de infiltración artificial al sistema subterráneo	DGA		PD-LG-01: Nuevas Modificaciones al Código de Aguas	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
L08	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)	DGA	USUARIOS, SISS, CONAMA, EMPRESAS SANITARIAS	PD-RM-01: Mejoramiento de la Red de Monitoreo de los Recursos Hídricos	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
		DGA		PD-LG-02: Elaboración de un Manual de Aplicación del Código de Aguas	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
		SISS	DGA, CONAMA, DIRECTEMAR	PD-LG-03: Incremento en el Control de la Contaminación Hídrica por vía Legislativa	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 9.5 - 6
ÁMBITO: GESTIÓN

CÓDIGO	OBJETIVO	INSTITUCIÓN		SOLUCIONES	TIPO PROYECTO	SITUACIÓN ACTUAL	ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO OBJETIVOS
		RESPONSABLE	RELACIONADA				
G01	Incorporar las conclusiones del Plan Director en los instrumentos de planificación territorial	DGA	UGAT, GOBIERNO REGIONAL (GORE)	RH-01: Plan de Mejoramiento de la Coordinación entre Instituciones Públicas	NE	Nivel de Idea	CP-P
G02	Lograr un manejo integral de los cauces, conjugando fijación de deslindes, propiedad fiscal, extracción de áridos y determinación de zonas con riesgo de inundación (tales como lo estipulado en Planes Maestro de manejo de cauces elaborados por la DOH)	DOH	UGAT, CONAMA	RH-02:Campaña de Difusión para el Uso Sustentable de los Cauces Estero Lampa	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-O
		DOH, DGA		PD-DF-01: Estudio de Ordenamiento Territorial de los Lechos de los Cauces de la Cuenca del Río Maipo	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
G03	Disminuir y/o controlar los daños producidos por las inundaciones y/o erosiones generadas por los cauces naturales (Ej. Mediante sistemas de alerta temprana administrados por agencias públicas y las organizaciones de usuarios, que considere distintos escenarios de operación)	DGA	DOH, DV, CONAF, GORE	DF-03: Construcción de Obras Manejo Cauces Cuenca Río Mapocho Sector Oriente.	E	Factibilidad	CP-O
				DF-08: Plan de Ordenamiento de Extracción de Áridos	NE	Diseño	CP-O
				DF-12: Perfilamiento del Cauce en el Estero Polpaico - Km 5	E	Nivel de Idea	CP-O
				DF-13: Perfilamiento del Cauce en el Estero Polpaico - Km 3	E	Nivel de Idea	CP-O
				DF-14: Perfilamiento del Cauce en el estero Lampa - Km 30	E	Nivel de Idea	CP-O
				DF-15: Perfilamiento del Cauce en el estero Lampa - Km 28	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-16: Perfilamiento del Cauce en el estero Colina - Km 23,9	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-17: Defensas Fluviales en el estero Colina - Km 16,2 a 16,5	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-18: Canalización del estero Colina Km 6,0 a 9,6	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-19: Conservación defensas fluviales río Maipo, sector monte las mercedes, comuna Isla de Maipo	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-20: Conservación defensas fluviales río Maipo, sector puntilla de Lonquén , comuna Isla de Maipo	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-21: Conservación defensas fluviales río Maipo, sector aguas abajo la foresta, comuna Melipilla	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-22: Conservación defensas fluviales río colina, sector esmeralda - pte. San luis, comuna colina	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-23: Conservación defensas fluviales estero lampa, aguas arriba badén el lucero, comuna de lampa	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-24: Conservación defensas fluviales río colina, sector aguas abajo pte. San luis , comuna colina	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-25: Conservación de Defensas Fluviales, en Río Clarillo, Sector El Principal, Comuna de Pirque	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-26: Conservación defensas fluviales río Angostura, Sector Las Mulas, Comuna De Paine	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-27: Conservación Defensas Fluviales Río Angostura, Sector Localidad de Champa, Comuna de Paine	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-28: Conservación Defensas Fluviales Estero Til Til y Otros Cauces, Sector El Ventarrón, El Atajo , El Asiento , Comuna de Til Til	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-29: Conservación Defensas Fluviales Río Mapocho, Sector Cerro La Virgen - Pte. Pelvin, Comuna de Peñaflor	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-30: Conservación defensas fluviales río Mapocho, sector Aguas Abajo Pte. Rinconada de Maipú, Comuna de Maipú	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-31: Conservación defensas fluviales Estero Lampa, Aguas Abajo Badén El Lucero, Comuna De Lampa	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-32: Conservación defensas fluviales río Mapocho, sector el Trapiche, comuna de Peñaflor	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-33: Conservación defensas fluviales estero Lampa, sector lo Vargas , comuna de Lampa	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-34: Conservación defensas fluviales río Angostura, sector Hospital, comuna de Paine	E	Nivel de Perfil	CP-O

CUADRO 9.5 - 6
ÁMBITO: GESTIÓN
(Continuación)

CÓDIGO	OBJETIVO	INSTITUCIÓN		SOLUCIONES	TIPO PROYECTO	SITUACIÓN ACTUAL	ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO OBJETIVOS
		RESPONSABLE	RELACIONADA				
G03	Disminuir y/o controlar los daños producidos por las inundaciones y/o erosiones generadas por los cauces naturales (Ej. Mediante sistemas de alerta temprana administrados por agencias públicas y las organizaciones de usuarios, que considere distintos escenarios de operación)	DGA	DOH, DV, CONAF, GORE	DF-35: Conservación defensas fluviales río Mapocho, sector Pte. Rinconada de Maipú, comuna de Maipú	E	Nivel de Perfil	CP-O
				DF-36: Conservación defensas fluviales río Mapocho, sector el Guanaco, comuna de Peñaflor	E	Nivel de Perfil	CP-O
		ONEMI	DGA, INTENDENTE, GOBERNACIÓN, MUNICIPIOS	PD-RH-11: Diseño de un Sistema de Alerta Frente a Procesos Meteorológicos Extremos	NE	Ejecutado actualmente por ONEMI, quien emite un informe al Sistema de Protección Civil	CP-P
G04	Mejorar coordinación entre instituciones públicas y privadas, de modo de abordar tareas comunes en forma efectiva y optimizando el uso de los recursos, con énfasis en el mejoramiento del accionar de las municipalidades en conjunto con las organizaciones de usuarios de aguas y agencias públicas pertinentes, en cuanto a 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	DOH		RH-01: Plan de Mejoramiento de la Coordinación entre Instituciones Públicas	NE	Nivel de Idea	CP-P
G05	Capacitar a los actores responsables de la fiscalización - públicos y privados - en una correcta medición de los parámetros de calidad	DGA, USUARIOS	SAG, CONAMA, CENMA	PD-CA-06: Capacitación a Dirigentes de las Organizaciones de Usuarios de Aguas en Medición de Parámetros de Calidad	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
G06	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)	DGA	DGA. DIRPLAN, CONAMA, SEREMI MINEDUC, SANITARIAS, SISS, USUARIOS, SERNATUR	PD-EA-01: Educación Ambiental: Los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Maipo.	NE	Material disponible por medio digital	CC-P
G07	Implementar medidas tendientes a disminuir contaminación del agua (Ej. Gestiones entre empresas y distribuidores, dilución, reutilización y reciclaje, promoción de sistemas de producción más amigables con el medio ambiente como producción limpia, etc.)	SISS	DGA, CONAMA	PD-CA-02: Evaluación de Requerimientos para una Correcta Fiscalización a Establecimientos Emisores de RILES	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
G08	Optimizar el uso y acceso a la información sobre la disponibilidad de los recursos hídricos subterráneos y superficiales (Ej. sistemas de monitoreo permanente y modelos de simulación)	DGA	USUARIOS	PD-GT-03: Transferencia de información entre agencias públicas y organizaciones de usuarios de aguas	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
		DGA		PD-RI-02: Pronóstico de Disponibilidad de Agua por Temporada de Riego	NE	Actualmente disponible en el sitio web de la DGA	CP-P
		DGA		PD-RH-08: Acceso a los Diversos Estudios de Modelación a través del Sitio Web de la DGA	NE	Actualmente disponible en el sitio web de la DGA	CP-P
G09	Promover la transferencia de información de los sistemas de información geográfica pertenecientes a instituciones públicas y organizaciones de usuarios	DGA	DOH, DV, UGAT, DIRPLAN, OP, CNR, SINIA, SNIT	PD-GT-03: Transferencia de Información entre Agencias Públicas y Organizaciones de Usuarios de Aguas	NE	Información geográfica existente en organismos públicos y/u organizaciones de usuarios de aguas	CP-P
		DGA	MINISTERIO DE BIENES NACIONALES (SNIT), DOH, DIRPLAN, OP, CNR, SINIA, ORGANIZACIONES DE USUARIOS	PD-GT-04: Centralización de la Información Geográfica a través de un Sistema Integrado Único Nacional	NE	Información geográfica existente en organismos públicos y/u organizaciones de usuarios de aguas	CC-P
G10	Favorecer el perfeccionamiento de profesionales - tanto de instituciones públicas, como de organizaciones de usuarios - para manejar los sistemas de soporte de decisión	DGA	ORGANIZACIONES DE USUARIOS	PD-GT-05: Diseño de Instrumento para el Fomento del Perfeccionamiento del Personal e Integración de Profesionales en las Organizaciones de Usuarios de Aguas	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
G11	Analizar la operación integral de los sistemas de riego, hidroeléctricos, regulación para riego, regulación de crecidas y otros a través de información SIG de estado de obras	CNR	DGA, DOH, CNE, CDEC	PD-RH-09: Desarrollar un Modelo de Caracterización del Sistema Hídrico, Incluyendo Riego, Hidroelectricidad, Agua Potable, y Otros	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CC-P

CUADRO 9.5 - 6
ÁMBITO: GESTIÓN
(Continuación)

CÓDIGO	OBJETIVO	INSTITUCIÓN		SOLUCIONES	TIPO PROYECTO	SITUACIÓN ACTUAL	ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO OBJETIVOS
		RESPONSABLE	RELACIONADA				
G12	Coordinar y promover el desarrollo de pequeños proyectos de generación hidroeléctrica, con énfasis en la participación de organizaciones de usuarios de aguas	CNR	CNE	EN-03: Estimación del Potencial Hidroeléctrico Asociado a Obras de Riego Existentes o en Proyecto	NE	Ejecutado	CP-O
		CNR	CNE	PD-RH-01: Estudiar los proyectos resultantes de EN-03 a nivel de prefactibilidad	NE	Prefactibilidad	CP-P
G13	Promover un uso planificado de los recursos hídricos mediante el uso de estudios de simulación de distintos escenarios en lo que respecta al uso del agua	DGA	CONAMA	PD-RH-06: Simulación de Distintos Escenarios de Cambio Climático en la Cuenca	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
		DGA		PD-RI-02: Pronóstico de disponibilidad de agua por temporada de riego	NE	Actualmente disponible en el sitio web de la DGA	CP-P
		ORGANIZACIONES DE USUARIOS	CORFO	PD-GT-05: Diseño de Instrumento para el Fomento del Perfeccionamiento del Personal e Integración de Profesionales en las Organizaciones de Usuarios de Agua	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
		CNR	DOH	PD-RI-05: Análisis de Cambios en la Situación Agropecuaria en la Cuenca del Río Maipo	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
G14	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	DGA	CNR	PD-GT-01: Jornadas de difusión sobre las Modificaciones al Código de Aguas realizadas en el año 2005	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
G15	Definir los mecanismos presupuestarios para una adecuada mantención y operación de las redes de medición	DGA	DIRPLAN	PD-RM-01: Mejoramiento de la Red de Monitoreo de los Recursos Hídricos.	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
G16	Evaluar, proponer y promover formas pertinentes de participación de las organizaciones de usuarios en la administración de las aguas subterráneas	DGA	CNR	PD-GT-06: Fortalecimiento Organizacional y Vinculación con el Territorio en las Organizaciones de Usuarios de Aguas	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
G17	Difundir, proponer y promover instrumentos de incentivo (subsidios, fomento) y desincentivo (tarifas, restricciones), tanto públicos como privados, para proyectos vinculados con el uso de los recursos hídricos	CONAMA	DGA, DOH, CONICYT, CORFO, CNR	PD-GT-07: Propuesta de Líneas de Financiamiento a Proyectos que Estimulen el Conocimiento de los Recursos Hídricos y la Dinámica de Cuencas	NE	Se puede desprender de los FPA	CP-P
G18	Generar un cambio en los hábitos de la población en cuanto a: la disposición de residuos sólidos domiciliarios y agrícolas en zonas rurales, mal uso del agua, etc.	DGA	CONAMA, SERNATUR, SEREMI MINEDUC	PD-EA-01: Educación Ambiental: Los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Maipo.	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
G19	Promover, desarrollar habilidades y capacitar a las organizaciones de usuarios de aguas en sistemas de actualización de los registros de usuarios	CNR	DGA	PD-GT-06: Fortalecimiento Organizacional y Vinculación con el Territorio en las Organizaciones de Usuarios de Aguas	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
G20	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)	DIRPLAN	DGA, DOH, UGAT, OP, CNR, CONAF, CONAMA				
G21	Mejorar el sistema de recolección de residuos sólidos domiciliarios a nivel rural	SERVICIO SALUD	GORE, CONAMA				
G22	Fortalecer a las organizaciones de usuarios de aguas, mediante el co- financiamiento de programas de apoyo	DGA	CNR	PD-GT-01: Jornadas de difusión sobre las Modificaciones al Código de Aguas realizadas en el año 2005	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
		DGA	DOH, DV, DIRPLAN, OP, CNR, SINIA y SNIT	PD-GT-03: Transferencia de Información entre Agencias Públicas y Organizaciones de Usuarios de Aguas	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
		DGA	ORGANIZACIONES DE USUARIOS, CORFO	PD-GT-05: Diseño de Instrumento para el Fomento del Perfeccionamiento del Personal e Integración de Profesionales en las Organizaciones de Usuarios de Aguas	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
		CNR	DGA	PD-GT-06: Fortalecimiento Organizacional y Vinculación con el Territorio en las Organizaciones de Usuarios de Aguas	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
G23	Favorecer el reconocimiento de los sistemas de riego por parte de las organizaciones de usuarios	CNR	DGA, DOH	PD-GT-06: Fortalecimiento Organizacional y Vinculación con el Territorio en las Organizaciones de Usuarios de Aguas	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CC-P
G24	Promover la mayor participación y respaldo a garantías de las organizaciones de usuarios de aguas en los proyectos de mejoramiento de infraestructura PROM	DOH		PD-GT-06: Fortalecimiento Organizacional y Vinculación con el Territorio en las Organizaciones de Usuarios de Aguas	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P

CUADRO 9.5 - 6
ÁMBITO: GESTIÓN
(Continuación)

CÓDIGO	OBJETIVO	INSTITUCIÓN		SOLUCIONES	TIPO PROYECTO	SITUACIÓN ACTUAL	ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO OBJETIVOS
		RESPONSABLE	RELACIONADA				
G25	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	CONAMA	DGA, UGAT	PD-GT-06: Fortalecimiento Organizacional y Vinculación con el Territorio en las Organizaciones de Usuarios de Aguas	NE	Propuesto a Nivel de Idea	CP-P
G26	Elaborar planes de contingencia en caso de sequía que disminuyan efectos en los diferentes sectores de uso	DGA	DOH, CNR	PD-RH-10: Establecer Metodología para el Pronóstico de Sequías, Asociada a Probabilidades, de Manera de Establecer Planes de Acción Anticipados a los Periodos Críticos	NE	Complementario a Bonos de emergencia agropecuaria, bonos de profundización de norias, programa sanitario ganadero, bonos para cultivos forrajeros, bonos de obras menores de riego, entre otros	CC-P

Fuente: Elaboración Propia

9.5.1 Relación Objetivos Prioritarios – Nuevos Proyectos

El siguiente análisis permite ligar los objetivos prioritarios – presentados en el Capítulo 7 – con los nuevos proyectos. Esta relación se define por la comparación entre el fin último tanto de los objetivos como de los proyectos, de manera de identificar de qué manera un proyecto puede ayudar a materializar un objetivo dado., tal como se muestra en el Cuadro 9.5.1-1.

**CUADRO 9.5.1-1
RELACIÓN PROYECTOS – OBJETIVOS PRIORITARIOS**

CÓDIGO PROYECTO	OBJETIVOS PRIORITARIOS RELACIONADOS CON PROYECTOS NUEVOS					
PD-RI-01	C01	I01	I04			
PD-RI-02	G08	G13				
PD-RI-03	C02					
PD-RI-04	C01					
PD-RI-05	G13					
PD-RI-06	C02					
PD-RI-07	C01					
PD-RH-01	C04	M09	I12	G12		
PD-RH-02	C05	M03	L05			
PD-RH-03	C06					
PD-RH-04	M13					
PD-RH-05	M14	I08	I10			
PD-RH-06	M17	G13				
PD-RH-07	L02					
PD-RH-08	G08					
PD-RH-09	G11					
PD-RH-10	G26					
PD-RH-11	G03					
PD-AS-01	M01	M08	M19			
PD-DF-01	M04	I06	G02			
PD-RM-01	C03	M05	M16	I05	L08	G15
PD-CA-01	M01	M08	M15	I03		
PD-CA-02		G07				
PD-CA-03	M01	I03	L01			
PD-CA-04	M10					
PD-CA-05	M12	M18				
PD-CA-06	I03	G05				
PD-CA-07	M05					
PD-EA-01	C01	M06	G06	G18		
PD-MN-01	M07					

CUADRO 9.5.1-1
RELACIÓN PROYECTOS – OBJETIVOS PRIORITARIOS
(Continuación)

CÓDIGO PROYECTO	OBJETIVOS PRIORITARIOS RELACIONADOS CON PROYECTOS NUEVOS					
PD-MN-02	M02	I02				
PD-TU-01	M04	M11				
PD-TU-02	M04	M11	I06			
PD-LG-01	M03	L05	L07			
PD-LG-02	L08					
PD-LG-03	L08					
PD-GT-01	L03	G14	G22			
PD-GT-02	L04					
PD-GT-03	G08	G09	G22			
PD-GT-04	G09					
PD-GT-05	G10	G13	G22			
PD-GT-06	G16	G19	G22	G23	G24	G25
PD-GT-07	G17					

Fuente: Elaboración propia

9.5.2 Análisis de las Relaciones Encontradas

Para completar el análisis presentado, se incluye en los Cuadros 9.4.2-1 a 9.4.2-5 un resumen en el que se presenta el número de proyectos, por sub-sector productivo o temático, que fue asociado a un objetivo en particular.

**CUADRO 9.5.2-1
RESUMEN PROYECTOS
SEGÚN SUB-SECTOR PRODUCTIVO
ÁMBITO: CANTIDAD RECURSO AGUA**

Objetivo	Riego	R. Hídricos	A. Servidas	D. Fluviales	Red Monitoreo	Calidad Aguas	E. Ambiental	Manejo RN	Turismo	Legisl.	Gestión
C01	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
C02	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C03	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
C04	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C05	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C06	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	5	3	0	0	1	0	1	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 9.5.2-2
RESUMEN PROYECTOS
SEGÚN SUB-SECTOR PRODUCTIVO
ÁMBITO: CALIDAD RECURSO AGUA**

Objetivo	Riego	R. Hídricos	A. Servidas	D. Fluviales	Red Monitoreo	Calidad Aguas	E. Ambiental	Manejo RN	Turismo	Legisl.	Gestión
M01	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0
M02	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
M03	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
M04	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0
M05	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
M06	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
M07	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
M08	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
M09	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M10	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
M11	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
M12	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
M13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M14	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M15	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
M16	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
M17	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
M18	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
M19	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	5	3	1	2	8	1	2	4	1	0

Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 9.5.2-3
RESUMEN PROYECTOS
SEGÚN SUB-SECTOR PRODUCTIVO
ÁMBITO: INFRAESTRUCTURA**

Objetivo	Riego	R. Hídricos	A. Servidas	D. Fluviales	Red Monitoreo	Calidad Aguas	E. Ambiental	Manejo RN	Turismo	Lesgisl.	Gestión
I01	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I02	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
I03	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
I04	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I05	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
I06	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
I07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I08	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	2	3	0	1	1	3	0	1	1	0	0

Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 9.5.2-4
RESUMEN PROYECTOS
SEGÚN SUB-SECTOR PRODUCTIVO
ÁMBITO: LEGISLACIÓN**

Objetivo	Riego	R. Hídricos	A. Servidas	D. Fluviales	Red Monitoreo	Calidad Aguas	E. Ambiental	Manejo RN	Turismo	Lesgisl.	Gestión
L01	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
L02	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
L04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
L05	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
L06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
L08	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0
L09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	2	0	0	1	1	0	0	0	4	2

Fuente: Elaboración propia

**CUADRO 9.5.2-5
RESUMEN PROYECTOS
SEGÚN SUB-SECTOR PRODUCTIVO
ÁMBITO: GESTIÓN**

Objetivo	Riego	R. Hídricos	A. Servidas	D. Fluviales	Red Monitoreo	Calidad Aguas	E. Ambiental	Manejo RN	Turismo	Lesgisl.	Gestión
G01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G02	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
G03	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G05	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
G06	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
G07	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
G08	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
G10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G13	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G15	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
G16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G18	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
G19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
G23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G26	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	3	6	0	1	1	2	2	0	0	0	16

Fuente: Elaboración propia

9.6 PRIORIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE SOLUCIONES

9.6.1 Metodología AHP para la Priorización 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 jerarquía 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 Maipo, diferenciando los proyectos que se implementarán en un corto, mediano y largo plazo.

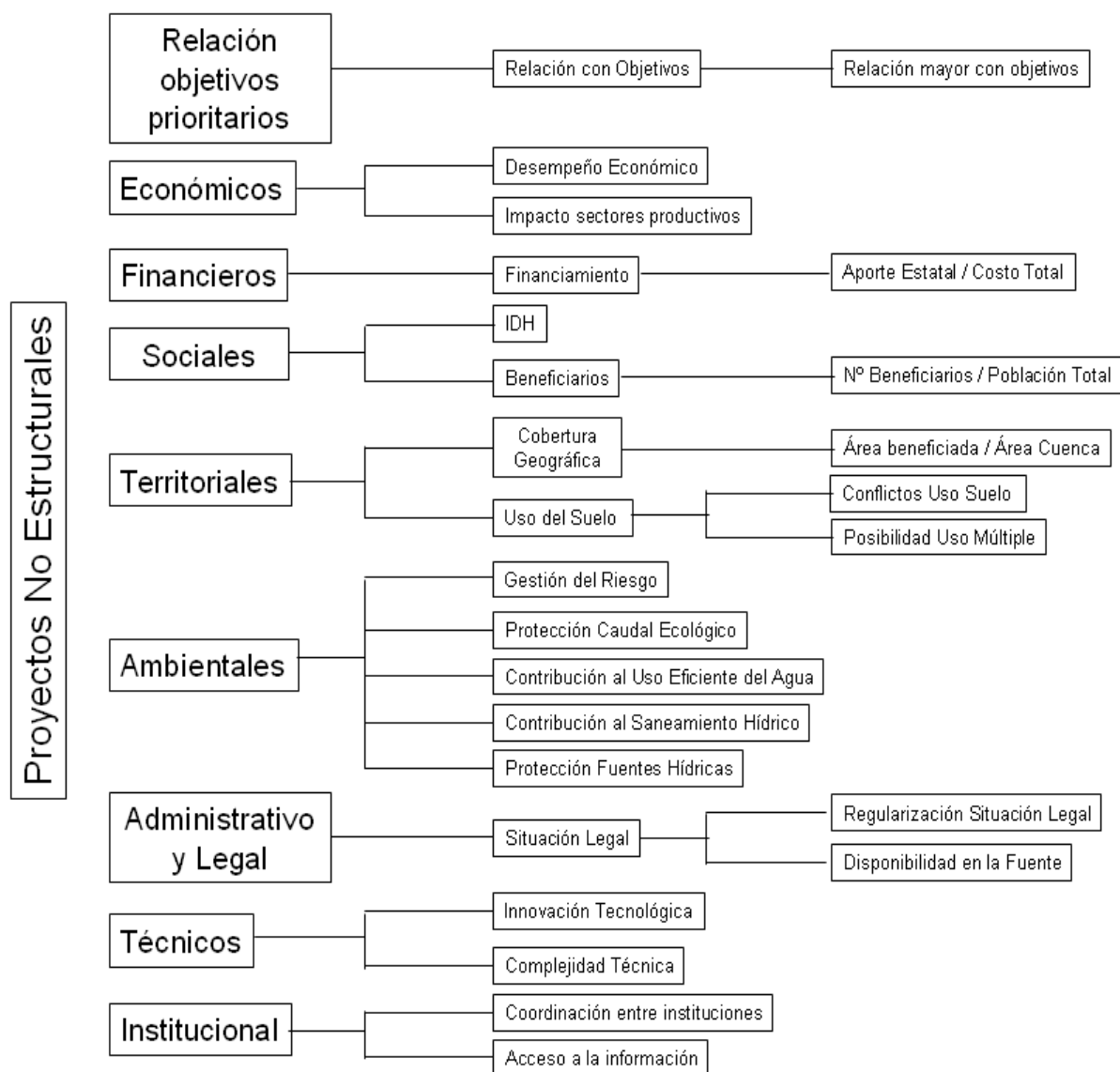
La metodología AHP permite realizar de una manera sintética una evaluación multicriterio, permitiendo relevar distintos aspectos de los proyectos a evaluar, entregándole a cada criterio una importancia relativa; la que es obtenida a partir de la opinión de distintos tomadores de decisión.

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

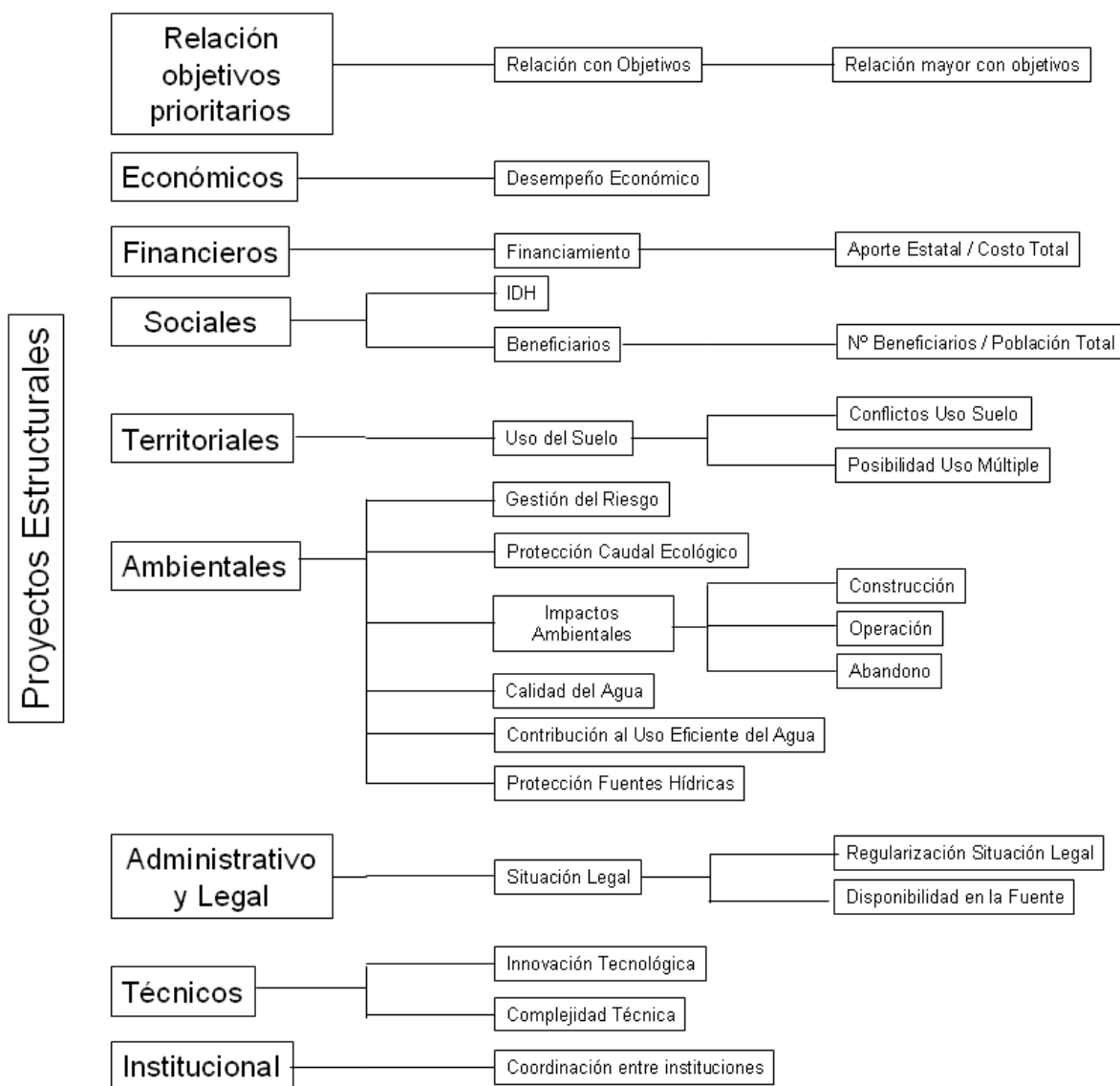
Árbol de Jerarquías: Consiste en elaborar una representación gráfica del problema en función de la meta global, los criterios de decisión considerados. Esta gráfica recibe el nombre de Árbol de Jerarquías e ilustra la jerarquía para el problema, la que en el caso del Plan Director, se dividió en 2 diferentes árboles. Un árbol para proyectos no-estructurales, según lo mostrado en la Figura 9.6-1, y un segundo árbol para proyectos estructurales mostrado en la Figura 9.6-2.

FIGURA 9.6.1-1
ÁRBOL DE JERARQUÍAS NO-ESTRUCTURAL



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA 9.6.1-2
ÁRBOL DE JERARQUÍAS ESTRUCTURAL



Fuente: Elaboración Propia

Valoración de los criterios: Posteriormente, se procede a la valoración de cada criterio mediante el procedimiento de análisis jerárquico que se incluye en el Anexo 9-4.

El proceso de valoración de los criterios permite entregar una importancia relativa a cada uno de ellos, a partir de la preferencia de distintos tomadores de decisión.

Para manifestar esta preferencia, se realiza la calificación numérica pareada entre dos elementos (en este caso entre los criterios y subcriterios), la que representa de qué manera afecta un criterio por sobre otro al cumplimiento del plan director, a partir de la escala de Saaty presentada en el Cuadro 9.6.1-1.

**CUADRO 9.6.1-1
ESCALA DE SAATY¹**

Intensidad	Definición	Explicación
1	Igual	Dos criterios contribuyen de igual forma al cumplimiento del plan
3	Moderada	La experiencia y el juicio favorecen levemente un criterio sobre otro
5	Fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente un criterio sobre otro
7	Muy fuerte o demostrada	Un criterio es mucho más favorecido que el otro; su predominancia se mostró en la práctica
9	Extrema	La evidencia que favorece un criterio sobre el otro, es absoluta y totalmente clara
2,4,6,8	Valores intermedios	Cuando se necesita un compromiso entre valores adyacentes
Recíprocos	$a_{ij} = a_{ji}$	Hipótesis del método

Fuente: Thomas Saaty, 1980²

En el Cuadro 9.6-1 se presenta la comparación entre los criterios identificados para los proyectos no-estructurales. Todas las matrices de comparación y su explicación se detallan en el Anexo 9-5.

Una vez que se completan las matrices, es decir, que los tomadores de decisión comparan cada uno de los criterios, un proceso matemático permite obtener el “peso relativo” de cada uno de los criterios.

¹ La comparación se realiza valorando las filas respecto de las columnas.

² The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation, McGraw-Hill (1980).

CUADRO 9.6.1-2
MATRIZ DE SAATY PARA LOS CRITERIOS DE JERARQUIZACIÓN DE
PROYECTOS NO-ESTRUCTURALES. CUENCA DEL RÍO MAIPO

CRITERIOS	Relación objetivos prioritarios	Económicos	Financieros	Sociales	Territoriales	Ambientales	Administrativo y Legal	Técnicos	Institucional
Relación objetivos prioritarios	1								
Económicos		1							
Financieros			1						
Sociales				1					
Territoriales					1				
Ambientales						1			
Administrativo y Legal							1		
Técnicos								1	
Institucional									1

Fuente: Elaboración Propia

Valorización de los proyectos: Cada uno de los proyectos será evaluado a través de indicadores de impacto, los que se indican en el Anexo 9-5, los que son terminales de cada uno de los árboles de jerarquización. De este modo se entregará un puntaje por cada indicador a cada uno de los proyectos. Luego de esto, y a través de una operación matemática, cada proyecto obtendrá un puntaje, lo que permitirá ordenar los proyectos de mayor a menor puntaje, en que aquellos mayores puntajes serán los proyectos prioritarios. Esta herramienta no puede incluir en su utilización ciertas consideraciones que se deben tomar en cuenta una vez obtenidos los resultados:

- Proyectos que requieren de la ejecución anterior de otro de la lista para ser factibles
- Voluntad política para la realización de los proyectos
- Falta de coordinación entre las instituciones relacionadas con los proyectos
- Proyectos que adquieran importancia al procesar los escenarios

9.6.2 Evaluación Coeficientes Árboles de Jerarquías Metodología AHP

El primer elemento del análisis consiste en evaluar los coeficientes para el modelo AHP, tal como fueron presentados en el Anexo 9-5. Para esto se desarrolló una serie de entrevistas en el marco del trabajo de participación ciudadana #3, y en forma posterior. En total se encuestaron 31 profesionales externos al equipo consultor, tal como se muestra en el Cuadro 9.6.2-1. Es necesario indicar que en este listado se incluyen tanto a los profesionales entrevistados en el marco de este estudio, como en el estudio del Plan Director del Río Maule.

**CUADRO 9.6.2-1
LISTADO DE PROFESIONALES ENCUESTADOS
GENERACIÓN MATRICES DE SAATY**

Nº	NOMBRE	ORGANIZACIÓN Y CARGO
1	Andrés Arriagada	INSPECTOR FISCAL
2	Manuel Gei León	SEREMI MOP VII Región
3	Andrés Pinedo	INDAP Regional
4	Francisco Sandoval	DOH Regional
5	Carlos Cruz	Director Regional Aguas
6	Patricio Atria	Director Regional Obras Hidráulicas
7	Camilo Uribe	SAG
8	Gonzalo Sepúlveda	Jefe Departamento Obras de Riego DOH
9	Andrés Arriagada	DGA
10	Diego Varas	JTA. VIGILANCIA RIO ACHIBUENO
11	Sergio Miccono Farías	Asociación Maule Sur
12	Manuel González	Junta de Vigilancia Río Maule
13	Nicolás Ureta	Junta de Vigilancia Río Maule
14	Hugo Chacón	CNR
15	Claudio Camino	SEREMI MOP VII Región
16	Nora Saldías Tejo	ASOC. REGANTES DIGUA
17	Raul Acuña Puente	ASOC. REGANTES DIGUA
18	Gabriel Neira	DOH Regional
19	Alexis Quiroz	DOH / Depto. Obras Fluviales.
20	Luis Díaz	DGA - RM
21	Erwin Garrido Germakova	DGA RM
22	Millalen Villalon	DGA RM - Evaluador ambiental
23	Alberto Calatroni	JEFE UGAT RM
24	Miguel Angel Caro	DGA
25	Fernando Vidal	DIRECTOR REGIONAL AGUAS RM
26	Jorge Baechler	DGA
27	Jose Luis Fuentes	Asociación de canales unidos de Buín
28	Alejandro Gómez	Ass. Canal Maipo
29	Andrea Osses	DGA / Ing Proyectos
30	Claudia Berrios	DOH
31	Roberto Barrera Miranda	DOH RM

Fuente: Elaboración Propia

Con posterioridad a la recepción de las encuestas, se realizó un análisis de consistencia de las respuestas, tal como se consigna en el Anexo 9-5. Este análisis permite verificar si las matrices definidas por cada profesional son realmente representativas del fenómeno analizado. Esto significa por ejemplo, si en una parte de la matriz se indica que lo legal es mas importante que lo ambiental, posteriormente no puede decirse que lo legal es menos importante que lo económico, y que lo económico es menos importante que lo ambiental, ya que en ese caso se concluye que lo legal es menos importante que lo ambiental. Luego de realizado este análisis de consistencia, se eliminó un número importante de matrices, ya que al final se trabajó con 14 matrices considerando las respuestas del Equipo Consultor. Es importante indicar que desde el punto de vista estadístico no hay un número mínimo de encuestas a considerar, lo que se debe tener es diversidad en los puntos de vista. Por ejemplo, no es posible tener la opinión de 9 ingenieros hidráulicos y 1 abogado. En ese caso, es preferible, 1 o 2 Ingenieros y 1 abogado.

Una vez analizadas las matrices para los diferentes encuestados se calcularon los coeficientes a utilizar. Para esto se calcularon promedios aritméticos entre los valores. Los resultados de este análisis se presentan en el Cuadro 9.6.2-2 para los criterios. Por otra parte, los sub-criterios se presentan en el Cuadro 9.6.2-3 para el caso no estructural y en el Cuadro 9.6.2-4 para el estructural.

**CUADRO 9.6.2-2
COEFICIENTES MODELO AHP
CRITERIOS**

CRITERIOS	Estructural	No-Estructural
Relación objetivos prioritarios	17,6	17,1
Económicos	9,7	9,1
Financieros	7,2	6,2
Sociales	14,2	15,0
Territoriales	9,6	8,4
Ambientales	15,1	15,4
Administrativo y Legal	12,6	13,7
Técnicos	6,9	7,5
Institucional	7,2	7,7

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 9.6.2-3
COEFICIENTES MODELO AHP
SUB-CRITERIOS
PROYECTOS ESTRUCTURALES

Sociales	
IDH	52,6
Beneficiarios	47,4
Territoriales	
Uso del suelo	
Conflictos Uso Suelo	47,5
Posibilidad Uso Múltiple	52,5
Ambientales	
Gestión del riesgo	12,4
Protección caudal ecológico	15,4
Impactos ambientales	
Construcción	8,6
Operación	7,5
Abandono	4,4
Calidad del agua	17,5
Contribución al uso eficiente del agua	15,6
Protección fuentes hídricas	18,5
Administrativo y legal	
Situación Legal	
Regularización Situación legal	35,7
Disponibilidad en la fuente	64,4
Técnicos	
Innovación tecnológica	68,8
Complejidad técnica	31,2

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 9.6.2-4
COEFICIENTES MODELO AHP
SUB-CRITERIOS
PROYECTOS NO-ESTRUCTURALES

Económicos	
Desempeño económico	59,6
Impacto sectores productivos	40,4
Sociales	
IDH	52,0
Beneficiarios	48,0
Territoriales	
Cobertura geográfica	46,4
Uso de suelo	
Conflictos Uso Suelo	24,1
Posibilidad Uso Múltiple	29,5
Ambientales	
Gestión del riesgo	20,6
Protección caudal ecológico	19,6
Contribución al uso eficiente del agua	18,8
Contribución al saneamiento hídrico	17,5
Protección fuentes hídricas	23,5
Administrativo y legal	
Situación Legal	
Regularización Situación legal	44,9
Disponibilidad en la fuente	55,1
Técnicos	
Innovación tecnológica	71,3
Complejidad técnica	28,7
Institucional	
Coordinación entre instituciones	61,3
Acceso a la información	38,7

Fuente: Elaboración Propia

9.6.3 Aplicación Metodología AHP para la Priorización de Soluciones

Previo al proceso de priorización de los proyectos, se depuró la base de datos de proyectos presentados en el Capítulo 6, eliminando aquellos proyectos que están ejecutándose o aprobados para su ejecución, es decir, un total de 39 proyectos. De esta manera, la base de datos inicial para priorización fue reducida desde 102 a 63 proyectos. A estos 63 proyectos, se deben adicionar los 43 proyectos nuevos que se presentan en el Cuadro 9.6.3-1, quedando un total de 106 proyectos. Por otra parte, en el Anexo 9-7 se presentan los puntajes asociados a cada proyecto por aspecto analizado, tanto para los proyectos estructurales como no-estructurales. De esta manera se obtiene la priorización de proyectos

presentada en el Cuadro 9.6.3-1 y 9.6.3-2 para los proyectos estructurales y no-estructurales, respectivamente.

CUADRO 9.6.3-1
RESULTADOS PRIORIZACIÓN PROYECTOS ESTRUCTURALES

ORDEN PRIORITARIO	CÓDIGO PROYECTO	CATEGORÍA PROYECTO	NOMBRE PROYECTO	PUNTAJE
1	AP-12	EXISTENTE	Instalación de un Sistema de Agua Potable Rural La Red Comuna de El Monte	68,2
2	AP-20	EXISTENTE	Instalación de Servicio Agua Potable Rural Lipangue	68,2
3	AP-19	EXISTENTE	Instalación de Servicio Agua Potable Rural El Taco	68,2
4	AP-18	EXISTENTE	Instalación de Servicio Agua Potable Rural El Baden	68,2
5	AP-17	EXISTENTE	Instalación de Servicio Agua Potable Rural Chorrillos	68,2
6	AP-16	EXISTENTE	Instalación de Servicio de Agua Potable Rural Santa Elena	68,0
7	AP-01	EXISTENTE	Instalación Servicio de Agua Potable Rural de Quilapilún Alto y Bajo Comuna de Colina	68,0
8	AP-14	EXISTENTE	Mejoramiento de Servicio Agua Potable Rural Gacitúa Comuna de Isla de Maipo	68,0
9	AP-21	EXISTENTE	Instalación de sistema de agua potable rural el Volcán	67,7
10	PD-RI-07	NUEVO	Tecnificación Extrapredial en el Riego	65,5
11	DF-13	EXISTENTE	Perfilamiento del Cauce en el Estero Polpaico - Km 3	65,0
12	DF-11	EXISTENTE	Defensas Fluviales en el Estero Til Til - Km 23	64,9
13	RI-03	EXISTENTE	Mejoramiento Sistema de Riego Localidades Chada – Culitrín	58,9
14	DF-14	EXISTENTE	Perfilamiento del Cauce en el estero Lampa - Km 30	58,6
15	DF-12	EXISTENTE	Perfilamiento del Cauce en el Estero Polpaico - Km 5	58,5
16	DF-15	EXISTENTE	Perfilamiento del Cauce en el estero Lampa - Km 28	58,5
17	DF-18	EXISTENTE	Canalización del estero Colina Km 6,0 a 9,6	58,5
18	DF-10	EXISTENTE	Defensas Fluviales en el Estero Til Til - Km 25	58,5
19	DF-17	EXISTENTE	Defensas Fluviales en el estero Colina - Km 16,2 a 16,5	58,4
20	DF-16	EXISTENTE	Perfilamiento del Cauce en el estero Colina - Km 23,9	58,3
21	DF-03	EXISTENTE	Construcción de Obras Manejo Cauces Cuenca Río Mapocho Sector Oriente	57,5
22	AP-11	EXISTENTE	Mejoramiento Servicio de Agua Potable Rural Santa Marta Las Turbinas	55,6
23	AP-15	EXISTENTE	Mejoramiento de Servicio Agua Potable Rural Noviciado - Peralito	55,6
24	AS-02	EXISTENTE	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Los Nogales - Mapocho Urbano Limpio	52,7
25	DF-28	EXISTENTE	Conservación Defensas Fluviales Estero Til Til y Otros Cauces, Sector El Ventarrón, El Atajo , El Asiento , Comuna de Til Til	52,3
26	DF-20	EXISTENTE	Conservación defensas fluviales río Maipo, sector puntilla de Lonquén , comuna Isla de Maipo	52,2
27	DF-33	EXISTENTE	Conservación defensas fluviales estero Lampa, sector lo Vargas, comuna de Lampa	46,8
28	DF-27	EXISTENTE	Conservación Defensas Fluviales Río Angostura, Sector Localidad de Champa, Comuna de Paine	46,0
29	DF-23	EXISTENTE	Conservación defensas fluviales estero lampa, aguas arriba badén el lucero, comuna de Lampa	46,0
30	DF-31	EXISTENTE	Conservación defensas fluviales Estero Lampa, Aguas Abajo Badén El Lucero, Comuna De Lampa	45,9
31	DF-26	EXISTENTE	Conservación de Defensas Fluviales, en Río Clarillo, Sector El Principal, Comuna de Pirque	45,8
32	DF-19	EXISTENTE	Conservación defensas fluviales río Maipo, sector monte las mercedes, comuna Isla de Maipo	45,8
33	DF-24	EXISTENTE	Conservación defensas fluviales río colina, sector aguas abajo pte. San luis , comuna Colina	45,8

CUADRO 9.6.3-1
RESULTADOS PRIORIZACIÓN PROYECTOS ESTRUCTURALES
(Continuación)

ORDEN PRIORITARIO	CÓDIGO PROYECTO	CATEGORÍA PROYECTO	NOMBRE PROYECTO	PUNTAJE
34	DF-22	EXISTENTE	Conservación defensas fluviales río colina, sector esmeralda - pte. San luis, comuna Colina	45,8
35	DF-34	EXISTENTE	Conservación defensas fluviales río Angostura, sector Hospital, comuna de Paine	45,7
36	DF-21	EXISTENTE	Conservación defensas fluviales río Maipo, sector aguas abajo la foresta, comuna Melipilla	45,6
37	DF-36	EXISTENTE	Conservación defensas fluviales río Mapocho, sector el Guanaco, comuna de Peñaflor	45,6
38	DF-29	EXISTENTE	Conservación Defensas Fluviales Río Mapocho, Sector Cerro La Virgen - Pte. Pelvin, Comuna de Peñaflor	45,5
39	DF-32	EXISTENTE	Conservación defensas fluviales río Mapocho, sector el Trapiche, comuna de Peñaflor	45,5
40	DF-30	EXISTENTE	Conservación defensas fluviales río Mapocho, sector Aguas Abajo Pte. Rinconada de Maipú, Comuna de Maipú	45,3
41	DF-35	EXISTENTE	Conservación defensas fluviales río Mapocho, sector Pte. Rinconada de Maipú, comuna de Maipú	45,3
42	DF-25	EXISTENTE	Conservación de Defensas Fluviales, en Río Clarillo, Sector El Principal, Comuna de Pirque	45,2
43	PD-RI-06	NUEVO	Programa de Construcción de Embalses Medianos y Mayores	40,3
44	AL-03	EXISTENTE	Mejoramiento Canal La Punta y Construcción Colector Nueva Infante	39,9
45	EN-05	EXISTENTE	Central Cambimbao	38,4
46	EN-04	EXISTENTE	Central Melocotón	38,4
47	EN-02	EXISTENTE	Central Hidroeléctrica Chacritas	38,4
48	EN-01	EXISTENTE	Sistema Maipo Alto, Central Hidroeléctrica Alfalfal II y Las Lajas	38,4
49	TU-01	EXISTENTE	Mapocho Navegable	38,2

Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 9.6.3-2
RESULTADOS PRIORIZACIÓN PROYECTOS NO-ESTRUCTURALES

ORDEN PRIORITARIO	CÓDIGO PROYECTO	CATEGORÍA PROYECTO	NOMBRE PROYECTO	PUNTAJE
1	PD-RI-05	NUEVO	Análisis de Cambios en la Situación Agropecuaria en la Cuenca del Río Maipo	65,4
2	EN-03	EXISTENTE	Estimación del Potencial Hidroeléctrico Asociado a Obras de Riego Existentes o en Proyecto	63,7
3	PD-RH-11	NUEVO	Diseño de un Sistema de Alerta Frente a Procesos Meteorológicos Extremos	63,3
4	PD-CA-07	NUEVO	Sistema de Gestión en Tiempo Real de la Calidad del Agua	61,8
6	PD-RI-07	NUEVO	Tecnificación Extrapredial en el Riego	57,0
7	PD-RI-01	NUEVO	Diagnóstico de la Infraestructura Actual de Canales Principales y Secundarios de la Cuenca	57,0
8	PD-CA-06	NUEVO	Capacitación a Dirigentes de las Organizaciones de Usuarios de Aguas en Medición de Parámetros de Calidad	56,3
9	PD-CA-01	NUEVO	Estudio de la Contaminación de las Aguas Superficiales Conducidas a Través de Canales de Regadío	55,8
10	PD-AS-01	NUEVO	Estudio de Diagnóstico sobre la Necesidad de Implementación de Soluciones de Tratamiento de Aguas Servidas en los Sectores Rurales de la Cuenca del Río Maipo	55,2
11	PD-CA-02	NUEVO	Evaluación de Requerimientos para una Correcta Fiscalización a Establecimientos Emisores de RILES	55,2
12	PD-RI-04	NUEVO	Análisis del Efecto de Tecnificación del Riego para la Situación Actual de la Cuenca	54,4
13	PD-DF-01	NUEVO	Estudio de ordenamiento territorial de los lechos de los cauces de la cuenca del río Maipo	54,2
14	PD-RI-02	NUEVO	Pronóstico de Disponibilidad de Agua por Temporada de Riego	53,9
15	PD-CA-04	NUEVO	Evaluación de Requerimientos para una Correcta Fiscalización a Establecimientos Emisores de RILES	53,4
16	PD-RI-03	NUEVO	Estudio Integral del Potencial de Traspase de aguas entre Cuencas Hidrográficas	53,1
17	PD-MN-02	NUEVO	Evaluación de Instrumento que Exija Compensar, Mediante la Forestación y/o Reforestación, el Aumento del Coeficiente de Escorrentía en Proyectos de Infraestructura	53,0
18	PD-RH-01	NUEVO	Estudiar los Proyectos Resultantes de EN-03 a Nivel de Prefactibilidad	52,3
19	PD-GT-03	NUEVO	Transferencia de Información entre Agencias Públicas y Organizaciones de Usuarios de Aguas	52,3
20	PD-GT-04	NUEVO	Integración de la Información Geográfica a Través de un Sistema Integrado de Información	52,3
21	PD-RH-08	NUEVO	Acceso a los Diversos Estudios de Modelación a través del Sitio Web de la DGA	52,1
22	PD-EA-01	NUEVO	Educación Ambiental: Los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Maipo	51,6
23	PD-TU-02	NUEVO	Plan de Aprovechamiento Turístico y Desarrollo Ecológico de Zonas Frecuentemente Inundables, para la Cuenca del Maipo	50,9
24	PD-TU-01	NUEVO	Plan de Desarrollo Turístico y Recreacional Entorno a los Cauces, para la Cuenca del Maipo	50,9
25	PD-RM-01	NUEVO	Mejoramiento de la Red de Monitoreo de los Recursos Hídricos	50,3
26	PD-RH-07	NUEVO	Estudio para el Reuso de las Aguas en la Cuenca del Río Maipo	48,6
27	PD-RH-06	NUEVO	Simulación de Distintos Escenarios de Cambio Climático en la Cuenca	48,6

CUADRO 9.6.3-2
RESULTADOS PRIORIZACIÓN PROYECTOS NO-ESTRUCTURALES
(Continuación)

ORDEN PRIORITARIO	CÓDIGO PROYECTO	CATEGORÍA PROYECTO	NOMBRE PROYECTO	PUNTAJE
28	PD-MN-01	NUEVO	Estudio de Diagnóstico de los Humedales y Áreas de Importancia Presentes en la Región. Propuesta de Manejo Sustentable de los Mismos	48,1
29	PD-GT-01	NUEVO	Jornadas de difusión sobre las Modificaciones al Código de Aguas realizadas en el año 2005	47,7
30	RH-01	EXISTENTE	Plan de Mejoramiento de la Coordinación entre Instituciones Públicas	47,4
31	PD-RH-10	NUEVO	Establecer Metodología para el Pronóstico de Sequías, Asociada a Probabilidades, de Manera de Establecer Planes de Acción Anticipados a los Periodos Críticos	47,3
32	PD-RI-06	NUEVO	Programa de Construcción de Embalses Medianos y Mayores	46,9
33	PD-CA-03	NUEVO	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	45,1
34	DF-08	EXISTENTE	Plan de Ordenamiento de Extracción de Áridos	45,1
35	PD-GT-05	NUEVO	Diseño de Instrumento para el Fomento del Perfeccionamiento del Personal e Integración de Profesionales en las Organizaciones de Usuarios de Aguas	44,6
36	PD-RH-09	NUEVO	Desarrollar un Modelo de Caracterización del Sistema Hídrico, Incluyendo Riego, Hidroelectricidad, Agua Potable, y Otros	44,5
37	RI-06	EXISTENTE	Programa de Construcción de Embalses Medianos y Mayores	44,2
38	PD-RH-02	NUEVO	Nueva Metodología para la Determinación de Caudales Ecológicos y su Aplicación y Efectos en la Cuenca del Río Maipo	43,9
39	PD-LG-01	NUEVO	Nuevas Modificaciones al Código de Aguas	43,9
40	PD-RH-05	NUEVO	Estudio de Viabilidad de Infiltración Artificial y Acumulación en Embalses Subterráneos	43,6
41	BO-01	EXISTENTE	Plan de Desarrollo Forestal en Zonas Ribereñas	43,4
42	DF-07	EXISTENTE	Plan de Regulación del Uso del Cauce y del Suelo Adyacente	43,2
43	DF-09	EXISTENTE	Proyecto de Inspección Rutinaria del Cauce y sus Obras	42,7
44	RH-02	EXISTENTE	Campaña de Difusión para el Uso Sustentable de los Cauces Estero Lampa	42,5
45	RH-02	EXISTENTE	Campaña de Difusión para el Uso Sustentable de los Cauces Estero Lampa	42,5
46	PD-RH-04	NUEVO	Estudio sobre los Efectos de los Embalses de Relave Abandonados, en Operación y Proyectados, en la Cuenca del Río Maipo	41,9
47	PD-GT-02	NUEVO	Estudio Sobre el Impacto del Cobro de Patentes por No Uso de Derechos de Aguas en la Cuenca	41,6
48	TU-03	EXISTENTE	Plan de Aprovechamiento Turístico y Desarrollo Ecológico de Zonas Frecuentemente Inundables	41,5
49	PD-GT-06	NUEVO	Transferencia de información entre agencias públicas y organizaciones de usuarios de aguas	41,4
50	TU-02	EXISTENTE	Plan de Desarrollo Turístico y Recreacional entorno a los Cauces	40,1
51	PD-LG-03	NUEVO	Incremento en el Control de la Contaminación Hídrica por vía Legislativa	38,7
52	RI-04	EXISTENTE	Diagnóstico e Identificación Proyectos de Riego en Prov. Chacabuco	37,9

CUADRO 9.6.3-2
RESULTADOS PRIORIZACIÓN PROYECTOS NO-ESTRUCTURALES
(Continuación)

ORDEN PRIORITARIO	CÓDIGO PROYECTO	CATEGORÍA PROYECTO	NOMBRE PROYECTO	PUNTAJE
53	PD-GT-07	NUEVO	Propuesta de Líneas de Financiamiento a Proyectos que Estimulen el Conocimiento de los Recursos Hídricos y la Dinámica de Cuencas	37,2
54	PD-CA-05	NUEVO	Análisis de las Fuentes de Contaminación de las Aguas Lluvias en su Interacción con el Medio Físico	36,3
55	PD-LG-02	NUEVO	Elaboración de un Manual de Aplicación del Código de Aguas	33,5
56	PD-RH-03	NUEVO	Estudio Integral del Potencial de Traspase de aguas entre Cuencas Hidrográficas	22,1

Fuente: Elaboración Propia

9.7 FORMULACIÓN DEL PLAN DIRECTOR

Con la información presentada en el acápite anterior se procede a preparar el plan director. Para esto se prepararon las Figuras 9.7-1 y 9.7-2, para los proyectos estructurales y no-estructurales, respectivamente. En estas figuras se dividió el plan en 3 componentes: corto, mediano, y largo plazo basándose en la forma de estas curvas, las que permiten visualizar el Plan Director como una secuencia de proyectos en el corto (5 años), mediano (10 años), y largo plazo (20 años).

FIGURA 9.7-1
PRIORIZACION PROYECTOS NO-ESTRUCTURALES

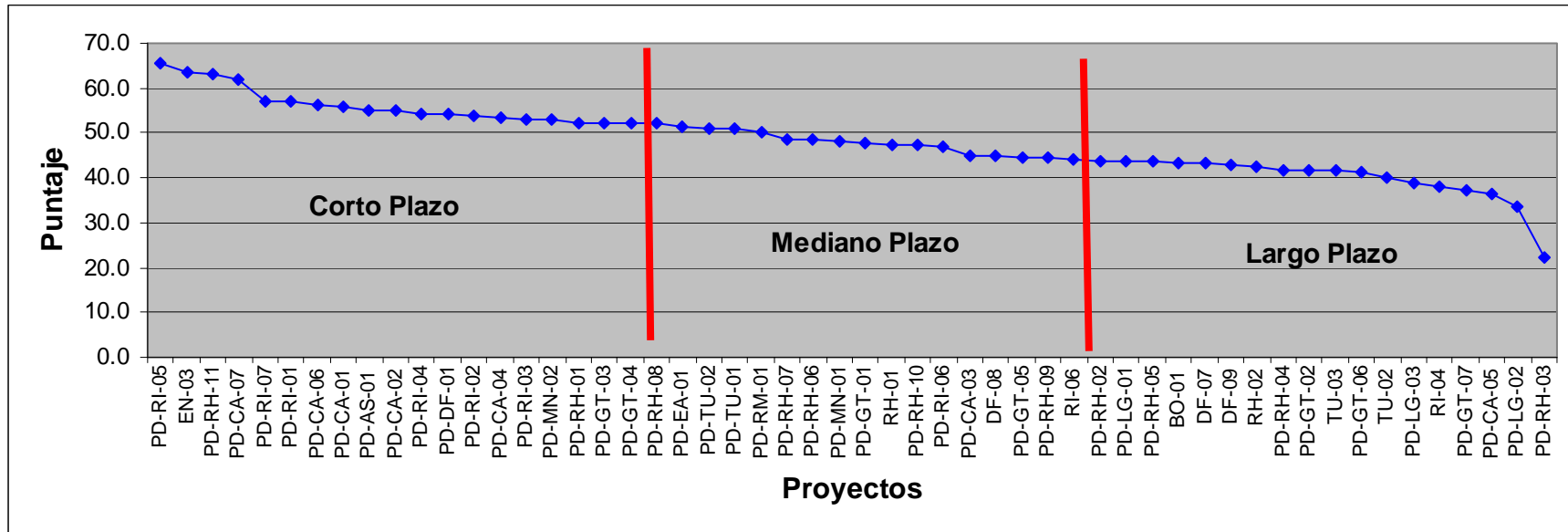
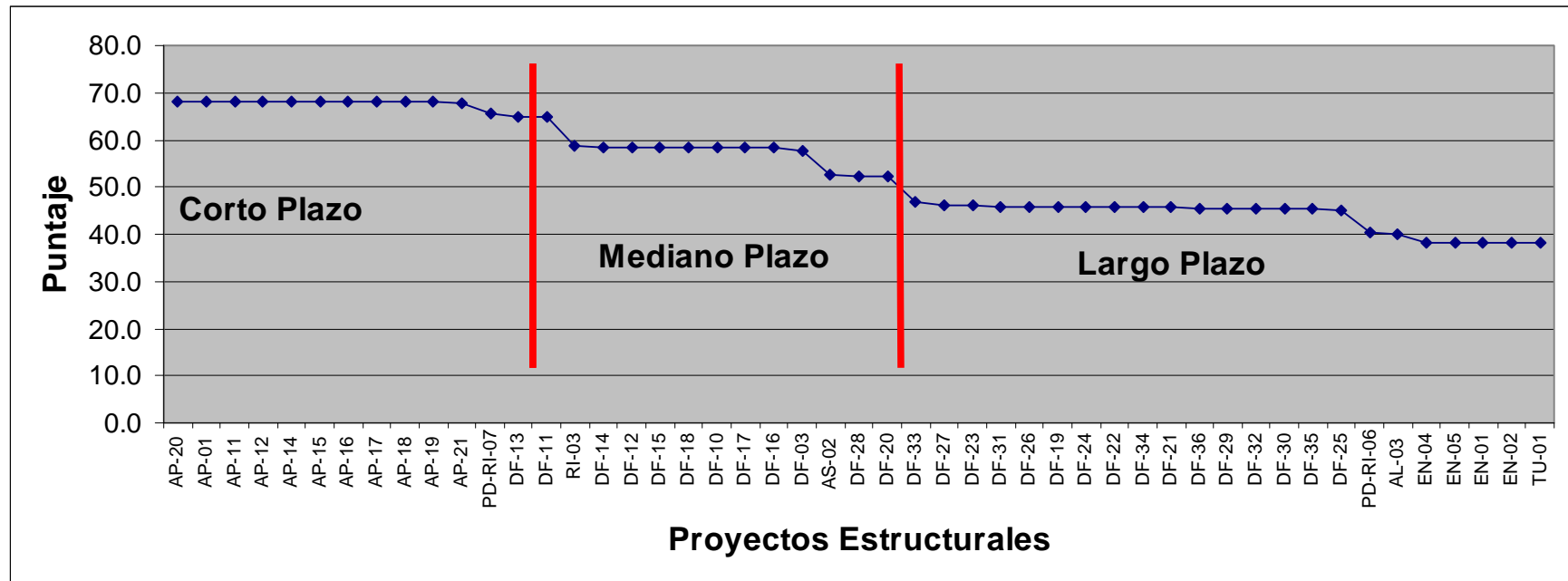


FIGURA 9.7-2
PRIORIZACION PROYECTOS ESTRUCTURALES



Fuente: Elaboración Propia

Las Figuras 9.7-1 y 9.7-2 permiten determinar que proyectos deben desarrollarse en el corto, mediano y largo plazo. Ahora bien, debe tenerse en cuenta que el resultado de la priorización no es absoluto, sino que sólo un punto de partida, ya que deben respetarse restricciones que en algunos casos deben cumplirse.

Proyectos Estructurales: Los proyectos de Corto Plazo están compuestos principalmente por los proyectos de Agua Potable Rural, los que han obtenido un alto puntaje al beneficiar sectores de bajo IDH³, los objetivos relacionados han sido jerarquizados en primer lugar y contribuye al mejoramiento de la calidad del agua, al uso eficiente del agua y protege la fuente hídrica de abastecimiento de agua potable.

Además al finalizar la etapa de corto plazo, se ubica el proyecto PD-RI-07, en su parte estructural, lo que se complementa con la clasificación de corto plazo en el comienzo del periodo en su parte no-estructural.

Los proyectos de mediano plazo son principalmente los proyectos de defensas fluviales, al igual que los de largo plazo, sin embargo los que han sido clasificados a mediano plazo son aquellos que benefician áreas más vastas, es decir, comunas más grandes con un mayor número de beneficiarios.

A largo plazo, finalizando el periodo, se ubica el proyecto PD-RI-06 en su parte estructural. El mismo proyecto en su parte no estructural se ubica en el corto plazo. Esto adquiere sentido en el plazo de ejecución de la parte no estructural y debido tanto a la complejidad técnica como a la coordinación entre instituciones requerida, además de los impactos ambientales que genera el proyecto estructural.

Así mismo se ubican en el largo plazo los proyectos del sub-sector energía, los que tienen una mayor complejidad técnica, requieren de la coordinación de las instituciones y tienen un impacto ambiental alto.

No Estructural: Entre los proyectos No Estructurales no se pueden clasificar las múltiples causas que provocan esta jerarquización, ya que no hay un patrón que imponga sub-sectores de proyectos sobre otros. Sin embargo, cabe destacar que varios proyectos corresponden a análisis que podrían generar proyectos derivados.

El siguiente elemento es la fusión de los proyectos no-estructurales y estructurales en un solo PD con sus tres componentes temporales: corto, mediano, y largo plazo, tal como se muestra en los Cuadros 9.7-1 a 9.7-3. En estos cuadros se presentan los códigos de proyectos incluidos en cada componente del PD, su tipo, y costo asociado. A su vez, los proyectos han sido agrupados de manera tal que cada grupo de proyectos representa los proyectos que debe desarrollarse en un año específico.

³ Índice de Desarrollo Humano

Es importante indicar que la distribución de costos es no uniforme, ya que no es posible distribuir los costos en forma homogénea.

CUADRO 9.7-1
PLAN DIRECTOR DE CORTO PLAZO

Año	Tipo	Código Proyecto	Costo (millones \$)
1	E	AP-12	23,3
	E	AP-20	23,3
	E	AP-19	23,3
	E	AP-18	23,3
	E	AP-17	23,3
	E	AP-16	23,3
	E	AP-01	240,6
	E	AP-14	14,4
	E	AP-21	23,3
	E	PD-RI-07	231,4
2	NE	PD-RI-05	307,3
	E	DF-13	58,9
	E	DF-11	138,5
	NE	EN-03	40
	NE	PD-RH-11	266,9
3	NE	PD-CA-07	424,1
	E	RI-03	252,9
	NE	PD-RI-07	231,4
4	NE	PD-RI-01	174,1
	NE	PD-CA-06	32,3
	NE	PD-CA-01	227,2
	NE	PD-AS-01	113,6
	NE	PD-CA-02	60,3
	NE	PD-RI-04	249,9
5	NE	PD-DF-01	311,2
	NE	PD-RI-02	61,8
	NE	PD-CA-04	36,7
	NE	PD-RI-03	215,3
	NE	PD-MN-02	80
	NE	PD-RH-01	65,1
	NE	PD-GT-03	57,1
	NE	PD-GT-04	206,1

Fuente: Elaboración Propia

**CUADRO 9.7-2
PLAN DIRECTOR DE MEDIANO PLAZO**

Año	Tipo	Código Proyecto	Costo (millones \$)	
1	E	DF-14	27,6	3.278,6
	E	DF-12	134,8	
	E	DF-15	3.116,2	
2	E	DF-18	8.146,5	8.146,5
4	E	DF-10	-	3.050,0
	E	DF-17	200,3	
	E	DF-16	107,3	
	E	DF-03	83,9	
	E	AP-15	209,4	
	E	AP-11	173,9	
	E	AS-02	136,4	
	E	DF-28	100,0	
	E	DF-20	149,0	
	NE	PD-RH-08	24,2	
	NE	PD-EA-01	531,0	
	NE	PD-TU-02	80,0	
	NE	PD-TU-01	104,1	
	NE	PD-RM-01	256,6	
	NE	PD-RH-07	234,1	
	NE	PD-RH-06	161,7	
	NE	PD-MN-01	204,2	
	NE	PD-GT-01	95,3	
	NE	RH-01	-	
	NE	PD-RH-10	198,6	
5	NE	PD-RI-06	1.701,9	2.573,2
	NE	PD-CA-03	36,8	
	NE	DF-08	-	
	NE	PD-GT-05	53,7	
	NE	PD-RH-09	530,8	
	NE	RI-06	250,0	

Fuente: Elaboración Propia

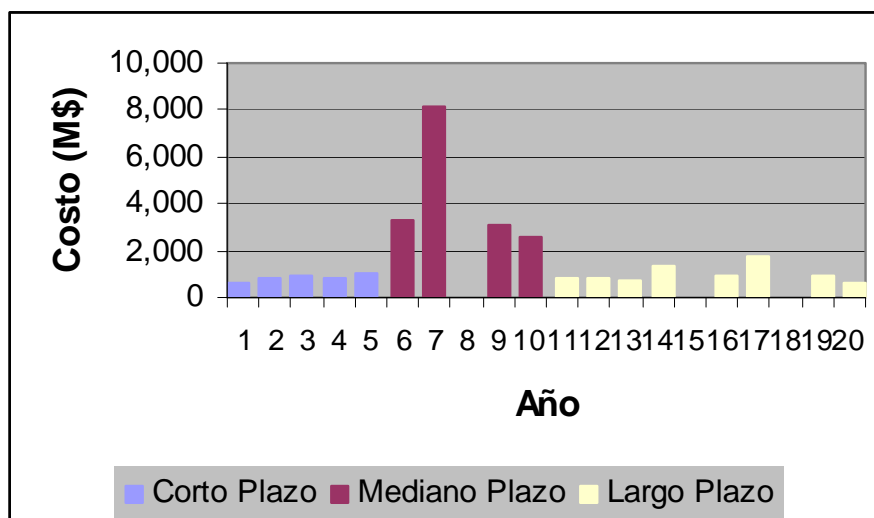
CUADRO 9.7-3
PLAN DIRECTOR DE LARGO PLAZO

Año	Tipo	Código Proyecto	Costo (millones \$)	
1	E	DF-33	220,0	832,0
	E	DF-27	225,0	
	E	DF-23	238,0	
	E	DF-31	149,0	
2	E	DF-26	220,0	866,0
	E	DF-19	76,0	
	E	DF-24	240,0	
	E	DF-22	160,0	
	E	DF-34	170,0	
3	E	DF-21	160,0	720,0
	E	DF-36	120,0	
	E	DF-29	220,0	
	E	DF-32	220,0	
4	E	DF-30	220,0	1.329,1
	E	DF-35	100,0	
	E	DF-25	220,0	
	NE	PD-RH-02	789,1	
6	NE	PD-LG-01	26,1	969,3
	NE	PD-RH-05	252,2	
	NE	BO-01	-	
	NE	DF-07	-	
	NE	DF-09	-	
	NE	RH-02	-	
	NE	PD-RH-04	206,2	
	NE	PD-GT-02	37,3	
	NE	TU-03	-	
7	NE	PD-GT-06	447,5	1.701,9
	E	PD-RI-06	1.701,9	
9	NE	TU-02	-	964,6
	E	AL-03	121,4	
	NE	PD-LG-03	57,3	
	E	EN-05	-	
	E	EN-04	-	
	E	EN-02	169,4	
	E	EN-01	600,0	
	E	TU-01	16,5	
10	NE	RI-04	252,9	652,4
	NE	PD-GT-07	67,6	
	NE	PD-CA-05	122,1	
	NE	PD-LG-02	113,2	
	NE	PD-RH-03	96,6	

Fuente: Elaboración Propia

Los costos del PD se presentan en forma resumida en la Figura 9.7-3, en la que se observan los costos anuales distribuidos para cada una de las componentes del PD. Es importante notar que en algunos casos hay saltos en la distribución de costos, los que fueron definidos para absorber el costo de proyectos que son muy altos, estos saltos denotan que el proyecto se debe desarrollar en 2 o 3 años.

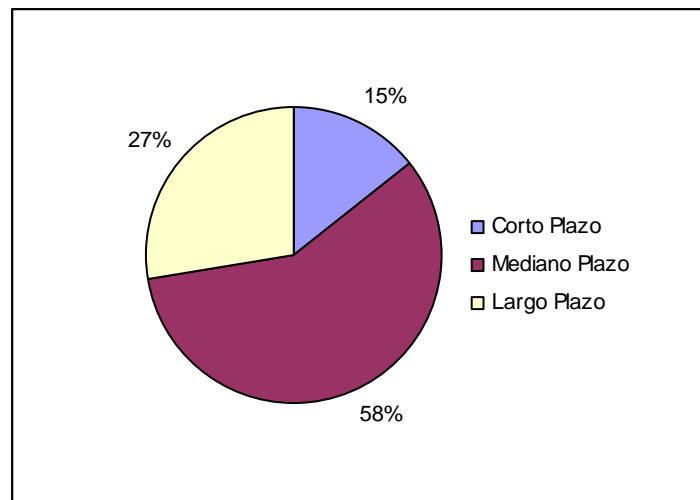
FIGURA 9.7-3
RESUMEN DE COSTOS PLAN DIRECTOR
(millones \$)



Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, la Figura 9.7-4 muestra la distribución de costos del PD en forma global. En esta figura se muestra que con respecto al costo total considerado, el 15% corresponde al Corto Plazo, 58% al Mediano Plazo, y el restante 27% al Largo Plazo. Es importante indicar que el desbalance de costos se relaciona con el hecho de que a consecuencia de lo que ocurre en el Corto Plazo se desarrollaran nuevos proyectos que se agregarán en el futuro, por lo que el costo de la componente de Largo Plazo se incrementará. También debe hacerse notar que en esta componente no se dispone de los costos de 2 proyectos hidroeléctricos, los que usualmente son altos.

FIGURA 9.7-4
RESUMEN DE COSTOS PLAN DIRECTOR



Fuente: Elaboración Propia

9.8 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 Maipo” (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 Metropolitana. En particular, se señalan explícitamente los mecanismos legales y administrativos que permitirían operar dicha comisión.

El Gobierno Regional es un servicio descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio. En él está radicada la administración superior de la región. Su misión es el desarrollo social, cultural y económico de la región. En el cumplimiento de esta misión debe observar como principios básicos, el desarrollo armónico y equitativo del territorio; la equidad, eficiencia y eficacia en la asignación y utilización de los recursos públicos; la preservación y mejoramiento del medio ambiente; y la efectiva participación de la comunidad regional.

Específicamente, dentro de las funciones generales del Gobierno Regional cabe destacar:

- Elaborar y aprobar las políticas, planes y programas de desarrollo regional, así como su proyecto de presupuesto.
- Resolver la inversión de recursos que a la región correspondan a la distribución del Fondo Nacional de Desarrollo Regional (FNDR).
- Decidir la destinación a proyectos específicos de los recursos de los programas de inversión sectorial de la asignación regional.
- Dictar normas de carácter general para regular las materias de su competencia.

Dentro del tema del ordenamiento territorial, se destacan las siguientes funciones atingentes al PD:

- Establecer políticas y objetivos para el desarrollo integral y armónico del sistema de asentamientos humanos, con las desagregaciones territoriales correspondientes.
- Participar, en coordinación con las autoridades nacionales y comunales competentes en programas y proyectos de dotación y mantenimiento de obras de infraestructura y de equipamiento de la región.
- Fomentar y velar por la protección, conservación y mejoramiento del medio ambiente.
- Fomentar y propender al desarrollo de áreas rurales y localidades aisladas en la región.
- Contribuir a la formulación de las políticas nacionales de fomento productivo, de asistencia técnica y de capacitación.
- Establecer prioridades de fomento productivo en los diferentes sectores.
- Fomentar el turismo.

Para cumplir sus obligaciones, el Gobierno Regional tiene las siguientes atribuciones pertinentes al presente estudio:

- Convenir con los ministerios programas anuales o plurianuales de inversiones con impacto regional.
- Aplicar políticas definidas en el marco de la estrategia regional de desarrollo.

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.

Las principales facultades del CORE, en lo pertinente al presente estudio son:

Facultades Generales:

- Acciones de Planificación
- Acciones de tipo Resolutivo
- Acciones de tipo Normativo
- Acciones de Coordinación con otros entes públicos
- Atribuciones para el cumplimiento de las funciones generales

Facultades Específicas:

- Funciones de Fomento Productivo
- Funciones de Desarrollo Social y Cultural
- Funciones de Ordenamiento Territorial
- Funcionamiento y Presupuesto Interno.

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.

Se entiende por inversión sectorial de asignación regional toda aquella que corresponda a estudios de preinversión, programas y proyectos de inversión que, siendo de responsabilidad de un ministerio o de sus servicios, se deban materializar en 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 9.8-1 se entrega un diagrama con las acciones secuenciales y paralelas necesarias para la implementación general del Plan.

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.

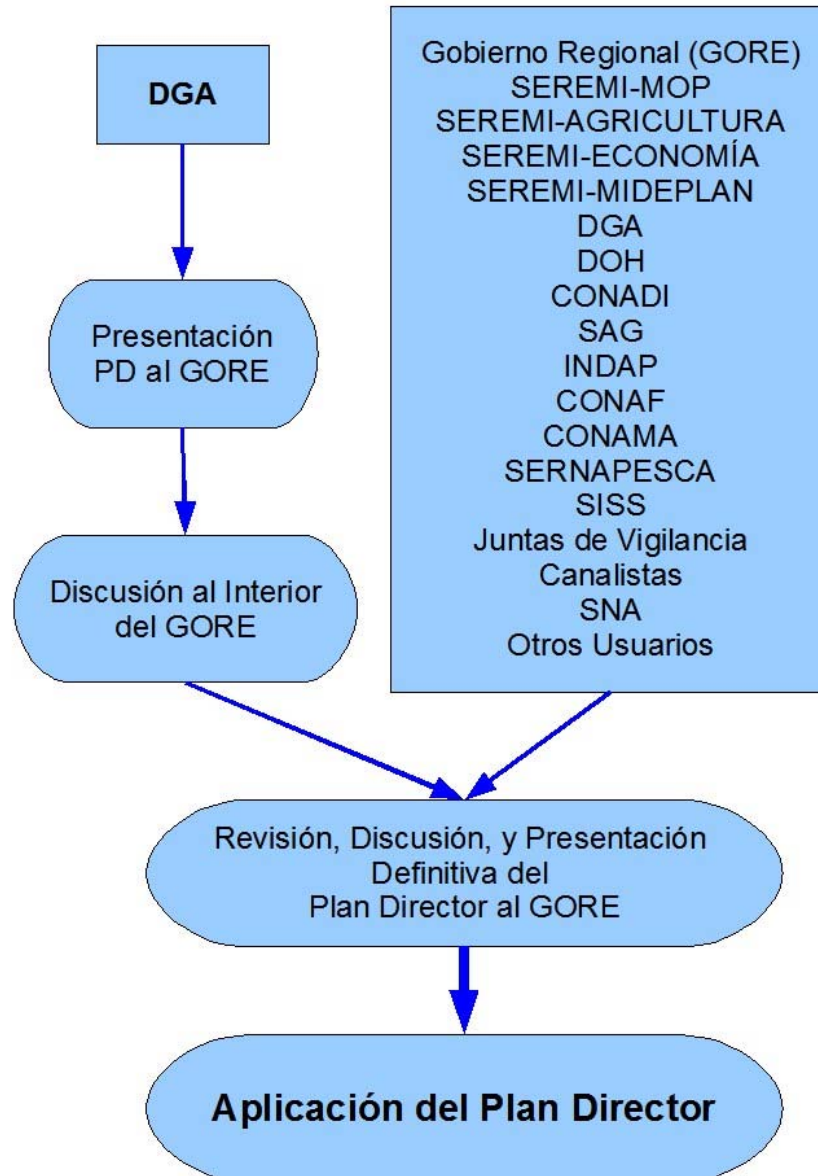
Identificación de las Unidades Ejecutoras: La identificación de las unidades ejecutoras de los proyectos se realiza considerando tanto las características de cada proyecto como las funciones y atribuciones de cada institución participante. Entre las unidades ejecutoras se han incluido a las instituciones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

FIGURA 9.8-1
DIAGRAMA DE FLUJO ADOPCIÓN PLAN DIRECTOR



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 2 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 2 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 Maipo.

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 presenta en el Cuadro 9.8-1.

CUADRO 9.8-1
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
Plantas de Tratamiento	Caudal	L/s	Caudal tratado por la planta de tratamiento
	Calidad	Cumple/No Cumple	Cumplimiento o no de los requisitos establecidos en la “Norma Para la Regulación de Contaminantes Asociados a las Descargas de Residuos Líquidos a Aguas Superficiales”
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

b) 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.

c) 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.

Se presenta en último lugar, en el Cuadro 9.8-2 para cada uno de los proyectos, las entidades ejecutoras, las medidas de verificación y otros elementos para caracterizar el Plan Director. 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 9.8-2
RESUMEN ACTIVIDADES, PLAZOS, RESPONSABILIDAD E INDICADORES

ACTIVIDADES		PLAZO DE EJECUCIÓN	UNIDAD EJECUTORA	TIPO DE PROYECTO	RESPONSABILIDAD					COSTO	DURACIÓN	MEDIO DE VERIFICACIÓN (INDICADORES)	FRECUENCIA DE MEDICIÓN
					F	E	C	O	T				
RI-03	Mejoramiento Sistema de Riego Localidades Chada – Culitrín	MEDIANO	DOH	E	X	X	X	-	X	252,9	-	Mano de obra - Construcción	6 meses
			CNR			X						Superficie	Una vez finalizado el proyecto cada 1 año (en temporada de riego)
			USUARIOS		X			X				Seguridad de riego	Una vez finalizado el proyecto cada 1 año (en temporada de riego)
RI-04	Diagnóstico e Identificación Proyectos de Riego en Prov. Chacabuco	MEDIANO	DOH METROPOLITANA	NE	X	X	X	-	-	252,9	-	Informes de etapa	Según términos de referencia
			CNR			X	X					Informe final	Una vez finalizado el estudio
												Superficie actualmente regada v/s Superficie estimada en estudio	Una vez finalizado el estudio
RI-06	Identificación de alternativas de riego y mejoramiento de los sistemas existentes	MEDIANO	DOH	NE	X	X	X	-	-	250,0	-	Informes de etapa	Según términos de referencia
			CNR		X	X	X		X			Informe final	Una vez finalizado el proyecto
												Superficie actualmente regada v/s Superficie estimada en estudio	Una vez finalizado el estudio
AP-01	Instalación Servicio de Agua Potable Rural de Quilapilún Alto y Bajo Comuna de Colina	CORTO	DOH	E	X	X	X		X	240,6	-	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
			USUARIOS		X			X					
AP-11	Mejoramiento Servicio de Agua Potable Rural Santa Marta Las Turbinas	CORTO	DOH	E	X	X	X		X	173,9	-	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
			USUARIOS		X			X					
AP-12	Instalación de un Sistema de Agua Potable Rural La Red Comuna de El Monte	CORTO	DOH	E	X	X	X		X	23,3	-	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
			USUARIOS		X			X					
AP-14	Mejoramiento de Servicio Agua Potable Rural Gacitúa Comuna de Isla de Maipo	CORTO	DOH	E	X	X	X		X	14,4	-	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
			USUARIOS		X			X					
AP-15	Mejoramiento de Servicio Agua Potable Rural Noviciado - Peralito	CORTO	DOH	E	X	X	X		X	209,4	-	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
			USUARIOS		X			X					
AP-16	Mejoramiento de Servicio Agua Potable Rural Santa Elena	CORTO	DOH	E	X	X	X		X	23,3	-	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
			USUARIOS		X			X					
AP-17	Instalación de Servicio Agua Potable Rural Chorrillos	CORTO	DOH	E	X	X	X		X	23,3	-	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
			USUARIOS		X			X					
AP-18	Instalación de Servicio Agua Potable Rural El Baden	CORTO	DOH	E	X	X	X		X	23,3	-	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
			USUARIOS		X			X					
AP-19	Instalación de Servicio Agua Potable Rural El Taco	CORTO	DOH	E	X	X	X		X	23,3	-	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
			USUARIOS		X	X	X		X				

CUADRO 9.8-2
RESUMEN ACTIVIDADES, PLAZOS, RESPONSABILIDAD E INDICADORES
(Continuación)

ACTIVIDADES		PLAZO DE EJECUCIÓN	UNIDAD EJECUTORA	TIPO DE PROYECTO	RESPONSABILIDAD					COSTO	DURACIÓN	MEDIO DE VERIFICACIÓN (INDICADORES)	FRECUENCIA DE MEDICIÓN
					F	E	C	O	T				
AP-20	Instalación de Servicio Agua Potable Rural Lipangue	CORTO	DOH	E	X	X	X		X	23,3	-	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
			USUARIOS		X			X					
AP-21	Instalación de sistema de agua potable rural el Volcán	CORTO	DOH	E	X	X	X		X	23,3	-	Beneficiarios	Una vez finalizado el proyecto
			USUARIOS		X			X					
EN-01	Sistema Maipo Alto, Central Hidroeléctrica Alfalfal II y Las Lajas	LARGO	AES GENER	E	X	X	X	X		600,0	-	Mano de obra - Construcción	6 meses
			CNE						X			Energía generada - Operación	Mensual
			DGA						X			Caudal generado - Operación	Mensual
			CONAMA						X				
EN-02	Central Hidroeléctrica Chacritas	LARGO	AES GENER	E	X	X	X	X		169,3	-	Mano de obra - Construcción	6 meses
			CNE						X			Energía generada - Operación	Mensual
			DGA						X			Caudal generado - Operación	Mensual
EN-03	Estimación del Potencial Hidroeléctrico Asociado a Obras de Riego Existentes o en Proyecto	CORTO	CNE	NE	X	X	X	-	X	40,0	8	Informes de etapa	Según términos de referencia
			CNR		X	X	X	-	X			Informe final	Una vez finalizado el estudio
EN-04	Central Melocotón	LARGO	ND	E	-	-	-	-	-	ND	-	Mano de obra - Construcción	6 meses
												Energía generada - Operación	Mensual
												Caudal generado - Operación	Mensual
EN-05	Central Cambimbao	LARGO	ND	E	-	-	-	-	-	ND	-	Mano de obra - Construcción	6 meses
												Energía generada - Operación	Mensual
												Caudal generado - Operación	Mensual
AS-02	Planta de Tratamiento de Aguas Servidas de Los Nogales	MEDIANO	GRUPO AGUAS	E	X	X	X	X		136,4	-	Caudal	Mensual
			SISS						X			Calidad	Mensual
AL-03	Mejoramiento Canal La Punta y Construcción Colector Nueva Infante	LARGO	DOH	E	X	X	X	X	X	121,4	-	Longitud mejorada	Una vez ejecutados trabajos
RH-01	Plan de Mejoramiento de la Coordinación entre Instituciones Públicas	CORTO	DOH	NE	X	X	X	-	X	ND	-	Nº de actividades coordinadas	Semestral
RH-02	Campaña de Difusión para el Uso Sustentable de los Cauces Estero Lampa	CORTO	DOH	NE	X	X	X	X		ND	-	Nº Personas Participantes	Una vez ejecutada la campaña
			UGAT						X				
			CONAMA		X	X	X						

CUADRO 9.8-2
RESUMEN ACTIVIDADES, PLAZOS, RESPONSABILIDAD E INDICADORES
(Continuación)

ACTIVIDADES		PLAZO DE EJECUCIÓN	UNIDAD EJECUTORA	TIPO DE PROYECTO	RESPONSABILIDAD					COSTO	DURACIÓN	MEDIO DE VERIFICACIÓN (INDICADORES)	FRECUENCIA DE MEDICIÓN
					F	E	C	O	T				
DF-03	Construcción Obras Manejo Cauces Cuenca Río Mapocho Sector Oriente	MEDIANO	DOH	E	X	X	X	X	X	83,9	-	Informes de etapa	Según términos de referencia
												Informe final	Una vez finalizado el estudio
DF-07	Plan de Regulación del Uso del Cauce y del Suelo Adyacente	MEDIANO	DOH	NE	X	X	X	X	X	ND	-	Informe final	Una vez finalizado el estudio
			MUNICIPIOS						X			% Cumplimiento Plan - Operación	Cada 6 meses
DF-08	Plan de Ordenamiento de Extracción de Áridos	MEDIANO	DOH	NE	X	X	X	X	X	ND	-	Informes de etapa	Según términos de referencia
												Informe final	Una vez finalizado el estudio
DF-09	Proyecto de Inspección Rutinaria del Cauce y sus Obras	MEDIANO	DOH	NE	X	X	X	X	X	ND	-	Informe Plan de Inspección	Una vez finalizado
												Hallazgos	Según frecuencia inspecciones
DF-10	Defensas Fluviales en el Estero Til Til - Km 25	MEDIANO	DOH	E	X	X	X	-	X	200,3	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
DF-11	Defensas Fluviales en el Estero Til Til - Km 23	CORTO	DOH	E	X	X	X	-	X	138,5	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
DF-12	Perfilamiento del Cauce en el Estero Polpaico - Km 5	MEDIANO	DOH	E	X	X	X	-	X	134,8	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
DF-13	Perfilamiento del Cauce en el Estero Polpaico - Km 3	CORTO	DOH	E	X	X	X	-	X	58,9	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
DF-14	Perfilamiento del Cauce en el estero Lampa - Km 30	MEDIANO	DOH	E	X	X	X	-	X	27,6	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
DF-15	Perfilamiento del Cauce en el estero Lampa - Km 28	MEDIANO	DOH	E	X	X	X	-	X	3.116,2	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
DF-16	Perfilamiento del Cauce en el estero Colina - Km 23,9	MEDIANO	DOH	E	X	X	X	-	X	107,3	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
DF-17	Defensas Fluviales en el estero Colina - Km 16,2 a 16,5	MEDIANO	DOH	E	X	X	X	-	X	200,3	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
DF-18	Canalización del estero Colina Km 6,0 a 9,6	MEDIANO	DOH	E	X	X	X	-	X	8.146,5	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
DF-19	Conservación defensas fluviales río Maipo, sector monte las mercedes, comuna Isla de Maipo	LARGO	DOH	E	X	X	X	-	X	76,0	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
DF-20	Conservación defensas fluviales río Maipo, sector puntilla de Lonquén , comuna Isla de Maipo	MEDIANO	DOH	E	X	X	X	-	X	149,0	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
DF-21	Conservación defensas fluviales río Maipo, sector aguas abajo la foresta, comuna Melipilla	LARGO	DOH	E	X	X	X	-	X	160,0	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
DF-22	Conservación defensas fluviales río Colina, Sector Esmeralda - pte. San Luis, Comuna Colina	LARGO	DOH	E	X	X	X	-	X	160,0	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos

CUADRO 9.8-2
RESUMEN ACTIVIDADES, PLAZOS, RESPONSABILIDAD E INDICADORES
(Continuación)

ACTIVIDADES		PLAZO DE EJECUCIÓN	UNIDAD EJECUTORA	TIPO DE PROYECTO	RESPONSABILIDAD					COSTO	DURACIÓN	MEDIO DE VERIFICACIÓN (INDICADORES)	FRECUENCIA DE MEDICIÓN
					F	E	C	O	T				
DF-23	Conservación defensas fluviales Estero Lampa, aguas arriba badén el Lucero, Comuna de Lampa	LARGO	DOH	E	X	X	X	-	X	238,0	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
DF-24	Conservación defensas fluviales río Colina, sector aguas abajo pte. San Luis , Comuna Colina	LARGO	DOH	E	X	X	X	-	X	240,0	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
DF-25	Conservación de Defensas Fluviales, en Río Clarillo, Sector El Principal, Comuna de Pirque	LARGO	DOH	E	X	X	X	-	X	220,0	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
DF-26	Conservación defensas fluviales río Angostura, Sector Las Mulas, Comuna de Paine	LARGO	DOH	E	X	X	X	-	X	220,0	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
DF-27	Conservación Defensas Fluviales Río Angostura, Sector Localidad de Champa, Comuna de Paine	LARGO	DOH	E	X	X	X	-	X	225,0	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
DF-28	Conservación Defensas Fluviales Estero Til Til y Otros Cauces, Sector El Ventarrón, El Atajo , El Asiento , Comuna de Til Til	MEDIANO	DOH	E	X	X	X	-	X	100,0	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
DF-29	Conservación Defensas Fluviales Río Mapocho, Sector Cerro La Virgen - Pte. Pelvín, Comuna de Peñaflor	LARGO	DOH	E	X	X	X	-	X	220,0	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
DF-30	Conservación defensas fluviales río Mapocho, sector Aguas Abajo Pte. Rinconada de Maipú, Comuna de Maipú	LARGO	DOH	E	X	X	X	-	X	220,0	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
DF-31	Conservación defensas fluviales Estero Lampa, Aguas Abajo Badén El Lucero, Comuna De Lampa	LARGO	DOH	E	X	X	X	-	X	149,0	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
DF-32	Conservación defensas fluviales río Mapocho, sector el Trapiche, comuna de Peñaflor	LARGO	DOH	E	X	X	X	-	X	220,0	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
DF-33	Conservación defensas fluviales estero Lampa, sector lo Vargas , comuna de Lampa	LARGO	DOH	E	X	X	X	-	X	220,0	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
DF-34	Conservación defensas fluviales río Angostura, sector Hospital, comuna de Paine	LARGO	DOH	E	X	X	X	-	X	170,0	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
DF-35	Conservación defensas fluviales río Mapocho, sector Pte. Rinconada de Maipú, comuna de Maipú	LARGO	DOH	E	X	X	X	-	X	100,0	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
DF-36	Conservación defensas fluviales río Mapocho, sector el Guanaco, comuna de Peñaflor	LARGO	DOH	NE	X	X	X	-	X	120,0	-	Longitud	Una vez ejecutados trabajos
TU-01	Mapocho Navegable	LARGO	FUNDACIÓN FUTURO	E	X	X	X	X		16,5	-	Informe Diseño proyecto	Una vez finalizado el estudio
			DOH						X				
			DGA						X				
			CONAMA						X				

CUADRO 9.8-2
RESUMEN ACTIVIDADES, PLAZOS, RESPONSABILIDAD E INDICADORES
(Continuación)

ACTIVIDADES		PLAZO DE EJECUCIÓN	UNIDAD EJECUTORA	TIPO DE PROYECTO	RESPONSABILIDAD					COSTO	DURACIÓN	MEDIO DE VERIFICACIÓN (INDICADORES)	FRECUENCIA DE MEDICIÓN
					F	E	C	O	T				
TU-02	Plan de Desarrollo Turístico y Recreacional entorno a los Cauces	MEDIANO	DOH	NE	X	X	X	-		ND	-	Informe Diseño Plan	Una vez finalizado el estudio
			SERNATUR						X			% Cumplimiento Plan - Operación	Semestral
TU-03	Plan de Aprovechamiento Turístico y Desarrollo Ecológico de Zonas Frecuentemente Inundables	MEDIANO	DOH	NE	X	X	X	-	X	ND	-	Informe Diseño Plan	Una vez finalizado el estudio
			SERNATUR						X			% Cumplimiento Plan - Operación	Semestral
			MUNICIPIOS						X				
BO-01	Plan de Desarrollo Forestal en Zonas Ribereñas	MEDIANO	DOH	NE	X	X	X	-	X	ND	-	Informe Diseño Plan	Una vez finalizado el estudio
			CONAF						X			% Cumplimiento Plan - Operación	Semestral
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								
			DGA										
PD-RI-02	Pronóstico de Disponibilidad de Agua por Temporada de Riego	CORTO	DGA	NE	X	X	X	-	X	61,8	6	Informes de etapa	Según términos de referencia
												Informe final	Una vez finalizado el estudio
PD-RI-03	Evaluación del Mejoramiento y/o Emplazamiento de Tranques de Regulación Nocturna	CORTO	CNR	NE						215,3	12	Informes de etapa	Según términos de referencia
			DOH									Informe final	Una vez finalizado el estudio
PD-RI-04	Análisis del Efecto de Tecnificación del Riego para la Situación Actual de la Cuenca	CORTO	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 Maipo	CORTO	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

CUADRO 9.8-2
RESUMEN ACTIVIDADES, PLAZOS, RESPONSABILIDAD E INDICADORES
(Continuación)

ACTIVIDADES		PLAZO DE EJECUCIÓN	UNIDAD EJECUTORA	TIPO DE PROYECTO	RESPONSABILIDAD					COSTO	DURACIÓN	MEDIO DE VERIFICACIÓN (INDICADORES)	FRECUENCIA DE MEDICIÓN
					F	E	C	O	T				
PD-RI-06	Programa de Construcción de Embalses Medianos y Mayores	CORTO (NO ESTRUCTURAL)	DOH	NE y E	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
		LARGO (ESTRUCTURAL)	CNR			X	X	-	X			Programa de construcción	Una vez finalizado el estudio
												% Cumplimiento Programa - Construcción	Semestral
PD-RI-07	Tecnificación Extrapredial en el Riego	CORTO	DOH	NE y E	X	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-03 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				
									X				
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 Maipo	MEDIANO	DGA	NE	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	Estudio Integral del Potencial de Trasvase de aguas entre Cuencas Hidrográficas	MEDIANO	CNR	NE	X	X	X	X	X	96,6	9	Informes de etapa	Según términos de referencia
			DGA						X			Informe final	Una vez finalizado el estudio
			DOH				X	X	X				
PD-RH-04	Estudio sobre los Efectos de los Embalses de Relave Abandonados, en Operación y Proyectados, en la Cuenca del Río Maipo	MEDIANO	DGA	NE	X	X	X	-	X	206,2	12	Informes de etapa	Según términos de referencia
			UGAT						X			Informe final	Una vez finalizado el estudio
			CONAMA		X				X				
PD-RH-05	Estudio de Viabilidad de Infiltración Artificial y Acumulación en Embalses Subterráneos	MEDIANO	DGA	NE	X	X	X	-	X	252,2	15	Informes de etapa	Según términos de referencia
			UGAT						X			Informe final	Una vez finalizado el estudio
			CONAMA						X				

CUADRO 9.8-2
RESUMEN ACTIVIDADES, PLAZOS, RESPONSABILIDAD E INDICADORES
(Continuación)

ACTIVIDADES		PLAZO DE EJECUCIÓN	UNIDAD EJECUTORA	TIPO DE PROYECTO	RESPONSABILIDAD					COSTO	DURACIÓN	MEDIO DE VERIFICACIÓN (INDICADORES)	FRECUENCIA DE MEDICIÓN
					F	E	C	O	T				
PD-RH-06	Simulación de Distintos Escenarios de Cambio Climático en la Cuenca	CORTO	DGA	NE	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
			CNR						X				
			DOH						X				
PD-RH-07	Estudio para el Reuso de las Aguas en la Cuenca del Río Maipo	CORTO	DGA	NE						234,1	12	Informes de etapa	Según términos de referencia
			SISS		X								
			CORFO		X							Informe final	Una vez finalizado el estudio
			DOH										
			UGAT										
			CNR		X								
PD-RH-08	Acceso a los Diversos Estudios de Modelación a través del Sitio Web de la DGA	CORTO	DGA	NE	X	X	X	X	X	27,2	3	Nº visitas sitio web	Mensual
												Nº de estudios descargados	Mensual
PD-RH-09	Desarrollar un Modelo de Caracterización del Sistema Hídrico, Incluyendo Riego, Hidroelectricidad, Agua Potable, y Otros	MEDIANO	CNR	NE	X	X	X	X	X	530,8	24	Nº de informes emitidos a otras unidades	Semestral
			DGOP						X				
			DOH						X			Nº nuevas aplicaciones SIG	Semestral
			CNE						X				
			CDEC						X				
PD-RH-10	Establecer Metodología para el Pronóstico de Sequías, Asociada a Probabilidades, de Manera de Establecer Planes de Acción Anticipados a los Periodos Críticos	CORTO	DGA	NE						198,6	12	Aprobación Plan de Contingencia	Una vez finalizado el estudio
			DOH									Nº Sequías efectivas pronosticadas	Quinquenal
			CNR									Nº Sequías no pronosticadas	Quinquenal
PD-RH-11	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			Aprobación Sistema de Alerta	Una vez finalizado el estudio
			GOBIERNO REGIONAL		X								
			INTENDENTE									Aplicación simulacro exitosa	Bianual
			GOBERNACIÓN					X					
			MUNICIPIOS					X					
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 Maipo	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 Maipo	CORTO	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 9.8-2
RESUMEN ACTIVIDADES, PLAZOS, RESPONSABILIDAD E INDICADORES
(Continuación)

ACTIVIDADES		PLAZO DE EJECUCIÓN	UNIDAD EJECUTORA	TIPO DE PROYECTO	RESPONSABILIDAD					COSTO	DURACIÓN	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	CORTO	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	
			X						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					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				
PD-CA-04	Evaluación de la Necesidad de Diseñar un Mecanismo de Recolección y Disposición de Residuos Voluminosos	CORTO	SEREMI SALUD RM GORE RM MUNICIPIOS DGA CONAMA	NE	X				X	36,7	6	Informes de etapa	Según términos de referencia
					X	X	X						
					X			X					
									X			Informe final	Una vez finalizado el estudio
									X				
PD-CA-05	Análisis de las Fuentes de Contaminación de las Aguas Lluvias en su Interacción con el Medio Físico	MEDIANO	DGA	NE					X	122,1	9	Informes de etapa	Según términos de referencia
			CONAMA		X	X	X	-	X			Informe final	Una vez finalizado el estudio
			SAG		X	X	X	-	X				
PD-CA-06	Capacitación a Dirigentes de las Organizaciones de Usuarios de Aguas en Medición de Parámetros de Calidad	CORTO	DGA	NE	X	X	X	-		32,3	4	Nº Personas Capacitadas	Una vez ejecutados los talleres
			USUARIOS		X				X				
			SAG						X			% Cumplimiento Plan Monitoreo	Semestral
			CONAMA						X				
			CENMA						X				

CUADRO 9.8-2
RESUMEN ACTIVIDADES, PLAZOS, RESPONSABILIDAD E INDICADORES
(Continuación)

ACTIVIDADES		PLAZO DE EJECUCIÓN	UNIDAD EJECUTORA	TIPO DE PROYECTO	RESPONSABILIDAD					COSTO	DURACIÓN	MEDIO DE VERIFICACIÓN (INDICADORES)	FRECUENCIA DE MEDICIÓN
					F	E	C	O	T				
PD-CA-07	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 Maipo	CORTO	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
			DIRPLAN		X							Visitas colegios a terreno relacionadas al programa	Anual
			MINEDUC		X	X	X		X				
			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	CORTO	CONAMA	NE	X	X	X	-	X	204,2	12	Informes de etapa	Según términos de referencia
			DGA						X			Informe final	Una vez finalizado el estudio
			UGAT						X				
			SERNATUR						X				
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	CORTO	DGA	NE	X	X			X	80,0	6	Aprobación instrumento	Una vez finalizado el estudio
			CONAF						X			Nº aplicaciones instrumento	Anual
			MUNICIPIOS				X	X					
PD-TU-01	Plan de Desarrollo Turístico y Recreacional Entorno a los Cauces, para la Cuenca del Maipo	CORTO	DOH	NE	X	X	X	X	X	104,1	9	Informe Diseño Plan	Una vez finalizado el estudio
			SERNATUR		X			X	X			% Cumplimiento Plan - Operación	Semestral
			CONAMA					X	X				
			UGAT		X				X				
PD-TU-02	Plan de Aprovechamiento Turístico y Desarrollo Ecológico de Zonas Frecuentemente Inundables, para la Cuenca del Maipo	CORTO	DOH	NE	X	X	X	X	X	80,0	6	Informe Diseño Plan	Una vez finalizado el estudio
			SERNATUR						X			% Cumplimiento Plan - Operación	Semestral
			CONAMA		X				X				
			UGAT						X				
PD-LG-01	Nuevas Modificaciones al Código de Aguas	MEDIANO	DGA	NE	X	X	X	-	X	26,1	2	Cambios legislativos	Quinquenal
PD-LG-02	Elaboración de un Manual de Aplicación del Código de Aguas	MEDIANO	DGA	NE	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	MEDIANO	SISS	NE	X	X	X	X	X	57,3	6	Cambios legislativos	Quinquenal
			DGA					X	X				
			CONAMA					X	X				
			DIRECTEMAR					X	X				

CUADRO 9.8-2
RESUMEN ACTIVIDADES, PLAZOS, RESPONSABILIDAD E INDICADORES
(Continuación)

ACTIVIDADES		PLAZO DE EJECUCIÓN	UNIDAD EJECUTORA	TIPO DE PROYECTO	RESPONSABILIDAD					COSTO	DURACIÓN	MEDIO DE VERIFICACIÓN (INDICADORES)	FRECUENCIA DE MEDICIÓN
					F	E	C	O	T				
PD-GT-01	Jornadas de difusión sobre las Modificaciones al Código de Aguas realizadas en el año 2005	CORTO	DGA	NE	X	X	X	-	X	95,3	6	Nº Receptores talleres analizados por género	Mensual
			CNR		X	X	X	-	X				
PD-GT-02	Estudio Sobre el Impacto del Cobro de Patentes por No Uso de Derechos de Aguas en la Cuenca	MEDIANO	DGA	NE	X	X	X	-	X	37,3	4	Informes de etapa	Según términos de referencia
												Informe final	Una vez finalizado el estudio
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					
			DGOP				X	X					
			DIRPLAN				X	X					
			OP				X	X					
			CNR				X	X					
			SINIA				X	X	X				
			SNIT				X	X	X				
PD-GT-04	Integración de la Información Geográfica a Través de un Sistema Integrado de Información	CORTO	DGA	NE	X	X	X	X	X	206,1	15	Nº investigadores que acceden a la información	Mensual
			MINISTERIO BIENES NACIONALES						X				
			DOH						X				
			UGAT		X								
			DGOP						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
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				

Fuente: Elaboración Propia