GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS

DIRECCIÓN REGIONAL DE AGUAS – REGIÓN DEL MAULE

# PLAN MAESTRO DE LOS RECURSOS HÍDRICOS REGIÓN DEL MAULE

## INFORME FINAL

## VOLUMEN Nº I

**REALIZADO POR**

**EVERIS CHILE S.A.**

**S.I.T. N°440**

**TALCA, DICIEMBRE 2017**

**MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS**

**Ministro de Obras Públicas**
**Sr. Alberto Undurraga Vicuña**

**Director General de Aguas**
**Sr. Carlos Estévez Valencia**

**Director General de Aguas Región del Maule**
**Sr. Enrique Rodrigo Ugarte Sanhueza**

**Inspector Fiscal**
**Sr. Enrique Rodrigo Ugarte Sanhueza**
**Sra. Marcela Herrera Olivares**

**Profesionales División de Estudios y Planificación**
**Sra. Andrea Osses Vargas**

**Asesoría a Inspección Fiscal**
**AMPHOS 21**
**Maria del Pilar Enguita Tobajas**

**Everis Chile**
**Jefe de Proyecto**
**Sr. Maritza Campos Ramirez**
**Especialistas Senior**
**Sr. Gabriel Martín Zúñiga**
**Sr. Rogelio Rollán Oro**
**Sr. Matías Peredo Parada**
**Sr. Mauricio Lillo Barrios**
**Sr. Claudio Reyes Hurtado**
**Profesionales**
**Sra. Maria Elena Avila**
**Sr. Jesús Meilán Paz**

# ÍNDICE INFORME FINAL

Página

## TOMO I

**1. INTRODUCCIÓN ..... 1-1**
**1.1. Generalidades ..... 1-1**
**1.2. Objetivos y Alcances ..... 1-2**
**1.3. Dimensión territorial ..... 1-3**
**1.4. Estructura del Informe ..... 1-8**

**2. LEVANTAMIENTO, RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN ..... 2-1**
**2.1. ÁREA DE ESTUDIO ..... 2-1**
**2.2. RECOPILACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE ANTECEDENTES 2-13**
2.2.1. Introducción. Recopilación y Sistematización de Antecedentes ... 2-13
2.2.2. Recopilación de planes, políticas y programas ..... 2-18
2.2.3. Recopilación de iniciativas, estudios y proyectos ..... 2-20
**2.3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN ..... 2-26**
2.3.1. Análisis de Red Hidrometeorológica y Niveles ..... 2-26
2.3.2. Análisis de Oferta Hídrica ..... 2-51
2.3.3. Análisis de la Situación de la Demanda, Derechos de Aprovechamiento ..... 2-69
2.3.4. Análisis de Infraestructura Hidráulica. ..... 2-96
2.3.5. Análisis de Insumos para la Gestión Hídrica y Herramientas de Análisis 2-107
2.3.6. Análisis de Calidad de Agua ..... 2-117
2.3.7. Análisis Situación Ambiental ..... 2-141
2.3.8. Análisis de Eventos Extremos ..... 2-180
2.3.9. Análisis de Gestión y Normativa Legal ..... 2-207
2.3.10. Análisis Sistema Integrado de Planificación Territorial ..... 2-223

2.3.11. Análisis de la Situación Funcional e Institucional 2-239

**2.4. PARTICIPACIÓN CIUDADANA ..... 2-271**
2.4.1. Introducción ..... 2-271
2.4.2. Área de Estudio..... 2-272
2.4.3. Objetivos del programa de participación ciudadana..... 2-277
2.4.4. Metodología..... 2-278
**2.5. CONCLUSIONES ..... 2-352**

**3. DIAGNÓSTICO DE OFERTA-DEMANDA HÍDRICA..... 3-1**
**3.1. ALCANCES ..... 3-1**
3.1.1. Especificaciones técnicas ..... 3-1
3.1.2. Ámbito territorial..... 3-1
3.1.3. Estructura del Capítulo..... 3-2
**3.2. OFERTA HÍDRICA ..... 3-8**
3.2.1. Aportaciones en régimen natural del año medio en las UPH ..... 3-8
3.2.2. Aguas Subterráneas ..... 3-18
3.2.3. Hipótesis de los recursos hídricos naturales en la VII Región..... 3-57
3.2.4. Resumen y conclusiones de los RHN ..... 3-69
**3.3. DEMANDAS DE AGUA..... 3-69**
3.3.1. Demanda agrícola ..... 3-70
3.3.2. Demanda pecuaria ..... 3-80
3.3.3. Demanda de agua potable..... 3-82
3.3.4. Demanda industrial ..... 3-89
3.3.5. Demanda forestal..... 3-91
3.3.6. Demanda minera ..... 3-95
3.3.7. Demandas consuntivas totales de agua..... 3-95
**3.4. Revisión de Balance de Oferta y Demanda de Agua ..... 3-104**
3.4.1. Oferta de agua..... 3-104
3.4.2. Análisis de la recarga de acuíferos..... 3-107
3.4.3. Derechos de agua no consuntivos ..... 3-115
**3.5. INFRAESTRUCTURAS DE REGULACIÓN Y TRASVASES .... 3-118**
3.5.1. Presas de embalse ..... 3-118

3.5.2. Trasvases entre cuencas ..... 3-119
**3.6. ESCENARIOS DE OFERTA Y DEMANDA ..... 3-126**
3.6.1. Introducción ..... 3-126
3.6.2. Metodología ..... 3-126
3.6.3. Variables internas que definen la satisfacción de las demandas 3-128
3.6.4. Relación entre las variables internas y las variables externas .. 3-129
3.6.5. Formulación de escenarios ..... 3-132
**3.7. BALANCES HÍDRICOS DE LOS ESCENARIOS ..... 3-133**
3.7.1. Naturaleza del balance hídrico ..... 3-133
3.7.2. Interpretación de los balances ..... 3-135
3.7.3. Balances hídricos de los escenarios considerados ..... 3-137
3.7.4. Escenario 1.1. RHN año medio y demanda maximalista ..... 3-138
3.7.5. Escenario 2.1. RHN 85% y demanda maximalista ..... 3-170
3.7.6. Escenario 2.2. RHN 85% y demanda actual a 2015 ..... 3-187
3.7.7. Escenario 3.1. RHN periodo 2010-15 y demanda maximalista . 3-202
3.7.8. Escenario 3.2. RHN periodo 2010-15 y demanda actual ..... 3-218
3.7.9. Conclusión de los escenarios ..... 3-233
**3.8. DISPONIBILIDAD HÍDRICA ..... 3-234**

# TOMO II

**4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE LOS DERECHOS DE ARPOVECHAMIENTO DE AGUAS ..... 4-1**
**4.1. MARCO LEGAL ..... 4-1**
4.1.1. El Código de Aguas ..... 4-1
4.1.2. Derechos de aprovechamiento de aguas ..... 4-1
4.1.3. Derechos pendientes ..... 4-3
4.1.4. Derechos provisionales ..... 4-6
4.1.5. Derechos denegados ..... 4-7
4.1.6. Áreas de Restricción y Protección de Uso ..... 4-9
**4.2. ORGANIZACIONES DE USUARIOS ..... 4-22**
4.2.1. Marco legal ..... 4-22
4.2.2. Juntas de Vigilancia en la VII Región ..... 4-23

**4.3. ANÁLISIS DE LOS DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS ..... 4-26**
4.3.1. Catastro de Derechos de Aprovechamiento de Aguas ..... 4-26
4.3.2. Distribución de DAA por UPH ..... 4-29
4.3.3. DAA consuntivos según naturaleza del agua ..... 4-35
4.3.4. Comparación entre los datos del CPA y el Atlas del Agua ..... 4-37
4.3.5. Evolución de los DAA consuntivos ..... 4-40
4.3.6. Distribución del volumen de usos consuntivos según uso del agua ..... 4-42
4.3.7. Distribución mensual del volumen otorgado. Usos consuntivos ..... 4-48
4.3.8. Volúmenes otorgados y demandas consuntivas ..... 4-54
**4.4. ANÁLISIS DE LA DISPONIBILIDAD HÍDRICA ..... 4-58**
4.4.1. Oferta hídrica ..... 4-59
4.4.2. Disponibilidad hídrica de aguas superficiales ..... 4-59
4.4.3. Disponibilidad hídrica de aguas subterráneas ..... 4-64
4.4.4. Incertidumbre de la disponibilidad estimada ..... 4-65
**4.5. RESUMEN Y CONCLUSIONES ..... 4-67**

**5. DIAGNÓSTICO DE INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA ..... 5-1**
**5.1. INTRODUCCIÓN ..... 5-1**
**5.2. OBRAS DE REGULACIÓN ..... 5-3**
5.2.1. Lagunas Naturales y Embalses ..... 5-3
5.2.2. Caracterización Hidroeléctrica en la Región ..... 5-7
**5.3. INFRAESTRUCTURA DE RIEGO ..... 5-11**
5.3.1. Sistema de riego en la cuenca Río Mataquito ..... 5-15
5.3.2. Sistemas de riego en la cuenca del Maule ..... 5-16
5.3.3. Conducciones Principales ..... 5-27
**5.4. TRATAMIENTO DE AGUAS. ..... 5-48**
5.4.1. Infraestructura de Agua Potable ..... 5-48
5.4.2. Aguas Servidas ..... 5-52
**5.5. RED HIDROMETEOROLÓGICA DE LA DGA ..... 5-56**
5.5.1. Red de Estaciones Meteorológicas ..... 5-57

5.5.2. Red de Estaciones Fluviométricas ..... 5-63
5.5.3. Niveles de Pozos ..... 5-72
5.5.4. Niveles de lagos y Embalses. ..... 5-73
5.5.5. Estaciones de Calidad de Aguas ..... 5-74
5.5.6. Idoneidad de la Red Hidrométrica existente DGA..... 5-80
5.5.7. Propuesta de nueva Red Hidrométrica DGA ..... 5-84
5.5.8. Resumen y conclusiones de la Red Hidrométrica existente DGA. 5-86
**5.6. REVISIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LAS REDES Y/O ESTACIONES HIDROMETEOROLÓGICAS PERTENECIENTES A OTRAS INSTITUCIONES..... 5-88**
5.6.1. Sistema de la Red Agroclima FDF-INIA Y DMC ..... 5-89
5.6.2. Dirección Meteorológica de Chile (DMC) ..... 5-91
5.6.3. Proyecto EVE (Entorno de Visualización Electrónico de Datos Agroclimatológicos) ..... 5-92
5.6.4. Resumen y conclusiones ..... 5-95
**5.7. CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA Y DE PROTECCIÓN DE INUNDACIONES Y CRECIDAS ..... 5-96**
5.7.1. Defensas Fluviales..... 5-96
5.7.2. Resumen de obras fluviales ..... 5-102
**5.8. CONTROL DE AGUAS LLUVIA..... 5-103**
**5.9. SITUACIÓN DE ALERTA DE CRECIDAS..... 5-107**
**5.10. RESUMEN Y CONCLUSIONES ..... 5-109**

**6. DIAGNÓSTICO DE CALIDAD DE AGUAS..... 6-1**
**6.1. METODOLOGÍA..... 6-1**
**6.2. DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN SISTEMAS HÍDRICOS Y SU RELACIÓN CON NORMAS DE USO..... 6-3**
6.2.1. Calidad de las aguas superficiales..... 6-3
6.2.2. Aguas subterráneas..... 6-30
**6.3. UBICACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LAS FUENTES EMISORAS SOBRE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS ..... 6-47**
6.3.1. UPH1. Subcuenca Lago Vichuquén..... 6-48

6.3.2. UPH2. Subcuencas Río Teno y Río Lontué ..... 6-48
6.3.3. UPH3. Cuenca Baja del Mataquito ..... 6-50
6.3.4. UPH4. Cuencas costeras entre ríos Mataquito y Maule ..... 6-52
6.3.5. UPH5. Cuenca Alta del Río Maule ..... 6-52
6.3.6. UPH6. Cuenca Media y Baja del Río Maule ..... 6-53
6.3.7. Población y saneamiento ..... 6-53
6.3.8. UPH7. Cuenca del Río Perquilauquén ..... 6-56
6.3.9. UPH8. Cuenca del Río Loncomilla ..... 6-58
6.3.10. UPH9. Cuencas costeras entre río Maule y límite de la Región . 6-59
6.3.11. Efectos principales de la contaminación en la calidad de las aguas por fuente emisora ..... 6-60
**6.4. USOS ESPECÍFICOS QUE REQUIEREN CALIDAD DE LAS AGUAS ..... 6-63**
6.4.1. UPH1. Subcuenca Lago Vichuquén ..... 6-63
6.4.2. UPH2. Subcuencas Río Teno y Río Lontué ..... 6-64
6.4.3. UPH3. Cuenca Baja del Mataquito ..... 6-66
6.4.4. UPH4. Cuencas costeras entre ríos Mataquito y Maule ..... 6-68
6.4.5. UPH5. Cuenca Alta del Río Maule ..... 6-69
6.4.6. UPH6. Cuenca Media y Baja del Río Maule ..... 6-70
6.4.7. UPH7. Cuenca del Río Perquilauquén ..... 6-71
6.4.8. UPH8. Cuenca del Río Loncomilla ..... 6-73
6.4.9. UPH9. Cuencas costeras entre río Maule y límite de la Región ... 6-74
**6.5. REVISIÓN DE LOS CAUDALES DE DILUCIÓN ESTABLECIDOS EN LOS CURSOS FLUVIALES ..... 6-75**
**6.6. ESTIMACIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LOS ACUÍFEROS ..... 6-78**
**6.7. SITUACIÓN FUTURA DE FUENTES Y USOS DEL AGUA ..... 6-85**
**6.8. RESUMEN Y CONCLUSIONES ..... 6-86**
6.8.1. Análisis de la información por UPH ..... 6-86
6.8.2. Conclusiones ..... 6-93

**7. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL ..... 7-1**
**7.1. INTRODUCCIÓN ..... 7-1**
7.1.1. Especificaciones de las bases técnicas ..... 7-1
7.1.2. Estructura del documento ..... 7-1
**7.2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL ..... 7-3**
**7.3. BIODIVERSIDAD EN LA REGIÓN ..... 7-6**
7.3.1. Biodiversidad ..... 7-6
7.3.2. Áreas de protección o conservación ..... 7-10
**7.4. IMPACTOS SOBRE EL MEDIOAMBIENTE ..... 7-17**
7.4.1. Presiones ..... 7-18
7.4.2. Pasivos medio ambientales ..... 7-32
**7.5. GESTIÓN AMBIENTAL ..... 7-34**
7.5.1. Sistema de Evaluación de impacto Ambiental ..... 7-35
7.5.2. Compromisos establecidos por los titulares de proyectos aprobados en el SEIA ..... 7-40
7.5.3. Superintendencia de Medioambiente ..... 7-40
**7.6. CAUDAL ECOLÓGICO Y AMBIENTAL ..... 7-47**
7.6.1. Caudal ecológico ..... 7-49
7.6.2. Caudal ambiental ..... 7-52
**7.7. CONCLUSIONES ..... 7-53**

**8.DIAGNÓSTICO DE DESEMPEÑO ANTE EVENTOS EXTREMOS ..... 8-1**
**8.1. EVENTOS EXTREMOS ..... 8-1**
8.1.1. Introducción ..... 8-1
8.1.2. Marco legal ..... 8-5
8.1.3. Tendencia climática de la Región del Maule ..... 8-6
8.1.4. Los eventos extremos a considerar ..... 8-7
**8.2. INUNDACIONES O CRECIDAS ..... 8-9**
8.2.1. Antecedentes Generales ..... 8-9
8.2.2. Red de Alerta de Crecidas ..... 8-11
8.2.3. Herramientas de Gestión de Crecidas ..... 8-14
8.2.4. Antecedentes en la Región del Maule ..... 8-18

8.2.5. Criterios para la gestión de inundaciones..... 8-29
**8.3. SEQUÍAS ..... 8-40**
8.3.1. Antecedentes Generales..... 8-40
8.3.2. Diagnóstico de Herramientas para la Gestión en caso de Sequías ..8-42
8.3.3. Antecedentes en la Región del Maule ..... 8-47
8.3.4. Criterios para la gestión de las sequías ..... 8-54
**8.4. DIAGNOSTICO de la INFRAESTRUCTURA PARA EVENTOS EXTREMOS ..... 8-59**
**8.5. CAMBIO CLIMÁTICO..... 8-63**
8.5.1. Introducción ..... 8-63
8.5.2. Evolución del clima en Chile y en la Zona Central ..... 8-66
8.5.3. Proyecciones de los modelos climáticos..... 8-71
8.5.4. Potenciales Escenarios ..... 8-79
**8.6. CONCLUSIONES. MEDIDAS A ADOPTAR FRENTE A EVENTOS EXTREMOS ..... 8-81**

**9. DIAGNÓSTICO DE EJES ESTRATÉGICOS Y LÍNEAS DE ACCIÓN 9-1**
**9.1. ANTECEDENTES..... 9-1**
**9.2. INSTRUMENTOS PARA LA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO ..... 9-2**
9.2.1. Política Nacional para los Recursos Hídricos, 2015 ..... 9-2
9.2.2. Estrategia Nacional de Recursos Hídricos 2012-2025 ..... 9-4
9.2.3. Atlas del Agua, Chile 2016..... 9-6
9.2.4. Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021, MOP 2012..... 9-7
9.2.5. Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos Cuenca del Río Maule, 2008..... 9-9
**9.3. INSTRUMENTOS DE DESARROLLO REGIONAL..... 9-13**
9.3.1. Estrategia Regional de Desarrollo ..... 9-13
9.3.2. Plan Regional de Ordenamiento Territorial, 2013 ..... 9-15
9.3.3. Plan de Desarrollo para Territorios Rezagados 2014..... 9-22

9.4. INSTRUMENTOS PARA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO ..... 9-24
9.4.1. Plan Nacional de Adaptación Cambio Climático, 2014 ..... 9-24
9.4.2. Plan de Adaptación al Cambio Climático del Sector Silvoagropecuario, 2013 ..... 9-26
9.4.3. Plan de Adaptación al Cambio Climático en Biodiversidad, 2014 9-28
9.4.4. Propuesta de Plan de Acción Nacional para el Cambio Climático 2017-2022 ..... 9-31
**9.5. EVALUACIÓN DE INSTRUMENTOS DE PLANIFICACIÓN POR ÁREAS TEMÁTICAS ..... 9-36**
9.5.1. Instrumentos para la gestión del recurso hídrico ..... 9-37
9.5.2. Instrumentos de Desarrollo Regional ..... 9-45
9.5.3. Instrumentos para adaptación al Cambio Climático ..... 9-50
**9.6. CONCLUSIONES ..... 9-59**

## TOMO III

**10. DIAGNOSTICO INSTITUCIONAL Y FUNCIONAL ..... 10-1**
**10.1. INTRODUCCIÓN ..... 10-1**
**10.2. MARCO NORMATIVO ..... 10-2**
10.2.1. Normativa general y específica sobre recursos hídricos ..... 10-2
10.2.2. Normativa sobre infraestructura hidráulica y de riego ..... 10-5
10.2.3. Normativa Ambiental ..... 10-6
10.2.4. Normativa sobre pueblos originarios ..... 10-8
10.2.5. Comentarios Generales ..... 10-11
**10.3. DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS ..... 10-12**
10.3.1. Estructura y funciones de la Dirección General de Aguas ..... 10-12
10.3.2. Gestión institucional ..... 10-23
**10.4. DIRECCIÓN REGIONAL DE AGUAS DE LA REGIÓN DEL MAULE ..... 10-26**
10.4.1. Estructura de la Dirección Regional de Aguas de la Región del Maule ..... 10-26

10.4.2. Dirección Regional ..... 10-27
10.4.3. Departamentos y Unidades ..... 10-28
10.4.4. Diagnóstico ..... 10-62
**10.5. COORDINACIÓN INTERINSTITUCIONAL ..... 10-65**
10.5.1. Análisis de servicios públicos relacionados con la gestión hídrica .... ..... 10-66
10.5.2. Diagnóstico interinstitucional por área temática ..... 10-86
10.5.3. Diagnóstico de Iniciativas, Proyectos y Estudios Relacionados con el Recursos hídrico .....10-122
10.5.4. Diagnóstico conjunto .....10-142
10.6. COORDINACIÓN CON ACTORES PRIVADOS .....10-146
10.6.1. Análisis de actores privados .....10-146
10.6.2. Diagnóstico de la coordinación de actores privados por área temática .....10-155
**10.7. MERCADO DEL AGUA ..... 10-175**
10.7.1. Introducción .....10-175
10.7.2. Recopilación de antecedentes secundarios .....10-177
10.7.3. Levantamiento de la Información en CBR .....10-186
10.7.4. Conclusiones.....10-187
**10.8. CONCLUSIONES ..... 10-188**

**11. DIAGNÓSTICO DE MODELOS, INSUMOS Y HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN HÍDRICA..... 11-1**
**11.1. INTRODUCCIÓN ..... 11-1**
**11.2. MODELOS DE GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS.... 11-2**
11.2.1. Gestión Integrada de Recursos Hídricos..... 11-2
11.2.2. Revisión Experiencia Internacional..... 11-11
11.2.3. Conclusiones..... 11-17
**11.3. HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS..... 11-20**
11.3.1. Modelos de Gestión Hídrica ..... 11-21
11.3.2. Herramientas SIG para la Gestión de los Recursos Hídricos... 11-36
**11.4. INSUMOS ..... 11-39**

11.4.1. Red Hidrometeorológica Nacional ..... 11-40
11.4.2. Información Básica ..... 11-65
11.4.3. Estudios ..... 11-72
11.4.4. Conclusiones..... 11-75

**12. DIAGNOSTICO DE ACTIVIDADES VALORADAS POR FACTORES NO ECONÓMICOS..... 12-1**
**12.1. INTRODUCCIÓN ..... 12-1**
**12.2. ACTIVIDADES VALORADAS POR FACTORES NO ECONÓMICOS ..... 12-2**
12.2.1. El concepto de valor en la economía ambiental..... 12-2
12.2.2. Servicios ecosistémicos ..... 12-6
12.2.3. Identidad cultural ..... 12-13
12.2.4. Actividades económicas..... 12-18
**12.3. CONSERVACIÓN DE ACTIVIDADES VALORADAS POR FACTORES NO ECONÓMICOS.....38**
12.3.1. Instrumentos de gestión ambiental..... 38
12.3.2. Medidas de conservación ..... 42
**12.4. DIAGNÓSTICO Y CONCLUSIONES..... 12-50**

**13. FORMULACIÓN DEL PLAN REGIONAL..... 13-7**
**13.1. INTRODUCCIÓN ..... 13-7**
**13.2. DIMENSIONES DE PLANIFICACIÓN..... 13-8**
**13.3. OBJETIVOS DEL PLAN ..... 13-10**
13.3.1. Objetivo General ..... 13-10
13.3.2. Objetivos por Dimensión ..... 13-10
13.3.3. Relación de Objetivos con Ejes Estratégicos y Directrices Generales de Políticas, Planes y Programas..... 13-14
13.3.4. Análisis de compatibilidad entre objetivos del Plan Maestro de Recursos Hídricos ..... 13-16
**13.4. BRECHAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN..... 13-18**
13.4.1. Definición de Brechas..... 13-18

13.4.2. PROPUESTA DE LÍNEAS DE ACCIÓN ..... 13-87
**13.5. INICIATIVAS POR LÍNEA DE ACCIÓN ..... 13-105**
13.5.1. Catastro de iniciativas existentes ..... 13-106
13.5.2. Propuesta de Iniciativas del Plan Maestro ..... 13-118

**14. PRESENTACIÓN DEL PLAN ..... 14-1**
**14.1. INTRODUCCIÓN ..... 14-1**
**14.2. ESTRUCTURA DEL PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS ..... 14-1**
14.2.1. Políticas ..... 14-2
14.2.2. Planes ..... 14-3
14.2.3. Programas ..... 14-3
14.2.4. Proyectos ..... 14-10
**14.3. EVALUACIÓN DE INICIATIVAS CATASTRADAS Y PROPUESTAS ..... 14-12**
14.3.1. Evaluación Técnica ..... 14-12
14.3.2. Evaluación Económica ..... 14-16
14.3.3. Evaluación Ambiental ..... 14-21
14.3.4. Resultados y análisis de la evaluación ..... 14-25
**14.4. PRIORIZACIÓN DE INICIATIVAS POR LÍNEAS DE ACCIÓN ..... 14-28**
14.4.1. Criterios de priorización ..... 14-28
14.4.2. Resultado de la Priorización ..... 14-37
**14.5. PLAN DE ACCIÓN PARA EL PLAN MAESTRO ..... 14-48**
14.5.1. Planificación de las iniciativas en el tiempo ..... 14-48
14.5.2. Presupuesto total del Plan Maestro ..... 14-64
14.5.3. Evaluación del plan por tipología de inversión ..... 14-64
14.5.4. Evaluación del Plan por sector de inversión ..... 14-66
14.5.5. Evaluación del Plan por institución responsable de la ejecución de cada iniciativa ..... 14-68
**14.6. SEGUIMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN MAESTRO DE RECURSOS HÍDRICOS ..... 14-70**
14.6.1. Criterios e indicadores de seguimiento ..... 14-70

14.6.2. Financiamiento del Plan ..... 14-73
14.6.3. Mecanismos de evaluación, seguimiento y rediseño del Plan Maestro ..... 14-74

# ANEXOS

**1-1 PAC**

**2-1 Correspondencia**

**2-2 Recopilación de Información**

**2-3 Estaciones Hidrométricas DGA**

**2-4 Derechos de aprovechamiento de aguas**

**2-5 Banco Integrado de Proyectos**

**2-6 PAC Primer Ciclo**

**2-7 SIG**

**2-8 SEIA**

**3-1 Informe Aguas Subterráneas Región del Maule**

**3-2 Balance de escenario**

**4-1 Catastro DAA**

**5-1 Complemento Bibliográfico de Infraestructura Hidráulica**

**5-2 APR (fuente DOH 2016)**

**5-3 Plantas de tratamiento de aguas**

**5-4 Estaciones Hidrométricas**

**7-1 Bibliografía Capitulo 7**

**7-2 SEIA**

**8-1 Información Complementaria de Eventos Extremos**

**8-2 Problemas de Inundación R. Maule**

**8-3 Comunas en Estado de Alerta por sequias**

**10-1 Cuerpos Legales**

**11-1 Estudios RRHH**

**13-01. Relación de Objetivos con Políticas, Planes y Programas**

**14-01 Evaluación y priorización de iniciativas**

**14-02 Fichas económicas de iniciativas**

**14-03 Fichas de iniciativas**

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2 1 División administrativa de Provincias y Comunas. ..... 2-1
Tabla 2 2 Distribución demográfica ..... 2-3
Tabla 2 3 Cuencas Hidrográficas en el Maule ..... 2-10
Tabla 2 4 División en subcuencas ..... 2-12
Tabla 2 5 Codificación de documentos recopilados según temática ..... 2-14
Tabla 2 6 Clasificación de documentos recopilados según tipo de documento ..... 2-15
Tabla 2 7 Listado de Planes, Políticas y Programas recopilados ..... 2-18
Tabla 2 8 Análisis de las iniciativas según BIP. Estudios Básicos ..... 2-22
Tabla 2 9 Análisis de las iniciativas según BIP. Programas ..... 2-22
Tabla 2 10 Análisis de las iniciativas según BIP. Proyectos ..... 2-23
Tabla 2 11 Sector Cuenca por Comunas ..... 2-24
Tabla 2 12 Costo total de las Iniciativas por sector de Cuenca. Ley Fomento 18.450 de 1984-2014 ..... 2-25
Tabla 2 13 Iniciativas MINAGRI 2015 - 2016 ..... 2-26
Tabla 2 14 Densidad mínima recomendada por la OMM para las estaciones (área en km2/estación) ..... 2-30
Tabla 2 15 Densidad de estaciones meteorológicas por cuencas ..... 2-30
Tabla 2 16 Distribución Estaciones Fluviométricas. Distribución por Cuencas ..... 2-32
Tabla 2 17 Estaciones Fluviométricas en cauces. Distribución por Unidades de Planificación Hidráulica (UPH) ..... 2-33
Tabla 2 18 Estaciones de Aguas Subterráneas VII Región ..... 2-36
Tabla 2 19 Evolución Red Hidrométrica ..... 2-39
Tabla 2 20 Estaciones fluviométricas en la Región del Maule ..... 2-40
Tabla 2 21. Idoneidad de la red hidrométrica ..... 2-44
Tabla 2 22 Propuesta de nuevas estaciones de la red hidrométrica ..... 2-47
Tabla 2 23 Datos disponibles de Estaciones de Aguas subterráneas y Pozos de extracción ..... 2-49
Tabla 2 24 Datos Estaciones pluviométricas disponibles ..... 2-51
Tabla 2 25 Unidades de Planificación Hidráulica (UPH) ..... 2-57
Tabla 2 26 Acuíferos en la cuenca del río Maule ..... 2-58

Tabla 2 27 Aportaciones de la cuenca del Maule (m³/s) ..... 2-61
Tabla 2 28 Aportaciones de la cuenca del Mataquito (m³/s) ..... 2-63
Tabla 2 29 Demandas de riego en la Cuenca del Maule (m³/s). Promedio 1991/92-2005/06 ..... 2-76
Tabla 2 30 Comparación de superficies estimadas según distintas fuentes de información, en la cuenca del Mataquito (ha) ..... 2-77
Tabla 2 31 Superficies de riego en la cuenca del Mataquito (ha) ..... 2-78
Tabla 2 32 Estimaciones de Demanda de Agua Uso Agropecuario (m³/s) .2-80
Tabla 2 33 Superficie sembrada por cultivos. Años 2007 a 2015 (ha) .. 2-81
Tabla 2 34 Demanda de Agua Potable Rural ..... 2-83
Tabla 2 35 Estimaciones de Demanda de Agua Potable (m³/s) ..... 2-84
Tabla 2 36 Demanda de agua para hidroelectricidad ..... 2-85
Tabla 2 37 Demanda de agua uso industrial ..... 2-87
Tabla 2 38 Estimaciones de Demanda Sector Industrial (m³/s)..... 2-88
Tabla 2 39 DAA según Tipo de Derecho ..... 2-90
Tabla 2 40 DAA Consuntivos, según Naturaleza del Agua..... 2-92
Tabla 2 41 DAA Consuntivos Superficiales, según Uso del Agua..... 2-94
Tabla 2 42 Coberturas de Servicios en la región. ..... 2-96
Tabla 2 43 Longitud Redes de Distribución y Recolección ..... 2-97
Tabla 2 44 Clasificación de Sistemas de APR ..... 2-99
Tabla 2 45 Sistemas APR* de la Región ..... 2-100
Tabla 2 46 Objetos del modelo MAGIC ..... 2-111
Tabla 2 47 Estaciones en la Región del Maule ..... 2-117
Tabla 2 48 Estaciones propuestas en la Cuenca Lago Vichuquén ..... 2-120
Tabla 2 49 Presiones y Usos significativos en la cuenca Río Mataquito 2-121
Tabla 2 50 Presiones y Usos significativos en la cuencas Costeras..... 2-122
Tabla 2 51 Presiones y Usos significativos en la cuenca del Maule ..... 2-122
Tabla 2 52 Presiones y Usos significativos en las cuencas ..... 2-123
Tabla 2 53 Factores Calidad de las Aguas en la Cuenca del Mataquito 2-125
Tabla 2 54 Calidad de las Aguas en la Cuenca del Río Mataquito ..... 2-126
Tabla 2 55 Factores de Calidad de Aguas en la Cuenca del Maule..... 2-130
Tabla 2 56 Calidad del Agua en la Cuenca del Maule ..... 2-131

Tabla 2 57 Resumen de faenas mineras en la región del Maule..... 2-144
Tabla 2 58 Catastro de Depósitos de Relave en la Región del Maule .. 2-145
Tabla 2 59 Descargas de riles en la Región del Maule ..... 2-148
Tabla 2 60 N° de iniciativas sometidas al SEIA 1992-2016..... 2-164
Tabla 2 61 Resumen de procesos de fiscalización ambiental en la Región del Maule..... 2-166
Tabla 2 62 Cantidad de derechos de aprovechamiento de aguas concedidos en la región ..... 2-171
Tabla 2 63 Derechos de aprovechamiento de aguas Otorgados en la región ..... 2-171
Tabla 2 64 Listado de Decretos de escasez por la DGA en la Región de Maule ..... 2-190
Tabla 2 65 Antecedentes de Inundaciones ..... 2-198
Tabla 2 66 Fechas de crecidas para el Río Maule y alrededores..... 2-200
Tabla 2 67 Zonas de riesgo por inundación, cuenca Maule ..... 2-200
Tabla 2 68 Número de visitantes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas(SNAPES), 2009 ..... 2-237
Tabla 2 69 Antecedentes Estadísticos Regionales..... 2-273
Tabla 2 70 Antecedentes Estadísticos por Provincia..... 2-275
Tabla 2 71 Comunas por Cuencas Prioritarias..... 2-276
Tabla 2 72 Resumen del Programa de Participación Ciudadana desarrollado ..... 2-280
Tabla 2 73 Miembros del Comité Técnico Asesor ..... 2-281
Tabla 2 74 Resumen de asistencia al Comité Técnico ..... 2-284
Tabla 2 75 Entrevistados ..... 2-285
Tabla 2 76 Entrevistados ..... 2-308
Tabla 2 77 Calendario de los talleres por UDE ..... 2-324
Tabla 2 78 Emisoras contratadas por UDE ..... 2-325
Tabla 2 79 Resumen Asistencia a Talleres por UDE ..... 2-329
Tabla 2 80 Actores participantes por tipología UDE Linares ..... 2-330
Tabla 2 81 Aspectos o situaciones priorizados UDE Linares ..... 2-331
Tabla 2 82 Calificaciones por pregunta UDE Linares ..... 2-334
Tabla 2 83 Actores participantes por tipología UDE Curicó..... 2-336

Tabla 2 84 Aspectos o situaciones priorizados UDE Curicó..... 2-337
Tabla 2 85 Calificaciones por pregunta UDE Curicó ..... 2-339
Tabla 2 86 Actores participantes por tipología UDE Cauquenes ..... 2-340
Tabla 2 87 Aspectos o situaciones priorizados ..... 2-341
Tabla 2 88 Actores participantes por tipología UDE Talca ..... 2-343
Tabla 2 89 Aspectos o situaciones priorizados UDE Talca ..... 2-344
Tabla 2 90 Principales Aspectos o situaciones planteadas..... 2-347

Tabla 3- 1 Distribución de los recursos hídricos naturales por UPH (año medio) ..... 3-15
Tabla 3-2 Distribución mensual de las aportaciones naturales (hm3/año) (año medio)..... 3-16
Tabla 3-3 Formaciones hidrogeológicas que afloran en la VII Región Maule ..... 3-23
Tabla 3-4 Acuíferos identificados en la Región de Maule ..... 3-33
Tabla 3-5 Síntesis de los datos hidrogeológicos más relevantes de los acuíferos ..... 3-35
Tabla 3-6 Explotación de acuíferos y calidad de sus aguas ..... 3-40
Tabla 3-7 Situación aguas subterráneas en la Región VII Maule..... 3-43
Tabla 3-8 Comparación entre la recarga subterránea en UPH de las cuencas del Mataquito y Costeras ..... 3-54
Tabla 3-9 Comparación entre la recarga subterránea en UPH de la Cuenca del Maule..... 3-55
Tabla 3-10 Situación de los acuíferos de la VII Región del Maule ..... 3-56
Tabla 3-11 Resumen de los recursos hídricos en la VII Región del Maule (año medio) ..... 3-58
Tabla 3-12 Factor reductor medio de los Recursos Hídricos ..... 3-62
Tabla 3-13 Recursos hídricos naturales medios (hm3/año) para distintas probabilidades de excedencia (parcial) ..... 3-65
Tabla 3-14. Recursos hídricos naturales medios (hm3/año) para distintas probabilidades de excedencia (acumulado) ..... 3-65

Tabla 3-15 Recursos hídricos naturales medios subterráneos (hm3/año) para distintas probabilidades de excedencia (parcial) ..... 3-66
Tabla 3-16 Recursos hídricos naturales medios (hm3/año) subterráneos para distintas probabilidades de excedencia (acumulado) ..... 3-67
Tabla 3-17 Recursos Hídricos Naturales medios superficiales (hm3/año) para distintas probabilidades de excedencia (parcial) ..... 3-67
Tabla 3-18 Recursos Hídricos Naturales medios superficiales (hm3/año) para distintas probabilidades de excedencia (acumulado) ..... 3-68
Tabla 3-19 Superficie agraria regada en 20057 según distintas fuentes3-73
Tabla 3-20 Demanda agraria en 2005 según distintas fuentes..... 3-75
Tabla 3-21 Dotaciones resultantes en 2005 según distintas fuentes8 .. 3-75
Tabla 3-22 Superficie agraria estimada en 2015 ..... 3-79
Tabla 3-23 Demanda agraria resultante en 2015 ..... 3-79
Tabla 3-24 Hipótesis de demanda agraria a considerar en los balances hídricos ..... 3-80
Tabla 3-25 Demanda pecuaria..... 3-81
Tabla 3-26 Demanda poblacional 2005..... 3-83
Tabla 3-27. Demanda poblacional actual 2015 ..... 3-85
Tabla 3-28 Distribución mensual de la demanda poblacional. Situación actual 2015 ..... 3-88
Tabla 3-29 Demanda industrial de referencia 2005 ..... 3-89
Tabla 3-30 Ratios de la demanda industrial..... 3-90
Tabla 3-31 Demanda industrial en la situación actual 2015 ..... 3-91
Tabla 3-32. Demanda forestal de referencia 2005..... 3-93
Tabla 3-33 Demanda forestal actual 2015..... 3-94
Tabla 3-34 Demandas consuntivas totales (hm3/año). Situación actual 2015 ..... 3-97
Tabla 3-35 Distribución mensual de las demandas consuntivas totales. Situación actual 2015..... 3-99
Tabla 3-36 Demandas consuntivas totales (hm3/año). Demanda maximalista ..... 3-101
Tabla 3-37 Distribución mensual de las demandas consuntivas totales. Situación actual 2015..... 3-103

Tabla 3- 38 Distribución mensual de las demandas consuntivas totales. Situación actual 2015 ..... 3-105
Tabla 3-39 Resumen de los recursos hídricos en la VII Región del Maule (año medio) ..... 3-106
Tabla 3-40 Comparativo de recarga Subterránea en UPH de las cuencas del rio Mataquito y Costeras ..... 3-113
Tabla 3-41 Comparativo de Recarga Subterránea en UPH de la Cuenca del Maule ..... 3-114
Tabla 3 42 Longitud de Cauces Principales Aproximadas ..... 3-117
Tabla 3 43 Caudal No Consuntivo Equivalente de Cauces Principales Aproximadas. ..... 3-117
Tabla 3- 44 Comparación No Consuntivo Caudal Equivalente, Balance de Masas (ordenados por cuenca) ..... 3-118
Tabla 3-45 Relación de embalses en la VII Región distribuidos por UPH ..... 3-118
Tabla 3-46 Transporte y/o trasvases de agua por canales entre las UPH o Regiones ..... 3-120
Tabla 3-47 Volúmenes medios mensuales canales de riego y volumen anual ..... 125
Tabla 3-48 Escenarios hídricos considerados ..... 3-133
Tabla 3-49. Aportaciones a considerar en los balances (año medio, hm3/año) ..... 3-138
Tabla 3-50 Balances hídricos parciales RHN medio con trasvases y demanda maximalista (hm3/año) ..... 3-141
Tabla 3-51 Balances hídricos acumulados RHN medio con trasvases y demanda maximalista (hm3/año) ..... 3-143
Tabla 3-52 Balances hídricos parciales RHN medio y demanda maximalista (hm3/año) ..... 3-167
Tabla 3-53 Balances hídricos acumulados en régimen natural (año medio y demanda maximalista) (hm3/año) ..... 3-168
Tabla 3-54 Balances hídricos parciales RHN 85% con trasvases ..... 3-171
Tabla 3-55 Balances hídricos acumulados RHN 85% con trasvases y demanda maximalista (hm3/año) ..... 3-172

Tabla 3-56 Balances hídricos parciales RHN 85% y demanda maximalista (hm3/año) ..... 3-176
Tabla 3-57 Balances hídricos acumulados RHN 85% y demanda maximalista (hm3/año) ..... 3-177
Tabla 3-58 Balances hídricos parciales RHN 85% con trasvases y demanda actual ..... 3-187
Tabla 3-59 Balances hídricos acumulados RHN 85% con trasvases y demanda actual ..... 3-189
Tabla 3-60 Balances hídricos parciales RHN 85% y demanda actual .. 3-191
Tabla 3-61 Balances hídricos acumulados RHN 85% y demanda actual (hm3/año) ..... 3-192
Tabla 3-62. Balances hídricos parciales RHN 2010-15 y demanda maximalista ..... 3-202
Tabla 3-63 Balances hídricos acumulados RHN 2010-15 y demanda maximalista ..... 3-204
Tabla 3-64 Balances hídricos parciales RHN 2010-15 y demanda maximalista (hm3/año) ..... 3-207
Tabla 3-65 Balances hídricos acumulados RHN 2010-15 y demanda maximalista ..... 3-208
Tabla 3-66 Balances hídricos parciales RHN 2010-15 con trasvases y demanda actual ..... 3-218
Tabla 3-67 Balances hídricos acumulados RHN 2010-15 con trasvases y demanda actual ..... 3-220
Tabla 3-68 Balances hídricos parciales RHN periodo 2010-15 y demanda actual ..... 3-222
Tabla 3-69 Balances hídricos acumulados RHN periodo 2010-15 y demanda actual ..... 3-223
Tabla 3-70 Análisis de escenarios. Conclusiones ..... 3-233

Tabla 4-1 Número de DAA pendientes ..... 4-4
Tabla 4- 2 Número de solicitudes de DAA denegadas, según comuna .... 4-7

Tabla 4- 3 Número de solicitudes de DAA denegadas, según UPH ..... 4-9
Tabla 4-4 Áreas de Restricción subterráneas. Disponibilidad hídrica en el momento de su declaración, marzo 2015 (hm³/año) ..... 4-11
Tabla 4-5 Áreas de Restricción subterráneas. Disponibilidad para nuevos DAA Provisionales (hm³/año) ..... 4-14
Tabla 4-6 DAA Provisionales otorgados en el Área de Restricción Sector Acuífero Teno-Lontué ..... 4-15
Tabla 4-7 DAA Provisionales otorgados en el Área de Restricción Sector Acuífero Belco-El Arenal ..... 4-21
Tabla 4-8 Campos de contenido del Catastro Público de Aguas ..... 4-26
Tabla 4-9 Número de DAA según el criterio de asignación de UPH..... 4-31
Tabla 4-10 DAA según el criterio de asignación de UPH. Volumen (hm³/año) ..... 4-33
Tabla 4-11 DAA Consuntivos según naturaleza del agua ..... 4-35
Tabla 4-12 Comparación del número de DAA con el Atlas del Agua 2016 .... ..... 4-38
Tabla 4-13 Comparación de los volúmenes otorgados de DAA con el Atlas del Agua 2016..... 4-40
Tabla 4-14 Distribución del volumen otorgado (hm³/año) de DAA consuntivos, según naturaleza del agua (superficiales y subterráneos) 4-43
Tabla 4-15 Distribución del volumen otorgado (hm³/año) de DAA consuntivos, según UPH y naturaleza del agua (superficiales y subterráneos) ..... 4-46
Tabla 4-16 Redistribución del volumen otorgado (%) de DAA consuntivos, según UPH y naturaleza del agua ..... 4-47
Tabla 4-17 Redistribución del volumen otorgado (hm³/año) de DAA consuntivos, según UPH y naturaleza del agua ..... 4-49
Tabla 4-18 Distribución mensual del volumen otorgado (hm³) de DAA consuntivos, según UPH y naturaleza del agua (superficiales y subterráneos) ..... 4-52
Tabla 4-19 Distribución mensual del volumen otorgado (hm³) de DAA consuntivos, según UPH y naturaleza del agua (superficiales y subterráneos) ..... 4-55

Tabla 4-20 Demandas consuntivas actuales ..... 4-58
Tabla 4-21 Volumen otorgado de DAA consuntivos, sin y con factor de uso (hm³/año) ..... 4-60
Tabla 4-22 Relación entre volúmenes de DAA otorgados y demandas actuales ..... 4-61
Tabla 4-23 Recursos Hídricos Naturales (hm³/año) ..... 4-63
Tabla 4-24 Estimación de Caudal Ecológico por UPH (hm³/año) ..... 4-64
Tabla 4-25 Disponibilidad hídrica de aguas superficiales (hm³/año) .... 4-64
Tabla 4-26 Disponibilidad hídrica de aguas superficiales corregida por derechos no consuntivos (hm³/año) ..... 4-67
Tabla 4-27 Disponibilidad hídrica de aguas subterráneas (hm³/año) ... 4-68

Tabla 5-1 Relación de embalses en la Región del Maule distribuidos por UPH ..... 5-6
Tabla 5-2 Centrales Hidroeléctricas en La Región ..... 5-8
Tabla 5-3 Proyectos hidroeléctricos en construcción en la región del Maule ..... 5-11
Tabla 5-4 Principales Canales de la región del Maule ..... 5-13
Tabla 5-5 Transporte y/o trasvases de agua por canales entre las UPH o Regiones ..... 5-27
Tabla 5-6 Canales Principales del Río Teno ..... 5-31
Tabla 5-7 Canales principales distribuidos por el Río Lontué ..... 5-35
Tabla 5-8 Canales principales del Río Mataquito ..... 5-41
Tabla 5 9 Canales principales y derivaciones de los sistemas de riego de la cuenca del río Maule ..... 5-44
Tabla 5-10 Empresas De Desarrollo Sanitario En La Región Del Maule. Captación Y Saneamiento. ..... 5-53
Tabla 5-11 Densidad mínima recomendada por la OMM para las estaciones (área en km2/estación) ..... 5-58
Tabla 5-12 Densidad de estaciones meteorológicas por cuencas ..... 5-59
Tabla 5-13 Estaciones De Seguimiento Meteorológico ..... 5-60
Tabla 5-14 Distribución de estaciones meteorológicas por UPH ..... 5-62
Tabla 5-15 Densidad de estaciones Fluviométricas por cuencas ..... 5-64

Tabla 5-16 Red De Estaciones Fluviométricas En La Región Del Maule . 5-64
Tabla 5-17 Distribución de estaciones fluviometricas por UPH ..... 5-64
Tabla 5-18 Estaciones Subterráneas Región del Maule..... 5-73
Tabla 5-19 Estaciones de Seguimiento de niveles de Lagos y Embalses5-74
Tabla 5-20 Estaciones de Calidad de aguas en la Región del Maule ..... 5-75
Tabla 5-21 Propuesta de Nuevas estaciones de Calidad de Aguas ..... 5-80
Tabla 5-22 Evolución Red Hidrométrica ..... 5-80
Tabla 5-23 Evolución en la instrumentalización de la red hidrométrica. 5-81
Tabla 5-24 Idoneidad de la red hidrométrica ..... 5-83
Tabla 5-25. Evolución Red Hidrométrica ..... 5-85
Tabla 5-26 Estaciones Red Agroclima ..... 5-90
Tabla 5-27 Estaciones Red Dirección Meteorológica de Chile (DMC) .... 5-92
Tabla 5-28 Estaciones Red CITRA UTALCA ..... 5-93
Tabla 5-29 Resumen estaciones Meteorológicas Regionales del Maule, distribuidas por UPH ..... 5-96
Tabla 5-30 Obras Fluviales Región del Maule..... 5-98
Tabla 5-31 Resumen de las conclusiones de Planes Maestros de evacuación y drenaje de Aguas Lluvias de la Región del Maule..... 5-105
Tabla 5-32 Niveles de alerta en estaciones Fluviométricas ..... 5-107
Tabla 5-33 Niveles de alerta en estaciones Pluviométricas ..... 5-108

Tabla 6- 1 Red hidrométrica en la cuenca ..... 6-7
Tabla 6- 2 Concentraciones promedio de parámetros en estaciones de la Subcuenca del río Teno ..... 6-8
Tabla 6- 3 Concentraciones promedio de parámetros en estaciones de la subcuenca del río Lontué ..... 6-10
Tabla 6- 4 Red hidrométrica en la cuenca ..... 6-12
Tabla 6- 5 Concentraciones promedio de parámetros en la estación de la cuenca baja del río Mataquito..... 6-12
Tabla 6- 6 Red Hidrométrica en la Cuenca ..... 6-15
Tabla 6- 7 Concentraciones promedio de parámetros en la estación de la subcuenca de cabecera del río Maule ..... 6-16

Tabla 6- 8 Red hidrométrica en la cuenca ..... 6-18
Tabla 6- 9 Concentraciones promedio de parámetros en las estaciones del río Maule en la cuenca media y baja del río Maule ..... 6-19
Tabla 6- 10 Concentraciones promedio de parámetros en las estaciones de la cuenca del río Claro..... 6-21
Tabla 6- 11 Red hidrométrica en la cuenca ..... 6-24
Tabla 6- 12 Concentraciones promedio de parámetros en las estaciones de la cuenca del río Perquilauquén ..... 6-24
Tabla 6- 13 Red hidrométrica en la cuenca del Río Loncomilla ..... 6-27
Tabla 6- 14 Concentraciones promedio de parámetros en las estaciones de la cuenca del río Loncomilla ..... 6-28
Tabla 6- 15 Red hidrométrica en la cuenca del Lago Vichuquén ..... 6-30
Tabla 6- 16 Estadísticas históricas de parámetros medidas en la estación "Pozo Sector Lago Vichuquén"..... 6-31
Tabla 6- 17 Pozos de monitoreo de calidad de aguas subterráneas ..... 6-32
Tabla 6- 18 Red hidrométrica en la cuenca ..... 6-33
Tabla 6- 19 Estadísticas históricas de parámetros medidas en la estación "Pozo Sector Lora"..... 6-33
Tabla 6- 20 Pozos de monitoreo en la Cuenca Baja del Mataquito ..... 6-36
Tabla 6- 21 Red hidrométrica en la cuenca ..... 6-38
Tabla 6- 22 Estadísticas históricas de parámetros medidas en la estación "Pozo Viña Concha y Toro"..... 6-39
Tabla 6- 23 Red hidrométrica en la cuenca ..... 6-41
Tabla 6- 24 Estadísticas históricas de parámetros medidas en la estación "Pozo Lara Benavente"..... 6-42
Tabla 6- 25 Red hidrométrica en la cuenca ..... 6-45
Tabla 6- 26 Estadísticas históricas de parámetros medidas en la estación "Pozo Fundo la Estrella"..... 6-45
Tabla 6- 27 Principales asentamientos en la UPH 2 ..... 6-48
Tabla 6- 28 Plantas de tratamiento de aguas servidas en la UPH 2..... 6-49
Tabla 6- 29 Descargas autorizadas por la SISS en la UPH 2 ..... 6-50
Tabla 6- 30 Plantas de tratamiento de aguas servidas en la UPH 3..... 6-51
Tabla 6- 31 Plantas de tratamiento de aguas servidas en la UPH 4..... 6-52

Tabla 6- 32 Plantas de tratamiento de aguas servidas en la UPH 6..... 6-54
Tabla 6- 33 Descargas autorizadas por la SISS en la UPH 6 ..... 6-55
Tabla 6- 34 Plantas de tratamiento de aguas servidas en la UPH 7..... 6-56
Tabla 6- 35 Descargas autorizadas por la SISS en la UPH 7 ..... 6-57
Tabla 6- 36 Plantas de tratamiento de aguas servidas en la UPH 8..... 6-58
Tabla 6- 37 Descargas autorizadas por la SISS en la UPH 8 ..... 6-59
Tabla 6- 38 Plantas de tratamiento de aguas servidas en la UPH 9..... 6-60
Tabla 6- 39 Estimación de la población en función de las demandas en la UPH 1 ..... 6-64
Tabla 6- 40 Estimación de la población en función de las demandas en la UPH 2 ..... 6-65
Tabla 6- 41. Uso agrícola del agua en la UPH 2 ..... 6-65
Tabla 6- 42 Estimación de la población en función de las demandas en la UPH 3 ..... 6-66
Tabla 6- 43 Uso agrícola del agua en la UPH 3..... 6-67
Tabla 6- 44 Estimación de la población en función de las demandas en la UPH 4 ..... 6-68
Tabla 6- 45 Estimación de la población en función de las demandas en la UPH 5 ..... 6-69
Tabla 6- 46 Lagunas de la UPH 5 ..... 6-70
Tabla 6- 47 Estimación de la población en función de las demandas en la UPH 6 ..... 6-70
Tabla 6- 48 Lagunas de la UPH 6 ..... 6-71
Tabla 6- 49 Estimación de la población en función de las demandas en la UPH 7 ..... 6-72
Tabla 6- 50 Lagunas de la UPH 5 ..... 6-73
Tabla 6- 51 Estimación de la población en función de las demandas en la UPH 8 ..... 6-73
Tabla 6- 52 Lagunas de la UPH 5 ..... 6-74
Tabla 6- 53 Estimación de la población en función de las demandas en la UPH 9 ..... 6-74
Tabla 6- 54 Lagunas de la UPH 9 ..... 6-75
Tabla 6- 55 Caudal ecológico estimado por UPH ($hm^3$/año)..... 6-76

Tabla 6- 56 Vulnerabilidad estimada de los acuíferos de la Región del Maule ..... 6-80

Tabla 7-1 Vegetación característica áreas protegidas Región del Maule.. 7-7
Tabla 7-2 Especies categoría conservación áreas silvestres Región del Maule ..... 7-8
Tabla 7-3 Fauna característica áreas protegidas Región del Maule ..... 7-9
Tabla 7-4 Áreas Silvestres Protegidas del Estado ..... 7-11
Tabla 7-5 Áreas Silvestres Protegidas Privadas..... 7-12
Tabla 7-6 Santuarios de la Naturaleza en la Región del Maule ..... 7-14
Tabla 7-7 Sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad... 7-16
Tabla 7-8 Humedales de la Región del Maule..... 7-16
Tabla 7-9 Usos del suelo en la región del Maule, según Catastro de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile ..... 21
Tabla 7-10 Tipo de industrias con descargas autorizadas por la SISS en la Región ..... 7-23
Tabla 7-11 Número de faenas mineras en la región del Maule ..... 7-25
Tabla 7-12 Plantas de Tratamiento de Aguas Servidas en la Región del Maule ..... 7-27
Tabla 7-13 Número de centros autorizados en la región del Maule ..... 7-29
Tabla 7-14 Estuarios propuestos como Áreas Apropiadas en la Región del Maule..... 7-30
Tabla 7-15 Estudios de Impacto Ambiental aprobados en la región ..... 7-36
Tabla 7-16 Declaraciones de Impacto Ambiental aprobadas en la región.. 7-39
Tabla 7-17. Fiscalizaciones ambientales realizadas en la región, por categoría del fiscalizado ..... 7-44
Tabla 7-18 Fiscalizaciones ambientales realizadas en la región, por comuna ..... 7-45
Tabla 7-19 Procesos de Fiscalización concluidos con sanción o pre instrucción ..... 7-46
Tabla 7-20 Empresas con procesos sancionatorios en la región ..... 7-46

Tabla 7-21 Cantidad de derechos de aprovechamiento de aguas concedidos en la región ..... 7-50
Tabla 7-22 Cantidad de derechos de aprovechamiento de aguas superficiales concedidos por cuenca ..... 7-50
Tabla 7-23 Caudal ecológico estimado por UPH (hm³/año) ..... 7-51
Tabla 7-24 Proyectos susceptibles de reservar caudales ambientales .. 7-52

Tabla 8-1 Acciones y Planes para Control de Crecidas e Inundaciones del Maule..... 8-14
Tabla 8-2 Labores de fiscalización relevantes al control de crecidas .... 8-16
Tabla 8-3 Total de infracciones por tipo entre 2009-2016 por la DGA .. 8-17
Tabla 8-4 Análisis por UPH de antecedentes recopilados ..... 8-20
Tabla 8-5 Origen de los Problemas por Inundación Rio Achibueno y Longaví ..... 8-24
Tabla 8-6 Eventos Críticos y caudales máximos instantáneos asociados al embalse Colbún..... 8-29
Tabla 8-7. Matriz de Monitoreo de Sequía al 30 de Junio 2016 ..... 8-41
Tabla 8-8 Instrumentos y herramientas de gestión de sequias ..... 8-43
Tabla 8-9 Condiciones Hidrometeorológicas para calificar escasez..... 8-45
Tabla 8-10 Análisis del estado de los embalses de la región para la época da riego..... 8-46
Tabla 8-11 Histórico de sequias en la Región del Maule ..... 8-48
Tabla 8-12 Resoluciones DGA de restricciones de Áreas de Restricción de Aguas Subterráneas dentro de la Región del Maule ..... 8-51
Tabla 8-13 Comunas en Emergencia Agrícola ..... 8-51
Tabla 8-14 Período de retorno de sequias asignado por comuna. ..... 8-62

Tabla 9-1 Definición de Áreas Temáticas ..... 9-36
Tabla 9-2 Comparación por área temática de instrumentos para la gestión de recursos hídricos. ..... 9-40
Tabla 9-3 Comparación por área temática de instrumentos de desarrollo regional..... 9-46

Tabla 9-4 Comparación por área temática de Instrumentos de Adaptación al Cambio Climático..... 9-52

Tabla 10-1. Descripciones de cargo del Departamento de Hidrología . 10-28
Tabla 10-2. Evaluación de funciones generales del Departamento de Hidrología..... 10-30
Tabla 10-3. Porcentaje de funcionamiento de las estaciones hidrométricas de la región ..... 10-34
Tabla 10-4. Descripciones de cargo del DARH ..... 10-38
Tabla 10-5. Evaluación de funciones generales del DARH..... 10-41
Tabla 10-6. Metas de cumplimiento de Expedientes Resueltos, 2016. 10-46
Tabla 10-7. Metas de cumplimiento de Expedientes Resueltos, 2017. 10-46
Tabla 10-8. Descripciones de cargo del Departamento de Fiscalización y Medioambiente..... 10-50
Tabla 10-9. Evaluación de funciones generales de la Unidad de Fiscalización y Medioambiente ..... 10-52
Tabla 10-10. Tipificación de causales de fiscalización por año..... 10-54
Tabla 10-11. Cumplimiento de Producto Estratégico Denuncia y Fiscalización de la Unidad de Fiscalización y Medio Ambiente..... 10-57
Tabla 10-12. Cumplimiento de Producto Pronunciamientos Ambientales de la Unidad de Fiscalización y Medio Ambiente, año 2016 ..... 10-58
Tabla 10-13. Número de proyectos sometidos al SEIA tramitados..... 10-58
Tabla 10-14 Iniciativas, Proyectos e Iniciativas relativas al subsector Riego .....10-125
Tabla 10-15 Iniciativas, Proyectos e Iniciativas relativas al subsector Saneamiento y Aguas Lluvias.....10-129
Tabla 10-16 Iniciativas, Proyectos e Iniciativas relativas al subsector Agua Potable.....10-131
Tabla 10-17 Iniciativas, Proyectos e Iniciativas relativas al subsector Defensas Fluviales, Marítimas y Cauces Artificiales.....10-133
Tabla 10-18 Iniciativas, Proyectos e Iniciativas relativas al subsector Recursos Hídricos .....10-135

Tabla 10-19 Iniciativas, Proyectos e Iniciativas relativas al subsector Paisajístico, Turismo y Recreación .....10-138
Tabla 10-20 Iniciativas, Proyectos e Iniciativas relativas al subsector Industrial .....10-140
Tabla 10-21 Iniciativas, Proyectos e Iniciativas relativas al subsector Bosque Nativo .....10-142
Tabla 10-22. Juntas de Vigilancia de la región del Maule.....10-149
Tabla 10-23 Presupuesto en Camiones Aljibe, Región del Maule .....10-171
Tabla 10-24. CBR de Parral Años 1994, 2004 y 2014 .....10-179
Tabla 10-25. CBR de Linares Años 1994, 2004 y 2014 .....10-179
Tabla 10-26. CBR de Cauquenes, Años 1994 y 2014 .....10-180
Tabla 10-27. CBR de San Carlos, Años 1994 y 2014 .....10-180
Tabla 10-28. Valor estimado por L/S o acciones. Cuenca del Río Maule. 10-184
Tabla 10-29. Derechos de aprovechamiento transados en la cuenca del río Mataquito .....10-185
Tabla 10-30. Transacciones de derechos de aguas evaluadas en CBRs de Curicó y Talca .....10-186

Tabla 11-1 Principios Básicos para el gerenciamiento de los Recursos Hídricos en el mundo ..... 11-3
Tabla 11-2 Desafíos/retos/medidas para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en Chile ..... 11-6
Tabla 11-3 Capas base (SIG) ..... 11-37
Tabla 11-4 Capas Técnicas (SIG) ..... 11-38
Tabla 11-5 Capas PMRH Maule (SIG) ..... 11-39
Tabla 11-6 Resumen Red Hidrométrica DGA a 2016 (número de estaciones vigentes) ..... 11-41
Tabla 11-7. Densidad mínima recomendada por la OMM para las estaciones (área en km2/estación) ..... 11-44
Tabla 11-8 Densidad de estaciones meteorológicas (EM) por UPH ..... 11-48
Tabla 11-9. Densidad de estaciones fluviométricas (EF) en cauce por UPH ..... 11-52

Tabla 11-10 Propuesta de estaciones de Calidad de las aguas, Región del Maule ..... 11-57
Tabla 11-11 Estaciones para nivel de embalses ..... 11-59
Tabla 11-12 Estaciones sedimentométricas ..... 11-59
Tabla 11-13. Evolución Red Hidrométrica ..... 11-62
Tabla 11-14 Síntesis de Información básica para la Gestión de los Recursos Hídricos ..... 11-65

Tabla 12-1 Tabla de SS.EE finales para CSE aplicados a la región del Maule ..... 12-8
Tabla 12-2 Unidades proveedoras de servicios ecosistémicos identificadas ..... 12-11
Tabla 12-3 Fiestas Costumbristas ..... 12-15
Tabla 12-4 Fiestas Costumbristas ..... 12-16
Tabla 12-5 Fiestas Costumbristas ..... 12-17
Tabla 12-6 Categorías de atractivos Turísticos (2014) ..... 12-26
Tabla 12- 7 Destinos turísticos según la clasificación de estado de desarrollo del destino Turístico ..... 27
Tabla 12-8.Revisión de proyectos aprobados en el sistema de evaluación de impacto ambiental. Medidas de Conservación SEIA ..... 12-43
Tabla 12-9 Diagnóstico de los servicios ecosistémicos ..... 12-50
Tabla 12-10 Diagnóstico sobre las actividades culturales ..... 12-53
Tabla 12-11 Diagnóstico sobre las actividades económicas ..... 12-54

Tabla 13-1 Dimensiones de Estudio ..... 13-9
Tabla 13-2 Objetivos del Plan Maestro de los Recursos Hídricos Región del Maule ..... 13-11
Tabla 13-3 Relación de Objetivos con Estrategia Regional de Desarrollo 2020 ..... 13-14
Tabla 13-4 Análisis de compatibilidad entre los objetivos del Plan Maestro ..... 13-17
Tabla 13-5 Brechas identificadas para el objetivo 01 Manejo de Recursos Hídricos ..... 13-19

Tabla 13-6 brechas identificadas para el objetivo 02 Información ..... 13-23
Tabla 13-7 brechas identificadas para el objetivo 03 Situación legal .. 13-27
Tabla 13-8 Brechas identificadas para el objetivo 04 Consumo Humano 13-30
Tabla 13-9 Disponibilidad de Agua potable y alcantarillado en Localidades aisladas ..... 13-33
Tabla 13-10 Calidad Agua Cruda ..... 13-35
Tabla 13-11 Brechas identificadas para el objetivo 05 Riego ..... 13-38
Tabla 13-12 Descripción la Infraestructura Extrapredial por Unidad de Planificación ..... 13-40
Tabla 13-13 Descripción de Calidad de Aguas en canales, Cuenca Achibueno ..... 13-45
Tabla 13-14 Brechas identificadas para el objetivo 06 Industria y Energía ..... 13-47
Tabla 13-15 Caracterización Industrial por Unidad de Planificación .... 13-48
Tabla 13-16 Brechas identificadas para el objetivo 07 Usos No Extractivos ..... 13-52
Tabla 13-17 Usos del suelo en la región del Maule, según Catastro de Recursos Vegetaciones Nativos de Chile (superficie en ha) ..... 13-56
Tabla 13-18 Brechas identificadas para el objetivo 08 Calidad de Aguas 13-57
Tabla 13-19 Propuesta de estaciones de Calidad de las aguas, Región del Maule ..... 13-60
Tabla 13-20 Brechas identificadas para el objetivo 09 Medio Ambiente .. 13-61
Tabla 13-21 Cantidad de derechos de aprovechamiento de aguas superficiales concedidos por cuenca ..... 13-62
Tabla 13-22Proyectos susceptibles de reservar caudales ambientales 13-62
Tabla 13-23 Brechas identificadas para el objetivo 10 Ordenamiento Territorial ..... 13-64
Tabla 13-24 Brechas identificadas para el objetivo 11 Eventos Extremos ..... 13-67

Tabla 13-25 Dictación de Decretos de Escasez en la Región del Maule desde el año 2008 ..... 13-68
Tabla 13-26 Brechas identificadas para el objetivo 12 Gestión Integrada de Recursos Hídricos ..... 13-73
Tabla 13-27 Brechas identificadas para el objetivo 13 DGA regional .. 13-75
Tabla 13-28 Brechas identificadas para el objetivo 13.1 Estudios y Planificación ..... 13-76
Tabla 13-29 Brechas identificadas para el objetivo 13.2 Hidrología ... 13-78
Tabla 13-30 Brechas identificadas para el objetivo 13.3 Administración de Recursos Hídricos ..... 13-80
Tabla 13-31 Brechas identificadas para el objetivo 13.4 Fiscalización 13-83
Tabla 13-32 Brechas identificadas para el objetivo 14 Coordinación interinstitucional..... 13-85
Tabla 13-33 Líneas de Acción DGA. Cuenca del Río Mataquito ..... 13-88
Tabla 13-34 Líneas de Acción DGA. Cuenca del Río Maule ..... 13-88
Tabla 13-35 Líneas de Acción DGA Catastradas. Regional ..... 13-89
Tabla 13-36 Consolidado de Brechas, Objetivos, Líneas y Sub Líneas de Acción ..... 13-92
Tabla 13-37 Relación entre Líneas de Acción DGA y Líneas de Acción propuestas .....13-102
Tabla 13-38 Contacto para levantamiento de iniciativas con actores públicos y privados .....13-107
Tabla 13-39 iniciativas catastradas a incorporar en el PMRHM .....13-109
Tabla 13-40 Listado de Iniciativas del Plan Maestro de Recursos Hídricos .....13-119

Tabla 14-1 Programas, Objetivos y Líneas de Acción del Plan Maestro de Recursos Hídricos ..... 14-5
Tabla 14-2 Criterios de evaluación Técnica ..... 14-13
Tabla 14-3 Criterios de evaluación Económica iniciativas estructurales ..... ..... 14-17
Tabla 14-4 Criterios de evaluación Económica de Iniciativas No Estructurales ..... 14-19

Tabla 14-5 Criterios de evaluación ambiental ..... 14-22
Tabla 14-6 Criterios de Factibilidad ..... 14-25
Tabla 14-7 Criterios de Compatibilidad con Líneas de Acción DGA Regional ..... 14-31
Tabla 14-8 Criterios de Participación Ciudadana ..... 14-33
Tabla 14-9 Criterios de Participación Ciudadana ..... 14-35
Tabla 14- 10 Criterios para la priorización de iniciativas ..... 14-37
Tabla 14-11 Iniciativas propuestas priorizadas en el corto, mediano y largo plazo..... 14-38
Tabla 14- 12 Carta Gantt de Inversión (millones de pesos), para Iniciativas Propuestas y Catastradas ..... 14-49
Tabla 14-13 Presupuesto en iniciativas Propuestas según tipología de inversión (millones de pesos) ..... 14-64
Tabla 14-14 Presupuesto en iniciativas Catastradas según tipología de inversión (millones de pesos) ..... 14-65
Tabla 14-15 Presupuesto en iniciativas Propuestas según tipología de inversión (millones de pesos) ..... 14-65
Tabla 14- 16 Presupuesto del Plan según fuente de financiamiento y sector de inversión (millones de pesos) ..... 14-67
Tabla 14-17 Presupuesto del Plan según fuente de financiamiento e institución responsable (millones de pesos) ..... 14-69
Tabla 14- 18 Periodo de implementación de las Iniciativas del Plan Regional ..... 14-71
Tabla 14- 19 Indicadores de Seguimiento ..... 14-72
Tabla 14-20 Matriz de evaluación de cumplimiento por objetivos ..... 14-72

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2 1 División administrativa de Provincias y Comunas ..... 2-2
Figura 2 2 Densidad Poblacional Urbana y Rural ..... 2-4
Figura 2 3 Sectores de Clima en la región ..... 2-7
Figura 2 4 Clima de verano en la región ..... 2-8
Figura 2 5 División en subcuencas ..... 2-11

Figura 2 6 Distribución por tipo de documento de los antecedentes recopilados ..... 2-17
Figura 2 7 Distribución por temática de los Antecedentes ..... 2-17
Figura 2 8 Análisis del catastro de antecedentes. Estudios e Informes Técnicos. ..... 2-21
Figura 2 9 Estaciones meteorológicas de la Región VII − Maule. ..... 2-31
Figura 2 10 Estaciones Fluviométricas de la Región del Maule. ..... 2-35
Figura 2 11 Sectorización de acuíferos de la cuenca del Maule y localización de Estaciones de Aguas Subterráneas ..... 2-37
Figura 2 12 Sectorización de los acuíferos de la cuenca del Mataquito y localización de Estaciones de Aguas Subterráneas ..... 2-38
Figura 2 13 Unidades de Planificación Hidráulica ..... 2-56
Figura 2 14 Acuíferos de la cuenca del Maule ..... 2-59
Figura 2 15 Acuíferos en la cuenca del río Mataquito ..... 2-60
Figura 2 16 Tipo de régimen en la cuenca del río Maule ..... 2-62
Figura 2 17 Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común. Maule Medio Norte y Maule Medio Sur ..... 2-68
Figura 2 18 Zonas de Riego en la Cuenca del Maule ..... 75
Figura 2 19 Zonas de Riego en la Cuenca del Mataquito ..... 2-79
Figura 2 20 Diagrama Unifilar con la Ubicación de Estaciones de Calidad de agua en la Región del Maule ..... 2-119
Figura 2 21 Captación de aguas superficiales ..... 2-169
Figura 2 22 Diagrama sobre caudal ecológico mínimo y caudal ambiental ... ..... 2-170
Figura 2 23 Niveles de reacción y respuesta por todos los niveles de participación ..... 2-189
Figura 2 24 Figura ilustrativa de la Zona de inundación de la Comuna de Constitución por Tsunami y desborde Natural del Maule. ..... 2-192
Figura 2 25 Inundación de los cauces naturales de los ríos Maule, Longaví, Putagán, Liguay, Archibueno y Loncomilla. ..... 2-194
Figura 2 26 Plano de zonificación urbana perteneciente al PRC Pelluhue donde se detalla las zonas de riegos por inundaciones. ..... 2-195

Figura 2 27 Fragmento de Plano del PRC de Licantén, zonas de riesgo. ..... 2-196
Figura 2 28 Zonificación según riesgo de inundación (alta, media, baja) ..... 2-197
Figura 2 29: Diagrama de los lineamientos del Plan ..... 2-223
Figura 2 30: Esquema global de causas, efectos y variables de medición del grado de desarrollo de la Región ..... 2-227
Figura 2 31 Unidades Político Administrativas..... 2-274
Figura 2 32 Unidades de Desarrollo Estratégico ..... 2-277
Figura 2 33 Fotografías Sesión 17.02.2016 ..... 2-283
Figura 2 34 Fotografías Sesión 28.04.2016 ..... 2-283
Figura 2 35 Diagrama de Talleres ..... 2-328
Figura 2 36 Asistencia por tipología de actor ..... 2-328
Figura 2 37: Gráfico calificaciones UDE Linares..... 2-333
Figura 2 38: Fotografías de la actividad UDE Linares ..... 2-335
Figura 2 39 Gráfico calificaciones UDE Curicó ..... 2-338
Figura 2 40: Fotografías de la actividad UDE Curicó ..... 2-339
Figura 2 41 Fotografías de la actividad UDE Cauquenes..... 2-343
Figura 2 42: Fotografías de la actividad UDE Talca..... 2-345

Figura 3- 1 Diagrama conceptual del modelo MPL ..... 3-10
Figura 3- 2 Razón Caudal invierno/Caudal anual ..... 3-12
Figura 3-3 Esquema unifilar del Sistema Melado ..... 3-121
Figura 3-4 Esquema unifilar del Maule..... 3-122
Figura 3-5 Esquema unifilar del Sistema Maitenes ..... 3-123

Figura 4- 1 Área Recursos subterráneos acuífero Teno-Lontué..... 4-12
Figura 4- 2 Área Acuífero Belco Arenal, zona de influencia ..... 4-13

Figura 5-1 Red de Canales Región del Maule ..... 5-12
Figura 5-2 Esquema unifilar del Maule..... 5-18

Figura 5-3 Unifilar sistema Melado ..... 5-20
Figura 5-4 Unifilar Río Achibueno ..... 5-21
Figura 5-5 Unifilar Junta Vigilancia Río Longaví y sus Afluentes ..... 5-22
Figura 5-6 Sistema de Riego Digua, esquema de fuentes de Recurso Hídrico ..... 5-24
Figura 5-7 Unifilar Asociación de Canalistas Embalse Tutuvén ..... 5-26
Figura 5-8 Unifilar Río Teno ..... 5-33
Figura 5-9 Ubicación de Bocatomas en el Río Teno ..... 5-34
Figura 5-10 Unifilar Río Seco ..... 5-37
Figura 5-11 Unifilares Estero Carretón ..... 5-39
Figura 5-12 Agua Potable Rural según UPH ..... 5-50
Figura 5-13 Red Meteorológica Regional ..... 5-60
Figura 5-14 Estaciones Fluviométricas Regionales ..... 5-71
Figura 5-15 Estaciones de Calidad de Aguas Región del Maule ..... 5-79

Figura 7-1. Diagrama sobre caudal ecológico mínimo y caudal ambiental. 7-49

Figura 8- 1 Organización de la DGA en Sistemas de Alerta ..... 8-13
Figura 8- 2 Susceptibilidad Fluvial de inundación ..... 22
Figura 8- 3 Proceso de Declaración de Alerta de Crecidas ..... 8-28
Figura 8- 4 Situación de riesgo esperada. Temporada 2016-2017 ..... 8-47
Figura 8- 5 Proyecciones de Temperatura ..... 8-76
Figura 8- 6 Proyecciones de las Precipitaciones ..... 8-77
Figura 8-7. Representación esquemática de los impactos del cambio climático y su relación con las proyecciones climáticas futuras ..... 8-80

Figura 9-1 Ejes estratégicos: Territorio, Infraestructura y Medioambiente ..... 9-15

Figura 10-1 Organigrama DGA región del Maule ..... 10-26
Figura 10-2 Gasto Regional en Camiones Aljibes .....10-172

Figura 11-1 Dimensiones para GIRH dentro de los desafíos para Chile... 11-19
Figura 11-2 Estaciones hidrométricas de la Región VII − Maule. ..... 11-43
Figura 4 3 Mapa de Curvas de Nivel de la Región VII − Maule..... 11-46
Figura 11-4 Red de estaciones Meteorológicas..... 11-50
Figura 11-5 Red de estaciones Fluviométricas ..... 11-55
Figura 11-6 Red de estaciones Subterráneas..... 11-56
Figura 11-7 Estaciones de Calidad de aguas..... 11-58

Figura 12-1 Valor Económico Total de los recursos hídricos y actividades relacionadas ..... 12-5
Figura 12-2 La Cascada de los Servicios Ecosistémicos (SS.EE) ..... 12-7
Figura 12-3 Estimación del volumen de la producción de miel a nivel regional ..... 12-20
Figura 12-4 Focalización Territorial Turístico Región del Maule..... 12-28
Figura 12-5 Focalización Territorial Turístico Región del Maule..... 12-30
Figura 12-6 Costa Pelluhue ..... 12-32
Figura 12-7 Zona de Interés Turístico Colbún Rari 2016 ..... 12-34
Figura 12-8 Lago Colbún ..... 12-35
Figura 12-9 Mapa de sectores de desarrollo Turístico, Rio Archibueno 12-37

Figura 13- 1 Pasos para la Formulación del Plan Maestro ..... 13-9
Figura 13-2 Síntesis de Objetivos Plan Maestro de Recursos Hídricos de la Región del Maule ..... 13-14
Figura 13-3 Organización de Instituciones en Relación con el Cambio Climático ..... 13-73
Figura 13-4 Pirámide de Fiscalización de las Aguas ..... 13-85
Figura 13-5 Niveles jerárquicos para la formulación de Iniciativas....13-106

Figura 14-1 Evaluación Técnica de Iniciativas Propuestas y Catastradas ..... ..... 14-14

Figura 14- 2 Evaluación Técnica de las Iniciativas según los Objetivos del Plan ..... 14-15
Figura 14-3 Evaluación Económica de las Iniciativas Propuestas y Catastradas ..... 14-20
Figura 14- 4 Evaluación Económica de las Iniciativas según los Objetivos del Plan ..... 14-21
Figura 14- 5 Evaluación Ambiental de Iniciativas Propuestas y Catastradas ..... 14-23
Figura 14- 6 Evaluación Ambiental de Iniciativas según Objetivos del Plan ..... 14-24
Figura 14- 7 Evaluación de Factibilidad de Iniciativas Propuestas y Catastradas ..... 14-26
Figura 14- 8 Evaluación de Factibilidad de Iniciativas según objetivos del Plan ..... 14-27
Figura 14- 9 Criterios empleados en la Priorización de Iniciativas..... 14-29
Figura 14- 10 Evaluación de las Iniciativas propuestas según factibilidad ..... 14-30
Figura 14- 11 Evaluación de las Iniciativas propuestas según Compatibilidad con Líneas de Acción DGA regional ..... 14-32
Figura 14- 12 Evaluación de las Iniciativas propuestas según respaldo de los usuarios ..... 14-34
Figura 14- 13 Evaluación de las Iniciativas propuestas según importancia para los objetivos del plan ..... 14-36
Figura 14-14 resultados de la Priorización de iniciativas Propuestas .. 14-37
Figura 14-15 Programa de Inversión en iniciativas, en millones de pesos ..... 14-62
Figura 14-16 Hoja de Ruta para la implementación del Plan Maestro de Recursos hídricos de la Región del Maule ..... 14-63

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 3-1 Aportaciones naturales en el año medio (hm3/año)..... 3-14

Gráfico 3- 2 Distribución mensual de las aportaciones naturales medias (hm3/año) ..... 3-17
Gráfico 3-3. Comparación de los caudales medios mensuales acumulados para distintos periodos de tiempo ..... 3-61
Gráfico 3-4 Factor reductor de las aportaciones naturales con respecto al año medio ..... 3-63
Gráfico 3-5 Superficie máxima regable ..... 3-74
Gráfico 3-6 Distribución mensual de la demanda agrícola regada (2005) .3-77
Gráfico 3-7 Distribución mensual de la demanda agraria máxima ..... 3-78
Gráfico 3-8 Distribución mensual de la demanda poblacional (2015) (hm3/mes) ..... 3-87
Gráfico 3-9 Distribución mensual de la demanda consuntiva (2015)(hm3/año) ..... 3-98
Gráfico 3-10 Distribución mensual de la demanda consuntiva (2015) (hm3/año) ..... 3-102
Gráfico 3-11 Balance hídrico mensual de la Costera norte ..... 3-147
Gráfico 3-12. Balance hídrico mensual de la Cuenca Alta del Mataquito ...3-148
Gráfico 3-13. Balance hídrico mensual de las cuencas Alta y Baja del Mataquito acumuladas ..... 3-149
Gráfico 3-14. Balance hídrico mensual de la Cuenca costera central .. 3-150
Gráfico 3-15. Balance hídrico mensual de la cuenca Alta del Maule ... 3-151
Gráfico 3-16. Balance hídrico mensual de la cuenca Alta, Media y Baja del Maule ..... 3-152
Gráfico 3-17. Balance hídrico mensual de la cuenca del Perquilauquén ....3-153
Gráfico 3-18. Balance hídrico mensual de las cuencas del Perquilauquén y Loncomilla acumuladas ..... 3-154
Gráfico 3-19. Balance hídrico mensual de las cuencas de la Costera sur ..3-155
Gráfico 3-20. Balance hídrico mensual de la cuenca del Perquilauquén ....3-159

Gráfico 3-21. Balance hídrico mensual de la Cuenca Alta del Mataquito ..... 3-162
Gráfico 3-22. Balance hídrico mensual de la cuenca Alta, Media y Baja del Maule..... 3-165
Gráfico 3-23 Balance hídrico mensual de la cuenca del Perquilauquén 3-181
Gráfico 3-24. Balance hídrico mensual de la Cuenca Alta del Mataquito 183
Gráfico 3-25. Balance hídrico mensual de la cuenca Alta, Media y Baja del Maule..... 3-186
Gráfico 3-26 Balance hídrico mensual de la cuenca del Perquilauquén 3-196
Gráfico 3-27 Balance hídrico mensual de la Cuenca Alta del Mataquito ..... 3-198
Gráfico 3-28 Balance hídrico mensual de la cuenca Alta, Media y Baja del Maule..... 3-201
Gráfico 3-29 Balance hídrico mensual de la cuenca del Perquilauquén 3-212
Gráfico 3-30 Balance hídrico mensual de la Cuenca Alta del Mataquito ..... 3-214
Gráfico 3-31 Balance hídrico mensual de la cuenca Alta, Media y Baja del Maule..... 3-217
Gráfico 3-32 Balance hídrico mensual de la cuenca del Perquilauquén 3-227
Gráfico 3-33 Balance hídrico mensual de la Cuenca Alta del Mataquito ..... 3-229
Gráfico 3-34. Balance hídrico mensual de la cuenca Alta, Media y Baja del Maule..... 3-232

Gráfica 4- 1 Número de DAA pendientes..... 4-3
Gráfica 4- 2 Número de DAA por UPH, según el criterio de asignación de UPH ..... 4-32
Gráfica 4- 3 Volumen de DAA por UPH, según el criterio de asignación de UPH ..... 4-34
Gráfica 4- 4 Evolución del número de DAA otorgados entre 1981 y 2016 .4-41
Gráfica 4- 5 Evolución del volumen de DAA otorgados entre 1981 y 2016... ..... 4-42

Gráfica 4- 6 Distribución del volumen otorgado de DAA Consuntivos, según uso ..... 4-44
Gráfica 4- 7 Distribución mensual del volumen otorgado de DAA Consuntivos ..... 4-53
Gráfica 4- 8 Distribución mensual del volumen otorgado de DAA Consuntivos, por UPH ..... 4-57

Gráfico 5-1 Distribución de canales en la Región según Longitud. ..... 5-13
Gráfico 5-2 Distribución de canales en la Región según Longitud. ..... 5-49
Gráfico 5-3 Número de sistemas APR según UPH ..... 5-51
Gráfico 5-4 Distribución de Plantas de Tratamiento de aguas por UPH . 5-56

Gráfico 8-1 Infracciones relevantes al control de crecidas fiscalizadas por la DGA entre 2009-2016 ..... 8-18
Gráfico 8-2 Número de comunas en sequía agrícola por UPH..... 8-53
Gráfico 8-3 Catastro de Obras de Defensa fluvial periodo ..... 8-61
Gráfico 8-4 Probabilidad de excedencia de precipitaciones para distintas localidades del país ..... 8-67
Gráfico 8-5 Condiciones hidrológicas promedio en Laguna Maule. Situación base histórica con tres periodos futuros. Escenario HadCM3-A2 ..... 8-78

Gráfica 10- 1 Evolución de causales de fiscalización, período 2012-2016 ..... 10-55
Gráfica 10- 2 Número de Proyectos sometidos al SEIA, Ingresados y Tramitados. ..... 10-59
Gráfica 10- 3 Transacciones por tipo de Derecho .....10-183
Gráfica 10- 4 Número de Transacciones de DAA por año.....10-186

# 1. INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de los recursos hídricos, en los diferentes sectores económicos, sociales y ambientales de la Región del Maule, ha generado una presión sobre éstos que se manifiesta en una agudización de los conflictos entre los distintos usuarios y sus diferentes usos, lo que se ve agravado por los impactos negativos sobre la cantidad y calidad de las aguas.

En este marco el Estado ha elaborado una Estrategia Nacional de Recursos Hídricos, en el que los Planes Hídricos son parte fundamental del Eje Estratégico de "Gestión eficaz y sustentable", donde el interés es incentivar la gestión integrada de los recursos hídricos, la protección de la calidad de los recursos hídricos y la protección de la cantidad de los recursos hídricos. Es así como se estructuran los Planes Hídricos Regionales, cuyo propósito es, a partir de un diagnóstico de la vocación productiva regional y también de la situación del recurso hídrico, identificar brechas y necesidades de distinta índole para lograr maximizar el desarrollo regional y por ende mejorar la calidad de vida de las personas que habitan dicho territorio.

A nivel regional se plantea la necesidad de buscar formas de gestión que permitan enfrentar los desafíos existentes y avanzar hacia la utilización armónica y sustentable del agua, conciliando intereses públicos y privados; esta situación despertó el compromiso de un gran número de instituciones para que de manera conjunta sumaran voluntades, capacidades, recursos, y así se consolide un plan hídrico de sustentabilidad, liderado por la autoridad con competencia en la materia.

## 1.1. Generalidades

El Plan Maestro de Recursos Hídricos de la Región del Maule (PMRHM) se enmarca dentro de la Estrategia Nacional de Recursos Hídricos (ENRH), publicada durante el año 2013 por el Gobierno de Chile, y la Política Nacional para los Recursos Hídricos (PNRH), del año 2015.

El Plan fue desarrollado en una sola fase, entre los años 2015 y 2017. En su elaboración consideró tareas de levantamiento de información y diagnóstico, territorial e institucional, la definición de una visión, levantamiento de brechas, formulación y validación de las iniciativas que componen el Plan definitivo.

## 1.2. Objetivos y Alcances

El objetivo general del Plan Maestro de Recursos Hídricos de la Región del Maule es disponer de un instrumento de planificación indicativa que defina un plan de acción a corto (5), mediano (10) y largo plazo (20 años), cuya finalidad es la elaboración de una serie de iniciativas capaces de mejorar la administración y gestión de los recursos hídricos de la Región, protegiendo su calidad y cantidad, propiciando su utilización eficiente y contribuyendo con el desarrollo local, regional y, por añadidura, nacional. Los objetivos específicos del Plan son los siguientes:

- ***Mejorar el conocimiento de la Oferta y Demanda Hídrica Regional:***

1. Elaborar un diagnóstico respecto del conocimiento de los recursos hídricos, su uso y estado de las fuentes respecto de la cantidad y calidad, a través de una revisión, actualización y sistematización de la información existente.
2. *Elaborar un diagnóstico de la infraestructura y desempeño institucional (público y privado) en materia de gestión de recursos hídricos, considerando para ello distintos escenarios (sequias, normalidad de disponibilidad hídrica e inundaciones).*

- ***Propender al manejo integrado de cuencas y disminuir conflictos de interés sobre el recurso hídrico:***

1. *Determinar necesidades y problemas territorializados por cada unidad de análisis y a nivel regional, según corresponda, en torno a los recursos hídricos.*

2. *Definir los objetivos del Plan, considerando los ejes estratégicos definidos por la Estrategia Nacional de Recursos Hídricos, además de los diversos instrumentos de planificación regional.*
3. *En base a los objetivos y considerando el diagnóstico a realizar, determinar brechas y necesidades. Definir líneas de acción por objetivo (u objetivos agrupados por ámbitos) que apunten a disminuir y/o superar brechas.*

- ***Mejorar la Gestión del Recurso Hídrico:***

1. *Elaborar un levantamiento de iniciativas, proyectos, estudios y programas en ejecución, aprobados y en estudio a implementar o considerados para el corto, mediano o largo plazo, de entidades públicas y privadas.*
2. *Proponer iniciativas que permitan reducir brechas y necesidades que no son cubiertas por las iniciativas existentes.*
3. *Priorizar iniciativas por línea de acción. Evaluar y dimensionar, técnica, ambiental, social y económicamente, las iniciativas priorizadas.*
4. Formular un plan de acciones estructurales y no estructurales para el Plan Regional, y su calendario de inversión para el corto, mediano y largo plazo, en un horizonte de 20 años, y sus acciones correspondientes, con el objeto de reducir o mitigar las brechas o deficiencias diagnosticadas.

- ***Mejorar la coordinación de actores públicos y privados sobre el uso recurso hídrico:***

1. *Identificar y proponer formas de coordinación para la implementación del plan, mediante la propuesta de acciones para coordinar la participación de todas las partes interesadas en la gestión del recurso hídrico (plan de gestión con indicadores de cumplimiento, responsabilidades, etc.).*

## 1.3. Dimensión territorial

El Plan Maestro de Recursos Hídricos de la Región del Maule comprende la totalidad de la región, con una extensión de 30.988 km$^2$. Hidrológicamente,

la región cuenta con dos cuencas principales, Maule y Mataquito, una serie de inter-cuencas costeras: costeras entre el límite regional norte y la cuenca del río Mataquito, costeras entre la cuenca del río Mataquito y la del Maule, y costeras entre la cuenca del Maule y el límite regional sur; y veinte subcuencas. La distribución por cuencas hidrográficas se sintetiza en la tabla siguiente.

**Tabla 1-1 Cuencas hidrográficas de la Región del Maule**

| CUENCA HIDROGRÁFICA | SUPERFICIE (km²) | |
|---|---|---|
| | Parcial | Total |
| **MATAQUITO** | | 6.317 |
| Alta del Mataquito | 4.634 | |
| Baja del Mataquito | 1.683 | |
| **MAULE** | | 21.041 |
| Alta del Maule | 4.998 | |
| Baja del Maule | 5.665 | |
| Perquilauquén | 5.988 | |
| Loncomilla | 4.390 | |
| **CUENCAS COSTERAS** | | 3.630 |
| Norte Región-Mataquito | 609 | |
| Mataquito-Maule | 1.085 | |
| Maule-Sur Región | 1.936 | |
| **TOTAL (km²)** | **30.988** | **30.988** |

*Fuente: Elaboración propia*

Para la planificación de recursos hídricos de la Región se trabajó a partir de las cuencas y subcuencas hidrográficas. Sin embargo, por efectos prácticos, se dividió el territorio en 9 Unidades de Planificación Hídrica (UPH).

Para esta agrupación se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

1. Orografía, diferenciando las subcuencas andinas, subcuencas del valle central y subcuencas costeras.
2. Régimen hidrológico, nival o pluvial, de las subcuencas.

3. Diferenciación entre las subcuencas de cabecera y las de los tramos medios y bajos de los dos grandes ríos de la Región, Maule y Mataquito.
4. Orientación de las subcuencas de los principales afluentes del Maule, el Loncomilla y el Perquilauquén

Asimismo, se tuvo en consideración las agrupaciones de subcuencas realizadas en estudios precedentes, como la adoptada en documento (RH070) *Estimaciones de demanda de agua y proyecciones futuras. Zona II. Regiones V a XII y Región Metropolitana*[1].

Finalmente, la clasificación territorial resultó en 09 Unidades de Planificación Hídrica, que se muestran en la Tabla 1-2. Esta definición de las UPH surge de la propuesta fijada en el documento RH070. Estimaciones de demanda de agua y proyecciones futuras. Zona II. Regiones V a XII y Región Metropolitana[2].

1 (RH070) *Estimaciones de demanda de agua y proyecciones futuras. Zona II. Regiones V a XII y Región Metropolitana* Ayala, Cabrera y Asociados Ltda. Ingenieros Consultores. S.I.T. Nº 123. DGA, Santiago, Enero de 2007

2 Ayala, Cabrera y Asociados Ltda. Ingenieros Consultores. S.I.T. Nº 123. DGA, Santiago, Enero del 2007

| Tabla 1-2 Unidades de Planificación Hídrica (UPH) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **UPH** | | **SUBCUENCA GEOGRÁFICA** | | **Superficie (km²)** | |
| **Nº** | **Denominación** | **Nº** | **Denominación** | **Parcial** | **Acumulada** |
| 1 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 700 | Lago Vichuquén | 609 | 609 |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 710 | Río Teno | 1.885 | 4.634 |
| | | 711 | Río Lontué | 2.749 | |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 712 | Río Mataquito | 1.683 | 1.683 |
| 4 | Costeras Mataquito-Maule | 720 | Río Huenchullami | 750 | 1.085 |
| | | 721 | Costeras entre Río Huenchullami y Río Maule | 335 | |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 730 | Río Maule Alto (hasta antes junta Río Melado) | 2.703 | 4.998 |
| | | 731 | Río Melado | 2.295 | |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 732 | Maule Medio | 943 | 5.665 |
| | | 736 | Río Maule entre Río Loncomilla y Río Claro | 341 | |
| | | 737 | Río Claro | 3.065 | |
| | | 738 | Maule Bajo | 1.316 | |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 733 | Perquilauquén Alto | 4.163 | 5.988 |
| | | 734 | Perquilauquén Bajo | 1.825 | |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 735 | Río Loncomilla | 4.390 | 4.390 |
| 9 | Costeras entre río Maule y limite Región | 740 | Costeras entre Quebrada Honda y Río Reloca | 508 | 1.936 |
| | | 741 | Río Reloca | 633 | |
| | | 742 | Costeras entre Río Reloca y Río Curanilahue | 89 | |
| | | 743 | Río Curanilahue | 197 | |
| | | 744 | Costeras entre R. Curanilahue y límite Región (E. Pullay) | 509 | |
| **SUPERFICIE TOTAL PLANIFICACIÓN (km²)** | | | | | **30.988** |

*Fuente: Elaboración propia*

En la Figura 1-1 se puede observar la distribución espacial de las UPH en la Región del Maule.

**Figura 1-1 Distribución espacial de las Unidades de Planificación Hídrica (UPH)**

*Fuente: Elaboración propia con datos SIG de la DGA*

## 1.4. Estructura del Informe

Los contenidos principales del Plan Maestro se asocian a las etapas consideradas en su desarrollo:

- Etapa 0: Informe Preliminar.
- Etapa 1: Levantamiento, recopilación y análisis de información.
- Etapa 2: Diagnóstico Técnico.
- Etapa 3: Diagnóstico Funcional e Institucional.
- Etapa 4: Propuesta de Plan Regional.

En complemento, el desarrollo del Plan Maestro contó con un proceso permanente de participación ciudadana, que consideró actividades, talleres y reuniones asegurando que los resultados fueran consensuados y reformulados según el análisis de los participantes. El informe de Participación Ciudadana se encuentra en los anexos digitales (Anexo 1-1 PAC).

El presente resumen sigue una estructura simplificada del Plan, contando con los siguientes capítulos:

1. Introducción
2. Levantamiento, Recopilación y Análisis De Información
3. Diagnóstico de Oferta-Demanda Hídrica
4. Diagnóstico de la Situación de los Derechos de Aprovechamiento De Aguas
5. Diagnóstico de Infraestructura Hidráulica
6. Diagnóstico de Calidad De Aguas
7. Diagnóstico de la Situación Ambiental
8. Diagnóstico de Desempeño Ante Eventos Extremos
9. Diagnóstico Ejes Estratégicos y Líneas de Acción

10. Diagnostico Institucional y Funcional
11. Diagnóstico De Modelos, Insumos y Herramientas Para la Gestión Hídrica
12. Diagnóstico de Actividades Valoradas por Factores No Económicos
13. Formulación del Plan Regional
14. Presentación del Plan Regional

# 2. LEVANTAMIENTO, RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

## 2.1. ÁREA DE ESTUDIO

La Región del Maule se encuentra ubicada en la zona centro-sur de Chile entre los 34º41' y los 36º00' de latitud sur. Limita al norte con la región del Libertador General Bernardo O`Higgins, al sur con la Región del Biobío, al oeste con el Océano Pacífico y al este con el límite internacional dela República de Argentina. Su extensión abarca 30.296,1 km², lo que constituye el 4,0% del territorio nacional. La Región se encuentra dividida administrativamente en cuatro provincias: Curicó, Linares, Talca y Cauquenes (BCN, 2010).

#### 2.1.1.1. División político-administrativa

La Región está dividida administrativamente en 4 provincias y ésta, a su vez, en 30 comunas. Talca es su capital regional y está ubicada a 250 kilómetros al sur de Santiago.

**Tabla 2-1 División administrativa de Provincias y Comunas.**

| PROVINCIA | CAPITAL | COMUNA | SUPERFICIE (km²) |
|---|---|---|---|
| Talca | Talca | Talca, Constitución, Curepto, Empedrado, Maule, Pelarco, Pencahue, Río Claro, San Clemente y San Rafael | 9.937,8 |
| Cauquenes | Cauquenes | Cauquenes, Chanco y Pelluhue | 3.027,2 |
| Curicó | Curicó | Curicó, Hualañe, Licantén Molina, Rauco, Romeral, Teno, Sagrada Familia y Vichuquén | 7.280,9 |
| Linares | Linares | Linares, Colbún, Longaví, Retiro, Parral, San Javier, Villa Alegre y Yerbas Buenas | 10.050,2 |

*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 2-1 División administrativa de Provincias y Comunas**

*Fuente: Elaboración propia, a partir de la información SIG recopilada de la DGA.*

### 2.1.1.2. Demografía

De acuerdo al Censo Nacional Preliminar de Población y Vivienda del año 2012, la población regional es de 963.618 habitantes y se compone de 471.825 hombres y 491.793 mujeres, con una densidad de 31,8 habitantes por kilómetro cuadrado. En tanto, la tasa de crecimiento anual para el período 2008 − 2010 fue del 0,8%.

El análisis realizado respecto de la población urbana, según Censo 2002, señala que esta alcanza un 67,1% del total regional.

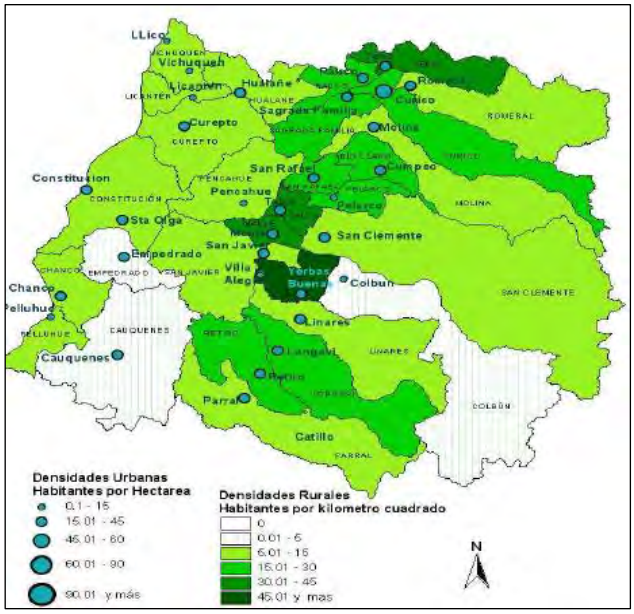
De acuerdo a los datos censales 2002, la Región del Maule es la que presenta el mayor índice de ruralidad en el país. Un 33,6% de la población vive aún en zonas rurales, lo que está muy por sobre la cifra del país en esta materia, la que alcanza un 13,4%. No obstante a esto, la mayor parte de la población regional se concentra en zonas urbanas. Sin embargo, cabe señalar que con 305.077 habitantes el 2002, la población rural ha mostrado una disminución significativa, tanto en términos absolutos como relativos, dado que en 1992 con 355.995 habitantes alcanzaba al 40,2% de la población de la Región.

**Tabla 2-2 Distribución demográfica**

| Provincia (km²) | Población Rural (nº habitantes) | Población Urbana (nº habitantes) | Población (nº habitantes) |
|---|---|---|---|
| Curicó | 86.177 | 157.876 | 244.053 |
| Talca | 86.224 | 266.742 | 352.966 |
| Linares | 114.248 | 139.472 | 253.990 |
| Cauquenes | 18.428 | 38.660 | 57.088 |
| Región | **305.077** | 603.020 | 908.097 |

*Fuente: Censo 2002, INE*

**Figura 2-2 Densidad Poblacional Urbana y Rural**




*Fuente: INE – MIDEPLAN.*

### 2.1.1.3. Economía y sistema productivo

El Producto Interno Bruto (P.I.B) regional alcanza los 2.173.120 millones y se encuentra compuesto en un 60,8% por los sectores agropecuarios-silvícolas, industria manufacturera, electricidad, gas, agua y servicios personales.

La especialización en las actividades silvícolas y agropecuarias caracteriza la economía regional y ha presentado una evolución en los últimos años. Se destaca el incremento de la producción de madera y sus derivados. Además, esta zona se caracteriza por su producción de arroz, remolacha y porotos. También se debe destacar que en esta zona se encuentra el 36% de la superficie plantada de viñas y parronales del país.

La región posee el liderazgo nacional, en lo que se refiere a la industria vitivinícola, el vino, constituye uno de los principales productos de exportación agrícola regional, a la vez, que es un proveedor importante de energía eléctrica para el Sistema Interconectado Central del país.

Para el caso de la fruta fresca, la región posee condiciones para una oferta flexible basada en el desarrollo de diversas variedades, además de una alta competitividad en costos y gran capacidad de abastecer el permanente crecimiento. Los productos de exportación que destacan son arándanos, cerezas, kiwis, manzanas, etc.

En cuanto a las plantaciones forestales, la región es la segunda en importancia, lo que otorga una ventaja en cuanto a disponibilidad de materia prima, más aun, considerando que hay una mayor demanda en la actualidad por productos derivados de la madera como por ejemplo: parquet, muebles, chapas y tableros, entre otros.

Respecto a la industria de la carne, destacan condiciones de suelos para desarrollo de praderas, logrando mayor disponibilidad de insumos y menores requerimientos de forraje conservado en el período invernal.

Se caracteriza la región por la explotación del bosque en pie y por productos industrializados. En esta línea, la planta de Celulosa Constitución es un estímulo para la producción de madera en la región.

#### 2.1.1.4. Climatología

La Región del Maule, se encuentra bajo la influencia de un clima templado cálido, es decir, existe un período de estación seca de alrededor de 4 a 5 meses y se caracteriza por lluvias intensas que se suelen concentrar en el período invernal, alcanzando en esta época cerca del 75% de las precipitaciones alcanzadas durante el año.

En las estaciones de primavera y verano no alcanzan a registrarse más de 40 mm mensuales. En cambio en la estación de invierno, se generan almacenamientos de la precipitación sólida en alturas que alimentan los ríos en las estaciones estivales.

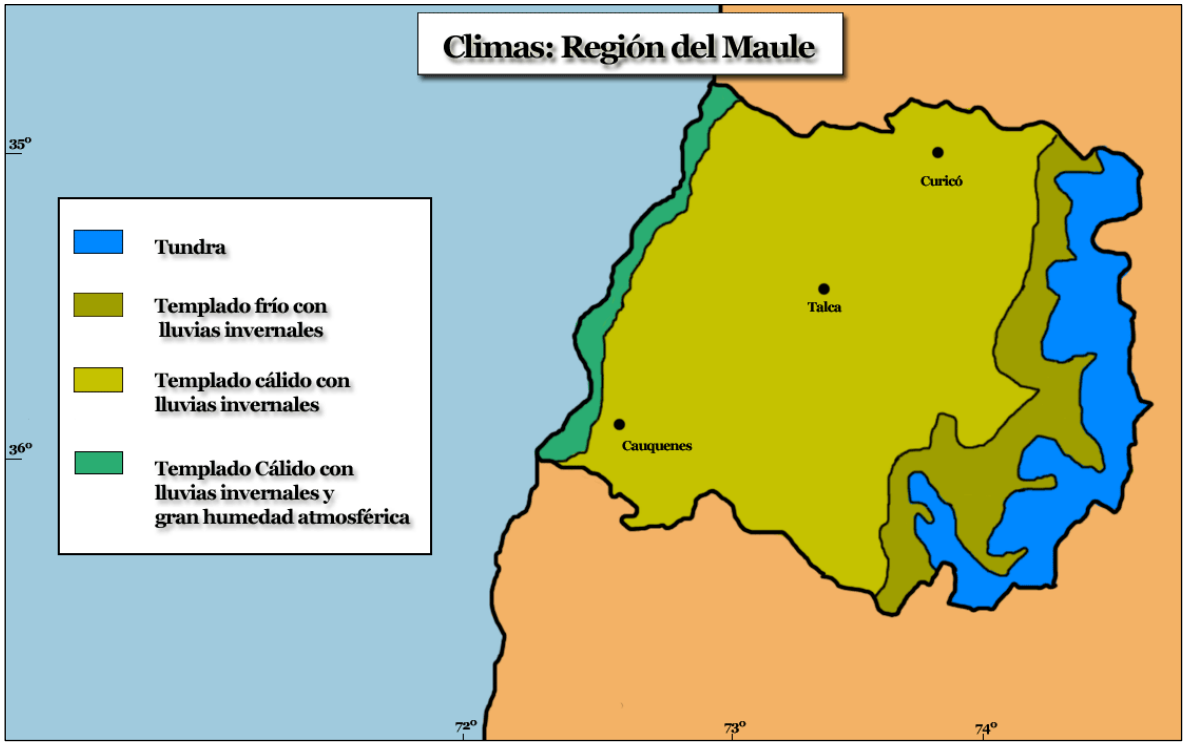
Las precipitaciones aumentan hacia el interior de la región, en la costa se registran precipitaciones de unos 800 mm que aumentan hacia el interior, registrando unos 1.000 mm en Linares.

Entre unos 13º y 15º C, es la variación de las temperaturas medias anuales, observándose algunos sectores como por ejemplo Talca, con temperaturas mayores a las que se producen en la época de verano en Santiago.

Esta región presenta una influencia de un clima mediterráneo, en donde por lo menos 2 meses consecutivos del verano se presenta déficit hídrico. Las variaciones pluviales sumadas a las diferencias térmicas que ocurren en la cordillera andina, especialmente en lo que se refiere a la amplitud térmica anual o continental, definen en su conjunto dos tipos bioclimáticos en la cuenca, los cuales son:

- Mediterráneo pluviestacional − oceánico: influyendo a los sectores costeros, la Cordillera de la Costa, el valle Central y los pisos inferiores de la Cordillera de los Andes, bajo los 2.000 metros sobre el nivel del mar (msnm).
- Mediterráneo pluviestacional − continental: se encuentra en las zonas andinas altas por sobre los 2.000 msnm.

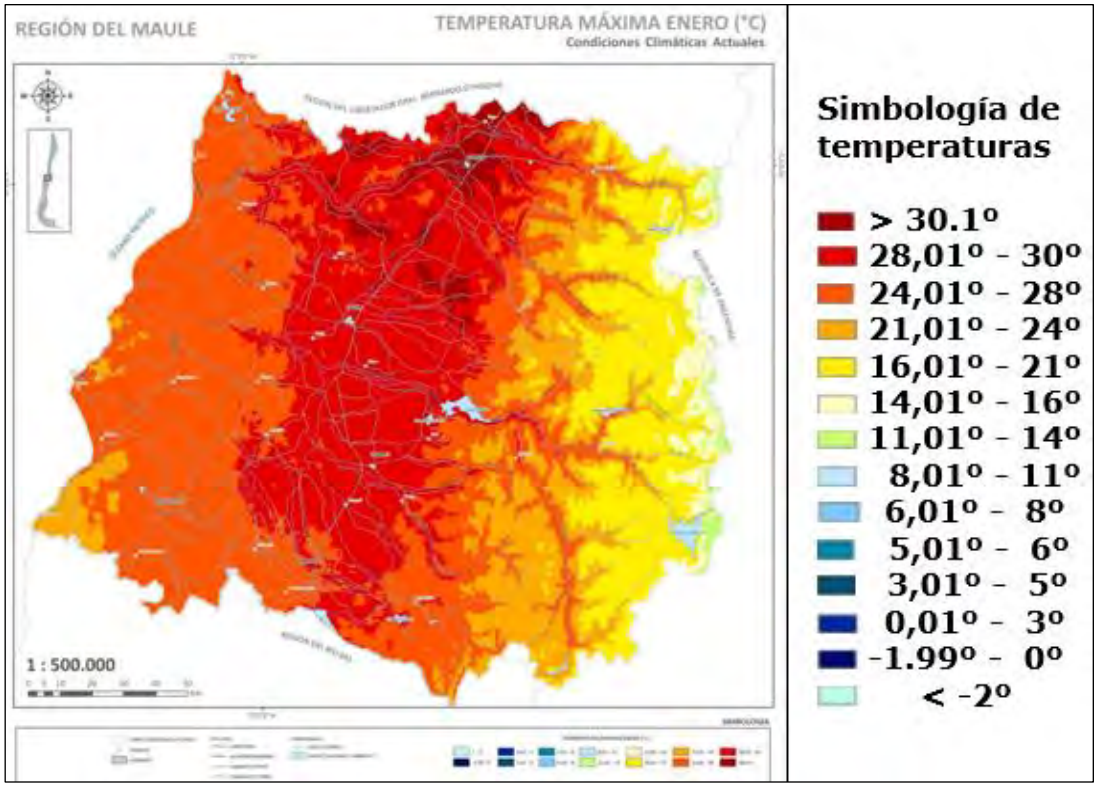
**Figura 2-3 Sectores de Clima en la región**




*Fuente: www.mediateca.cl. Climas de Chile por regiones*

Las características de continentalidad del interior (Valle Longitudinal y Precordillera) hacen que los contrastes térmicos sean más acentuados que en el litoral. Esta situación se observa en la cuenca del río Mataquito que presenta una temperatura media anual de 19ºC, con una máxima de 30ºC y una mínima de 7ºC, en cambio en la cuenca del río Maule se presenta una temperatura media anual de 14,9ºC, con una máxima de 22,8ºC y una mínima de 8ºC. El período seco en la región dura alrededor de seis meses y la precipitación promedio anual es de 735 mm.

**Figura 2-4 Clima de verano en la región**




*Fuente: Zonificación de la actividad productiva, CNR*

### 2.1.1.5. Geomorfología e hidrografía

Desde el punto de vista geomorfológico, se distinguen en la región cinco unidades características de toda la zona central: Cordillera de los Andes, Precordillera, Depresión Intermedia o Valle Central, Cordillera de la Costa y Planicies Litorales.

La Cordillera de los Andes está caracterizada por una extensa llanura de origen volcánico, desarrollada a una altura promedio de 2.500 msnm, que presenta una suave pendiente hacia el oeste y que se encuentra frecuentemente disectada por cursos de agua de valles profundos y abruptos producto de la erosión glacial cuaternaria.

La precordillera se presenta conformando un plano inclinado, con pendiente suaves hacia el oeste, a una altura que varía entre 500 y 1.500 msnm. Está

compuesta por rocas sedimentarias y volcánicas, de origen continental y edad cretácica superior a terciaria.

Producto de la fuerte denudación cuaternaria, este plano se encuentra profundamente disectado por valles de origen glacial, tributarios de aquellos de origen volcánico.

La Depresión Intermedia corresponde a una fosa tectónica limitada por sistemas de faldas de rumbo norte – sur, la que ha sido paulatinamente rellenada producto de la erosión originada por la acción de los glaciares, ríos y el viento. Presenta una suave pendiente hacia el oeste, como un plano levemente inclinado disectada por los valles poco profundos y de origen fluvial, a través de los cuales se ha depositado abundante sedimentación que ha rellenado esta fosa.

La Cordillera de la Costa se presenta como un macizo montañoso, cuya altura máxima no sobrepasa los 700 msnm, compuesto principalmente por rocas graníticas y metamórficas de edad paleozoica del llamado basamento cristalino, con la excepción del sector nororiental, compuesto por rocas sedimentarias y volcánicas, de edad cretácica. Presenta un relieve suave y ondulado, de lomajes bajos y formas amesetadas, que descienden suavemente hacia la costa producto de deformación tectónica.

Las Planicies Litorales se presentan como extensas zonas relativamente planas, con suave pendiente hacia el oeste, aunque no siempre están presentes; es así como en el sector sur de Constitución, la Cordillera de la Costa no permite el desarrollo de esta unidad morfoestructural.

En cuanto a la Hidrografía, en la región se identifican cinco cuencas. Las dos principales corresponden a las cuencas del río Mataquito y la cuenca del río Maule, ambas son de régimen mixto.

El río Mataquito posee una hoya hidrográfica de 6.317 $km^2$ de superficie, sus afluentes son el río Teno y el río Lontué, con un caudal medio de 153 $m^3/s$ que desemboca en el mar al sur de la laguna Vichuquén. Sus aguas son utilizadas para el regadío de cultivos en el valle, abarcando una superficie entorno a las 100.000 hectáreas.

En cuanto al río Maule, es uno de los más importantes del país, posee una hoya hidrográfica que abarca una superficie de 21.041 $Km^2$ con un caudal medio de 467 $m^3/s$. Nace en la cordillera de los Andes y tiene como tributarios en su curso superior a los ríos Puelche, Los Cipreses, Claro y Melado; en el Valle Longitudinal tiene como afluentes al río Loncomilla, para finalmente desembocar en el mar desde Constitución con un ancho de 200 metros.

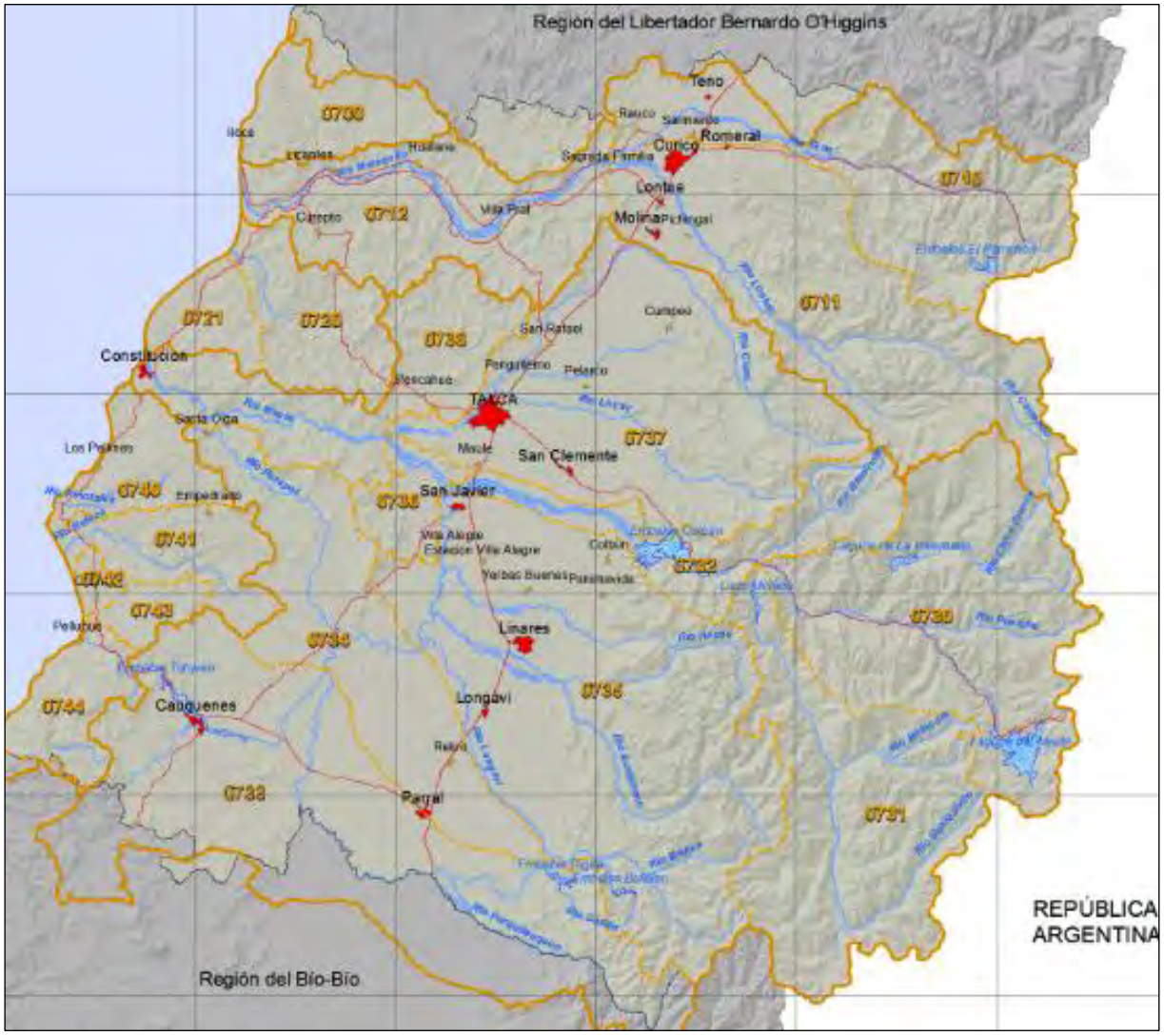
Las tres cuencas restantes corresponden a cuencas costeras: Límite regional río Mataquito; Costera Mataquito Maule y Costera Maule límite Región del Biobío.

**Tabla 2-3 Cuencas Hidrográficas en el Maule**

| Nombre Cuenca | Área ($Km^2$) | Régimen Hidrológico | Caudal Medio Anual | Principales tributarios |
|---|---|---|---|---|
| Maule | 21.041 | Nivo-pluvial | 494 $m^3/s$ | Río Claro<br>Río Puelche<br>Río Melado<br>Río Loncomilla<br>Río Longaví<br>Río Perquilauquén |
| Mataquito | 6.317 | Nivo-pluvial y Pluvio nival | 125 $m^3/s$ | Río Teno<br>Río Lontué |
| Límite Regional Río Mataquito | 609 | Pluvial | Sin información | Estero Boqui<br>Estero Vichuquén |
| Costera Mataquito Maule | 1.085 | Pluvial | Sin información | Río Huenchullami |
| Costera Maule Límite Región del Biobío. | 1.936 | Pluvial | Sin información | Río Pinotalca<br>Río Recoleta<br>Río Rahue |

*Fuente: DGA, Región del Maule, 2011. Áreas obtenidas del SIG de la DGA*

## Figura 2-5 División en subcuencas




*Fuente: Elaboración propia a partir de información SIG de la DGA.*

**Tabla 2-4 División en subcuencas**

| Código Cuenca | | Nombre | Superficie (km²) |
|---|---|---|---|
| **070** | | **Costeras entre límite Región y Río Mataquito** | **609** |
| | 0700 | Lago Vichuquén | 609 |
| **071** | | **Río Mataquito** | **6.317** |
| | 0710 | Río Teno | 1.885 |
| | 0711 | Río Lontué | 2.749 |
| | 0712 | Río Mataquito | 1.683 |
| **072** | | **Costeras Mataquito-Maule** | **1.085** |
| | 0720 | Río Huenchullami | 750 |
| | 0721 | Costeras entre Río Huenchullami y Río Maule | 335 |
| **073** | | **Río Maule** | **21.041** |
| | 0730 | Río Maule Alto (hasta antes junta Río Melado) | 2.703 |
| | 0731 | Río Melado | 2.295 |
| | 0732 | Maule Medio | 943 |
| | 0733 | Perquilauquén Alto | 4.163 |
| | 0734 | Perquilauquén Bajo | 1.825 |
| | 0735 | Río Loncomilla | 4.390 |
| | 0736 | Río Maule entre Río Loncomilla y Río Claro | 341 |
| | 0737 | Río Claro | 3.065 |
| | 0738 | Maule Bajo | 1.316 |
| **074** | | **Costeras entre río Maule y limite Región** | **1.936** |
| | 0740 | Costeras entre Quebrada Honda y Río Reloca | 508 |
| | 0741 | Río Reloca | 633 |
| | 0742 | Costeras entre Río Reloca y Río Curanilahue | 89 |
| | 0743 | Río Curanilahue | 197 |
| | 0744 | Costeras entre R. Curanilahue y limite Región (E. Pullay) | 509 |

*Fuente: Elaboración Propia, a partir de información obtenida en la DGA.*

## 2.2. RECOPILACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE ANTECEDENTES

En este capítulo se presenta la recopilación y sistematización de antecedentes realizada, incluyendo el levantamiento, estructuración y análisis previo de información, con el objetivo de formar un estado de arte base del Plan Maestro respecto a todos los ítems relacionados con recursos hídricos. En este proceso se recopilaron y analizaron documentos relacionados con la planificación del territorio, estudios e informes técnicos, bases de datos hidrológicos, proyectos y toda la información que se estimó oportuna relacionada con el recurso hídrico en la Región que pueda servir para la formulación de este Plan Maestro.

### 2.2.1. Introducción. Recopilación y Sistematización de Antecedentes

Para la realización de la presente investigación, el grupo de trabajo recopiló un total 173 documentos, distribuidos en su mayoría en estudios, estudios ambientales, publicaciones científicas, tesis, catastros y proyectos.

La información recopilada corresponde a publicaciones de distintas administraciones, entre otras:

- Dirección General de Aguas(DGA)
- Dirección de Obras Hidráulicas (DOH)
- Comisión Nacional de Riego (CNR),
- Ministerio de Obras Públicas (MOP)
- Servicio Agrario Ganadero(SAG)
- Superintendencia de Servicios Sanitarios(SISS)
- Superintendencia Medio Ambiente(SMA)
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN)
- Corporación de Fomento de la Producción (CORFO)
- Servicio de Evaluación Ambiental (SEA, de especial relevancia ya que en el marco de las evaluaciones ambientales se presentan muchos estudios, líneas bases, modelos, etc. relacionadas con recursos hídricos)

- Instituto Geográfico Militar (IGM), Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)

Los documentos fueron clasificados según temática, asignándoles una referencia alfanumérica, compuesta por un código de letras según temática y una numeración creciente, conforme al año de edición del documento. En la tabla siguiente se detallan los códigos asignados, según temática.

**Tabla 2-5 Codificación de documentos recopilados según temática**

| Código | Temática |
|---|---|
| **CA** | Calidad del Agua |
| **CC** | Cambio Climático |
| **DT** | Desarrollo Territorial |
| **EX** | Eventos Extremos |
| **EH** | Estaciones Hidrométricas |
| **IH** | Infraestructura Hidráulica |
| **MA** | Medio Ambiente |
| **RH** | Recursos Hídricos |
| **SAP** | Silvo Agro Pecuario |

*Fuente: Elaboración Propia*

Por otro lado, se realizó una segunda clasificación según el tipo de documento que se tratara. En la Tabla 1-6 se muestra esta clasificación y la descripción de cada tipo de documento.

**Tabla 2-6 Clasificación de documentos recopilados según tipo de documento**

| Tipo de documento | Descripción |
|---|---|
| **Artículo Técnico** | Documento publicado en revistas especializadas |
| **Catastro** | Documento a modo de inventario que recoge información relativa a un conjunto homogéneo de elementos, dispuesta sistemáticamente en forma de tablas, cuadros, base de datos o similar. |
| **Estudio o Informe Técnico** | Documento más o menos extenso, normalmente elaborado en varias fases y constituido por varios volúmenes, que aborda una determinada problemática.<br>Un Estudio puede contener, a su vez, diferentes Informes Técnicos para profundizar en determinadas cuestiones. Y un Informe Técnico constituir él sólo un Estudio. |
| **Plan, Política, Programa** | Documento de carácter genérico, con una visión holística de un territorio, elaborado como instrumento para la planificación territorial, en el que se anticipan las estrategias y líneas de acción para la consecución de unos objetivos preestablecidos |
| **Presentación** | Documento esquemático utilizado a modo de guion, normalmente, ilustrado con figuras y gráficos, para la exposición de un trabajo. |
| **Proyecto de Ingeniería** | Documento técnico elaborado previamente a la ejecución de una obra civil, en el que se incluye una descripción detallada de la misma, su justificación técnica, cálculos y estudios específicos (hidrología, geología, geotecnia, cálculo estructural, etc.), planos y valoración económica. Se incluyen en esta categoría los proyectos en fases previas de pre factibilidad y factibilidad. |
| **Tesis** | Documento que recoge los trabajos realizados por un estudiante universitario aspirante a títulos Universitarios |

*Fuente: Elaboración Propia*

En el Anexo 2-2 Documentación Recopilada, se incluye la base de datos de los documentos recopilados, con el siguiente contenido:

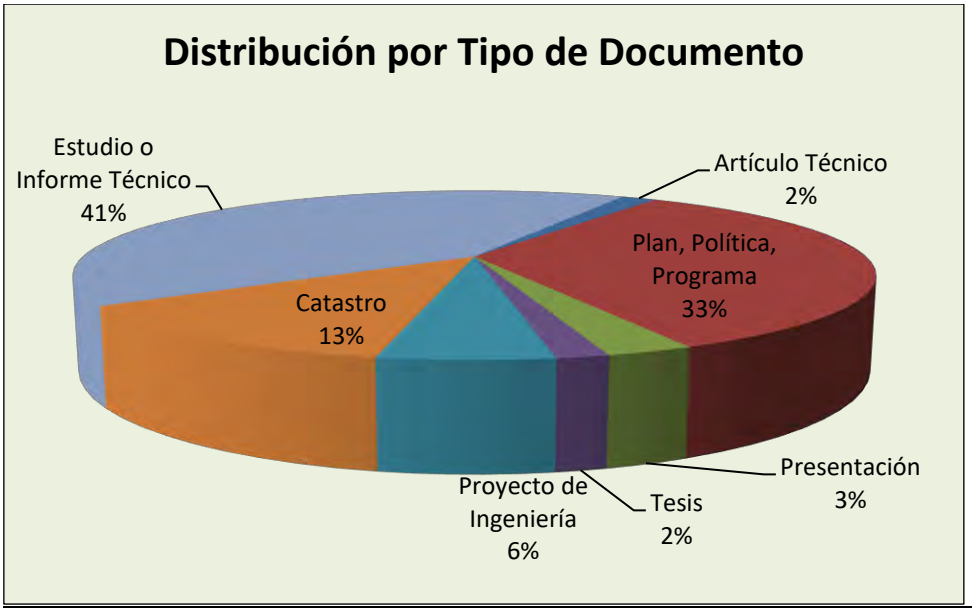
- **Referencia** (Código + numeración): corresponde a un número correlativo que permite su identificación
- **Tipo de documento**: informe, artículo de revista, congreso, EIA, DIA
- **Título**: corresponde al título del estudio o informe
- **Año:** de edición
- **Autor**: corresponde a los autores como personas naturales o institución
- **Mandante**: institución que encargó el estudio
- **Temática**: Calidad del Agua, Cambio Climático, Desarrollo Territorial, Eventos Extremos, Estaciones Hidrométricas, Infraestructura Hidráulica, Medio Ambiente, Recursos Hídricos, Silvoagropecuario.
- **Ámbito Territorial**: Nacional, Regional, Provincial, Comunal, Municipal Cuenca (Mataquito, Maule o Cuencas Costeras) o Subcuenca (del Mataquito, del Maule)
- **Resumen**: síntesis del contenido del documento

En la siguiente Figura 1-1 Distribución por tipo de documento de los antecedentes recopilados, se representa la cantidad de información recopilada (169 documentos), según temática y tipo de documento.

Como puede observarse, la mayoría de los documentos analizados son de aspectos relativos infraestructura hidráulica y medio ambiente, presentando además un importante peso el ámbito de los recursos hídricos.

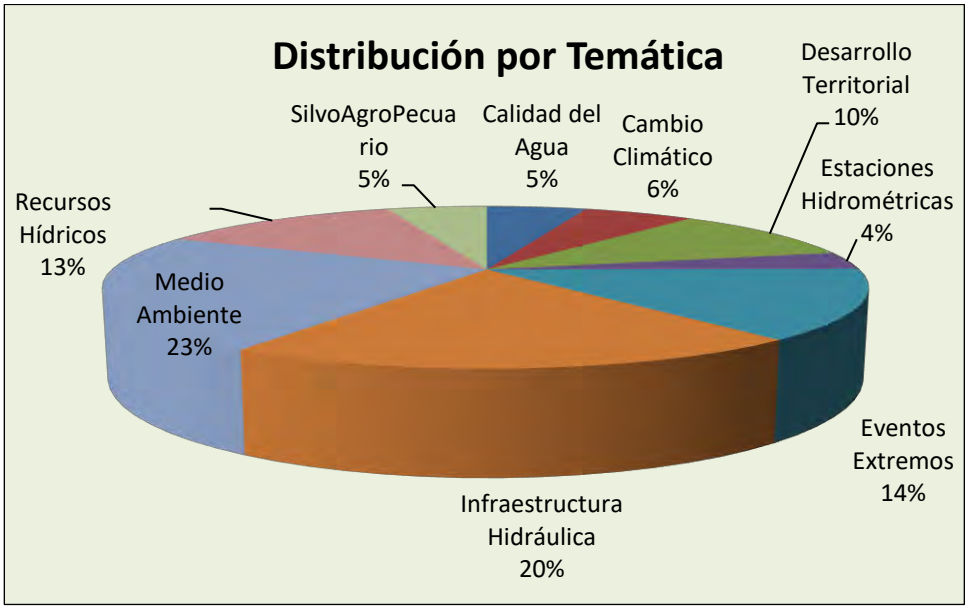
El 49% de los documentos tiene formato de *Informe Técnico* como se muestra en la Figura 2-6. Distribución por tipo de documento de los antecedentes recopilados.

**Figura 2-6 Distribución por tipo de documento de los antecedentes recopilados**




*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 2-7 Distribución por temática de los Antecedentes**




*Fuente: Elaboración Propia*

### 2.2.2. Recopilación de planes, políticas y programas

Se recopilaron 43 antecedentes con carácter de plan, política o programas. El documento base para la realización del Plan Maestro es **RH080 *Plan Director para la gestión de los recursos hídricos cuenca del río Maule Fase II Actualización del modelo de operación del sistema y formulación del plan.*** En este documento se encuentran los antecedentes e información relativa a la cuenca del Maule hasta el año 2008. Los demás Planes, Políticas y Programas se citan, junto a este, en la Tabla 1-7 Listado de Planes, Políticas y Programas recopilados.

**Tabla 2-7 Listado de Planes, Políticas y Programas recopilados**

| Referencia | Título |
|---|---|
| CA060 | PROGRAMA GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POR PARTE DE ORGANIZACIONES DE REGANTES. INFORME FINAL |
| CC005 | ESTRATEGIA NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO |
| CC080 | POLÍTICAS PÚBLICAS PARA LA ADAPTACIÓN A LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA AGRICULTURA DE RIEGO EN CHILE CENTRAL |
| CC090 | PLAN NACIONAL DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO. PROPUESTA |
| DT015 | PROGRAMA DE ORGANIZACIÓN Y CAPACITACIÓN DE COMUNIDADES DE AGUAS, Y DESARROLLO DE ORGANIZACIONES TERRITORIALES EN DIVERSAS REGIONES DEL PAÍS |
| DT025 | ESTRATEGIA REGIONAL DE DESARROLLO |
| DT030 | PROPUESTA DE POLÍTICA REGIONAL DE DESARROLLO RURAL REGIÓN DEL MAULE |
| DT040 | PLAN REGIONAL DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL(PROT) |
| DT050 | GUÍA ANÁLISIS Y ZONIFICACIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL |
| DT055 | PLAN REGIONAL DE GOBIERNO. REGIÓN DEL MAULE 2014-2018 |
| DT060 | PROGRAMA GESTIÓN TERRITORIAL PARA ZONAS REZAGADAS |

**Tabla 2-7 Listado de Planes, Políticas y Programas recopilados**

| Referencia | Título |
|---|---|
| DT070 | PLAN SECANO MAULE SUR 2016-2018. INICIATIVAS E INVERSIONES DESARROLLO TERRITORIO SECANO MAULE SUR. COMUNAS DE CAUQUENES, CHANCO, PELLUHUE Y EMPEDRADO. REGIÓN DEL MAULE |
| DT090 | PLAN DESARROLLO COMUNAL (PLADECO) |
| EX020 | PLAN NACIONAL DE PROTECCIÓN CIVIL |
| EX030 | PROTOCOLO ONEMI-DGA. DECLARACIÓN DE ALERTA DE CRECIDAS Y OTRAS MEDIDAS |
| EX033 | PLAN COMUNAL DE EMERGENCIA. COMUNA DE LONGAVÍ |
| EX040 | PLAN PROVINCIAL DE EMERGENCIA 2014 CURICÓ |
| EX050 | POLÍTICA NACIONAL DE PARA LA GESTIÓN DE RIESGO DE DESASTRES |
| EX060 | PROTOCOLO ONEMI-SHOA PARA EVENTO DE TSUNAMI EN LAS COSTAS DE CHILE |
| EX065 | PLAN COMUNAL DE PROTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIA. CHANCO |
| EX070 | PLAN REGIONAL DE EMERGENCIA. AÑO 2015 |
| EX080 | PLAN DE EMERGENCIA PROVINCIAL CAUQUENES |
| EX090 | PLAN DE EMERGENCIA PROVINCIAL LINARES |
| EX100 | PLAN DE EMERGENCIA PROVINCIAL TALCA |
| EX113 | PLAN COMUNAL DE EMERGENCIA. COMUNA DE CAUQUENES |
| EX114 | PLAN COMUNAL DE PROTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIA. PARRAL |
| EX115 | PLAN COMUNAL DE PROTECCIÓN CIVIL. COMUNA DE LINARES |
| EX116 | PLAN COMUNAL DE PROTECCIÓN CIVIL Y EMERGENCIA. PELLUHUE |
| EX117 | PLAN COMUNAL DE EMERGENCIA. COMUNA DE TALCA |
| EX120 | GESTIÓN REGIONAL PLAN INVIERNO 2015. INFORME EJECUTIVO Nº 1 |
| IH060 | PLAN MAESTRO DE EVACUACION Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS TALCA |
| IH070 | PLAN MAESTRO DE EVACUACION Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS LINARES |
| IH075 | PLAN MAESTRO DE EVACUACION Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS CURICO |
| IH090 | PLAN MAESTRO DE MANEJO DE CAUCES CUENCA RÍO MATAQUITO. VII REGION. ETAPA 5. INFORME FINAL |

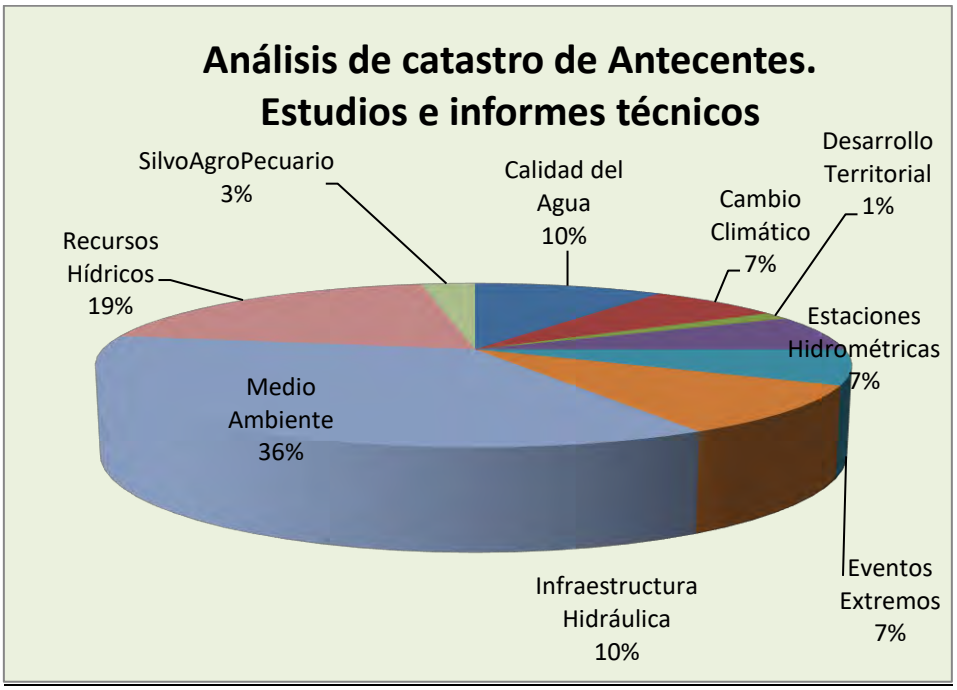
| Tabla 2-7 Listado de Planes, Políticas y Programas recopilados | |
|---|---|
| **Referencia** | **Título** |
| IH092 | PLAN MAESTRO DE MANEJO DE CAUCES CUENCA RÍO MAULE VII REGION. |
| IH093 | PLAN MAESTRO DE MANEJO DE CAUCES RÍOS LONGAVÍ Y ACHIBUENO, VII REGION. |
| IH140 | PLAN MAESTRO DE EVACUACION Y DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS CONSTITUCIÓN |
| MA040 | POLÍTICA AMBIENTAL DE LA REGIÓN DEL MAULE |
| RH080 | PLAN DIRECTOR PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS CUENCA DEL RÍO MAULE FASE II ACTUALIZACIÓN DEL MODELO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA Y FORMULACIÓN DEL PLAN |

*Fuente: Elaboración Propia*

### 2.2.3. Recopilación de iniciativas, estudios y proyectos

En esta recopilación se encuentran la mayor cantidad de antecedentes encontrados, documentos que presentan conceptos o lineamientos de tipo general y que serán utilizados para la formulación del Plan Maestro. Entre ellos se encuentran estudios de ingeniería civil, estudios Agronómicos, calidad de las aguas, referentes a riego, entre otros. Han sido codificados un total de 71 Estudios e Informes Técnicos.

**Figura 2-8 Análisis del catastro de antecedentes. Estudios e Informes Técnicos.**




*Fuente: Elaboración Propia*

En base al Ministerio de Desarrollo Social se realiza una recopilación de las iniciativas de inversión a través del Banco Integrado de Proyectos que comprende a los proyectos, programas y estudios. Estas iniciativas fueron filtradas según el ámbito de interés del Plan Maestro, es decir, referentes a recursos hídricos.

Se han detectado 395 iniciativas en el período de tiempo de 1994 a 2016 de las cuales 324 son proyectos, 35 estudios básicos y 36 programas. El listado se encuentra en formato digital en el Anexo 2-5 Banco Integrado de Proyectos.

**Tabla 2-8 Análisis de las iniciativas según BIP. Estudios Básicos**

| Institución Responsable | Suma de Numero de Iniciativas | Suma de Costo Total M$ |
|---|---|---|
| COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO | 7 | 626.040 |
| DIRECCIÓN AGUAS MOP VII REGIÓN DEL MAULE | 4 | 196.850 |
| DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS | 2 | 431.089 |
| EMPRESA SERVICIOS SANITARIOS DEL MAULE S.A | 2 | 49.961 |
| GOBIERNO REGIONAL - REGIÓN VII MAULE | 1 | 101.321 |
| MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE | 1 | 55.300 |
| MUNICIPALIDAD DE HUALAÑE | 2 | 34.643 |
| MUNICIPALIDAD DE PARRAL | 1 | 178.966 |
| MUNICIPALIDAD DE RÍO CLARO | 1 | 22.802 |
| SEREMI MOP VII REGIÓN DEL MAULE | 1 | 14.358 |
| SUPERINTENDENCIA DE SERVICIOS SANITARIOS | 1 | 150.000 |
| UNIVERSIDAD DE TALCA | 1 | 120.507 |
| DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS | 11 | 1.188.952 |

*Fuente: Banco Integrado de Proyectos, febrero-2016*

**Tabla 2-9 Análisis de las iniciativas según BIP. Programas**

| Institución Responsable | Suma de Numero de Iniciativas | Suma de Costo Total M$ |
|---|---|---|
| COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO | 12 | 2.405.648 |
| GOBIERNO REGIONAL - REGIÓN VII MAULE | 9 | 11.075.769 |
| INSTITUTO INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS VII R. | 1 | 168.740 |
| MUNICIPALIDAD DE RÍO CLARO | 1 | 16.250 |
| MUNICIPALIDAD DE SAN JAVIER | 1 | 60.987 |
| OFICINA DE ESTUDIOS Y POLÍTICAS AGRARIAS | 3 | 405.167 |
| SEREMI AGRICOLTURA VII REGIÓN DEL MAULE | 1 | 44.655 |
| SEREMI ECONOMIA VII REGIÓN DEL MAULE | 1 | 4.125 |
| UNIVERSIDAD DE TALCA | 2 | 115.149 |
| DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS | 5 | 717.523 |

*Fuente: Banco Integrado de Proyectos, febrero-2016*

**Tabla 2-10 Análisis de las iniciativas según BIP. Proyectos**

| Institución Responsable | Suma de Numero de Iniciativas | Suma de Costo Total M$ |
|---|---|---|
| COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO | 4 | 2.298.124 |
| DIRECCIÓN AGUAS MOP VII REGIÓN DEL MAULE | 3 | 185.771 |
| DIRECCIÓN DE PLANEAMIENTO | 3 | 442.633 |
| DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS | 2 | 469.837 |
| EMPRESA SERVICIOS SANITARIOS DEL MAULE S.A. | 46 | 12.288.998 |
| GOBERNACIÓN CURICÓ | 1 | 17.100 |
| GOBIERNO REGIONAL - REGIÓN VII MAULE | 3 | 327.502 |
| HOLDING ENAP | 1 | 680.697 |
| MUNICIPALIDADES | 108 | 10.070.852 |
| SEREMI AGRICULTURA VII REGIÓN DEL MAULE | 1 | 146.500 |
| SEREMI ECONOMIA VII REGION DEL MAULE | 1 | 15.130 |
| SEREMI VIVIENDA VII REGIÓN DEL MAULE | 7 | 963.417 |
| DIRECCIÓN DE OBRAS HIDRÁULICAS | 144 | 75.713.072 |
| **TOTAL** | 324 | **103.619.633** |

*Fuente: Banco Integrado de Proyectos, febrero-2016*

Se realizó la búsqueda según los sectores de agua potable y alcantarillado; industria, comercio, finanzas y turismo; silvoagropecuario; y multisectorial (subsector defensas fluviales, marítimas y cauces artificiales)

El monto obtenido es el sumatorio del total presupuestado de las iniciativas en Miles de pesos según el valor de cada año de la moneda, por lo tanto tampoco refleja su ejecución.

El presupuesto invertido en iniciativas tiene una cuantía muy superior al invertido en estudios básicos y programas. Siendo la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH) la institución con mayor presupuesto invertido. La Comisión Nacional de Riego (CNR) y Gobierno Regional invierten más Programas.

## Ley de Fomento 18.450

La Ley de Fomento a la inversión Privada en Obras Menores de Riego y Drenaje, otorga bonificación al costo de construcción de proyectos de riego a los productores agrícolas que cumplan con el fin de incrementar la superficie regada del país. Sobre estas inversiones se ha levantado la información de los últimos años para obtener un análisis de inversión por comunas. Para este análisis se ha divido la región en seis sectores de cuenca según se indica en la Tabla 2-11 Sector Cuenca por Comunas. El período de análisis es de 1984-2014.

**Tabla 2-11 Sector Cuenca por Comunas**

| Mataquito alto | Maule alto | Maule medio/ Loncomilla | Maule bajo | Costera Norte | Costera Sur |
|---|---|---|---|---|---|
| Romeral | Molina | Río Claro | Constitución | Vichuquén | Empedrado |
| Curicó | San Clemente | San Rafael | Pencahue | | Chanco |
| Teno | Colbún | Pelarco | San Javier | | Cauquenes |
| Rauco | Maule alto | Talca | Curepto | | Pelluhue |
| Hualañe | Molina | Maule | | | Costera Sur |
| Licantén | San Clemente | Yerbas Buenas | | | Empedrado |
| Sagrada Familia | Colbún | Linares | | | |
| | | Longaví | | | |
| | | Parral | | | |
| | | Retiro | | | |
| | | Villa Alegre | | | |

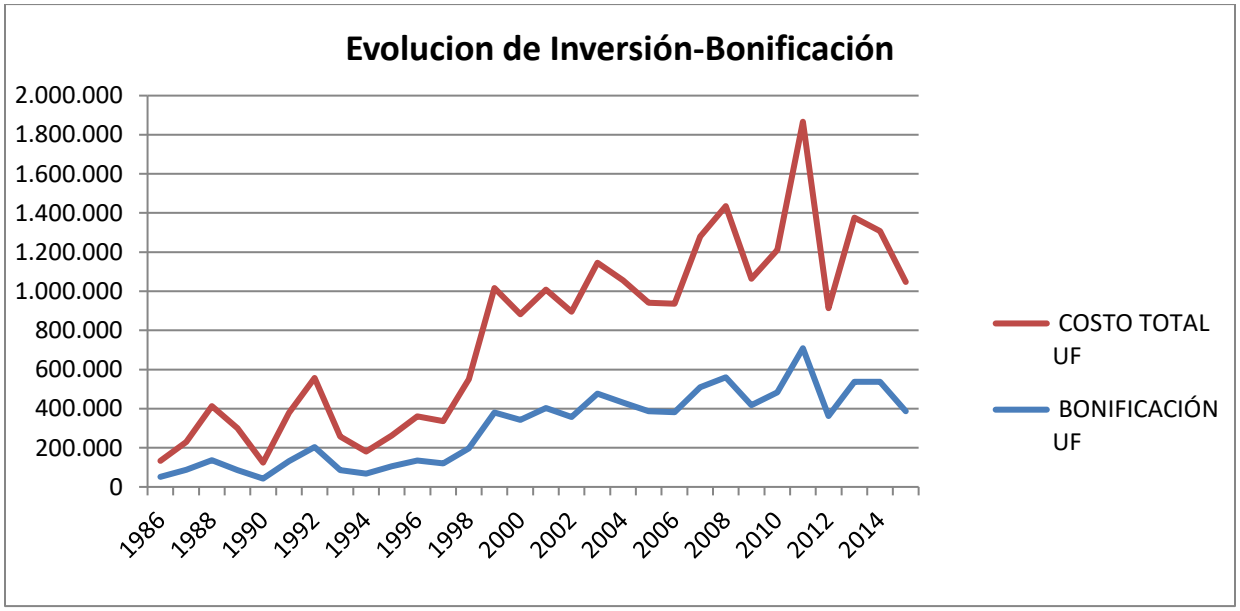
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 2-12 Costo total de las Iniciativas por sector de Cuenca. Ley Fomento 18.450 de 1984-2014**

| Sector Cuenca | Número de Iniciativas | Superficie Técnica | Costo Total UF | Bonificación UF |
|---|---|---|---|---|
| Costera Sur | 217 | 3.694 | 496.676 | 293.256 |
| Mataquito alto | 1578 | 18.696 | 2.929.786 | 1.797.621 |
| Maule alto | 930 | 11.077 | 2.391.767 | 1.532.316 |
| Maule bajo | 500 | 12.595 | 1.634.829 | 1.007.072 |
| Maule medio/Loncomilla | 2359 | 29.483 | 6.231.153 | 4.092.817 |
| Costera Norte | 3 | 41 | 5.951 | 4.201 |

*Fuente: Ley de Fomento 18.450*

**Gráfico 2-1 Evolución de inversión de los proyectos de la Ley de Fomento para la Región 1986-2015**




*Fuente: Ley de Fomento, 2016*

El ascenso en la inversión del año 2000 a 2010 es fácilmente apreciable respecto a la tendencia de los años anteriores, pero sin embargo, el

porcentaje de bonificación no acompaña la misma pendiente, como se observa en la separación de ambas líneas.

A continuación se detallan las iniciativas aportadas por el Ministerio de Agricultura:

**Tabla 2-13 Iniciativas MINAGRI 2015 - 2016**

| INICIATIVA | 2015 | 2016 | TOTAL M$ |
|---|---|---|---|
| Estudio piloto de recarga acuíferos en LONTUE | 16.238 | 0 | 16.238 |
| Transferencia para la constitución Junta de Vigilancia en Río Teno. | 66.220 | 0 | 66.220 |
| Diagnóstico para desarrollar plan de riego en Cuenca Loncomilla | 40.144 | 119.710 | 159.854 |
| Diagnóstico para desarrollar un plan de riego en Mataquito | 64.000 | 95.505 | 159.505 |
| Diagnóstico para desarrollar plan de riego en Cuenca del Maule | 64.000 | 95.505 | 159.505 |
| Diagnóstico del estado actual de los tranques en la VII Región. | 0 | 70.000 | 70.000 |

*Fuente: MINAGRI, 2016*

## 2.3. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

### 2.3.1. Análisis de Red Hidrometeorológica y Niveles

#### 2.3.1.1. Introducción

La recopilación de la información necesaria para la elaboración del Diagnóstico y del Plan Maestro de Recursos Hídricos de la Región VII del Maule, se ha basado en la adquisición de documentación existente en la DGA relacionada, en este caso, con la Red Hidrométrica Regional utilizada en la gestión de los recursos hídricos, tanto superficiales como subterráneos.

La recopilación de la información básica se refiere a los siguientes aspectos principales:

- *RED HIDROMÉTRICA PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS*, definida básicamente por las estaciones fluviométricas, pluviométricas, termométricas, evaporimétricas, que permita rescatar la situación espacial y la distribución temporal a nivel mensual de las series de las distintas variables que intervienen en el conocimiento de la oferta hídrica.
- *RED DE POZOS PARA NIVEL DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS*, se refiere a la información de los niveles freáticos de los pozos para la cuantificación de los recursos subterráneos.

Las fuentes disponibles más inmediatas para su análisis proceden de consultas vía página *web* de la DGA. No obstante y dado que toda esta información debe tratarse y redefinirse a nivel de unidad hidrológica de subcuencas, resulta imprescindible disponer de la información básica de cobertura de los archivos SIG (*.shp), tanto de la DGA como de los Estudios de más reciente ejecución.

La georreferenciación de toda la información disponible es básica para realizar el análisis de la información disponible, por lo que disponer de las capas de los SIG de los Estudios es muy importante para este estudio. El análisis de esta información SIG se detalla más adelante en este Informe.

#### 2.3.1.2. Recopilación y análisis de antecedentes hidrométricos

El objetivo general de este apartado es el análisis de la información existente de la red hidrométrica, incluyendo las redes fluviométricas, meteorológicas, sedimentológicas y de aguas subterráneas de la VII Región del Maule existente en la Dirección General de Aguas, mientras que la información relativa a la red de calidad de aguas se analiza en el apartado 2.3.6 Análisis de Calidad de Agua.

Los estudios más recientes que se han considerado relevantes para su análisis, en cuanto a hidrometría que se refieren y que pueden dar continuidad al Plan Maestro de Recursos Hídricos de la Región VII del Maule, son:

- **(EH020)** ***ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DE LA RED FLUVIOMÉTRICA Y ASIGNACIÓN DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO***. MOP, DIRECCIÓN DE PLANEAMIENTO, 2006.
- **(EH030)** ***MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE RED DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, REGIONES VII A XI*****.** CONIC BF INGENIEROS CIVILES CONSULTORES LTDA. S.I.T. Nº 223. Diciembre 2010.
- **(EH040)** ***ANÁLISIS CRÍTICO DE LAS REDES HIDROMÉTRICAS, REGIONES V A VII Y REGIÓN METROPOLITANA***. KRAL CONSULTORES LIMITADA. DGA, Noviembre 2013.
- **(RH110)** ***PLAN REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA Y GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO AL 2021. REGIÓN DEL MAULE***. MOP 2012.

De acuerdo con el Código de Aguas, la DGA tiene entre otras funciones, "planificar el desarrollo del recurso en las fuentes naturales, con el fin de formular recomendaciones para su aprovechamiento" como también "investigar y medir el recurso" para lo cual "deberá mantener y operar el servicio hidrométrico nacional y proporcionar y publicar la información correspondiente".

El objetivo general de este apartado es el análisis de la información existente de la red hidrométrica, incluyendo las redes fluviométrica, meteorológica, sedimentométrica y de aguas subterráneas de la Región del Maule existente en la Dirección General de Aguas.

A continuación se analiza la evolución de la red hidrométrica, con el apoyo de los estudios de referencia y en especial de los (EH040) ***Análisis crítico de las redes hidrométricas, Regiones V a VII y Región Metropolitana***. Kral Consultores Limitada, de noviembre 2013, (RH110) ***Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021. Región del***

***Maule***, MOP 2012, y el (EH30) ***Mejoramiento y Ampliación de Red de Aguas Subterráneas, Regiones VII a X***. CONIC. BF Ingenieros Consultores Ltda., de 2010, los tres de reciente ejecución.

#### 2.3.1.3. Red de Estaciones Meteorológicas

La Organización Mundial de Meteorología (OMM), en su Guía de prácticas hidrológicas (OMM-N° 168), recomienda para una red hidrométrica unas densidades mínimas de estaciones, dependiendo de la tipología de la estación y de la configuración fisiográfica de la cuenca, tal como se muestra en la **Tabla 2-14** Densidad mínima recomendada por la OMM para las estaciones.

**Tabla 2-14 Densidad mínima recomendada por la OMM para las estaciones (área en km²/estación)**

| Unidad fisiográfica | Instrumentos de medición | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Precipitación | | Evaporación | Flujo fluvial | Sedimentos | Calidad del agua |
| | No registradoras | Registradoras | | | | |
| Costa | 900 | 9.000 | 50.000 | 2.750 | 18.300 | 55.000 |
| Montaña | 250 | 2.500 | 50.000 | 1.000 | 6.700 | 20.000 |
| Planicie interior | 575 | 5.750 | 5.000 | 1.875 | 12.500 | 37.500 |
| Montes /ondulaciones | 575 | 5.750 | 50.000 | 1.875 | 12.500 | 47.500 |
| Islas pequeñas | 25 | 250 | 50.000 | 300 | 2.000 | 6.000 |
| Áreas urbanas | – | 10 a 20 | – | – | – | – |
| Polos/tierras áridas | 10.000 | 100.000 | 100.000 | 20.000 | 200.000 | 200.000 |

*Fuente: Guía de prácticas hidrológicas. Volumen I. Organización Mundial de Meteorología (OMM-N°168). 2011*

En base a estas recomendaciones de la OMM, se ha elaborado en la Tabla 2-15 Densidad de estaciones meteorológicas por cuencas, registro en el que se específica el grado de cumplimiento en cuanto a la densidad de estaciones meteorológicas existentes en las diferentes cuencas de la Región del Maule.

**Tabla 2-15 Densidad de estaciones meteorológicas por cuencas**

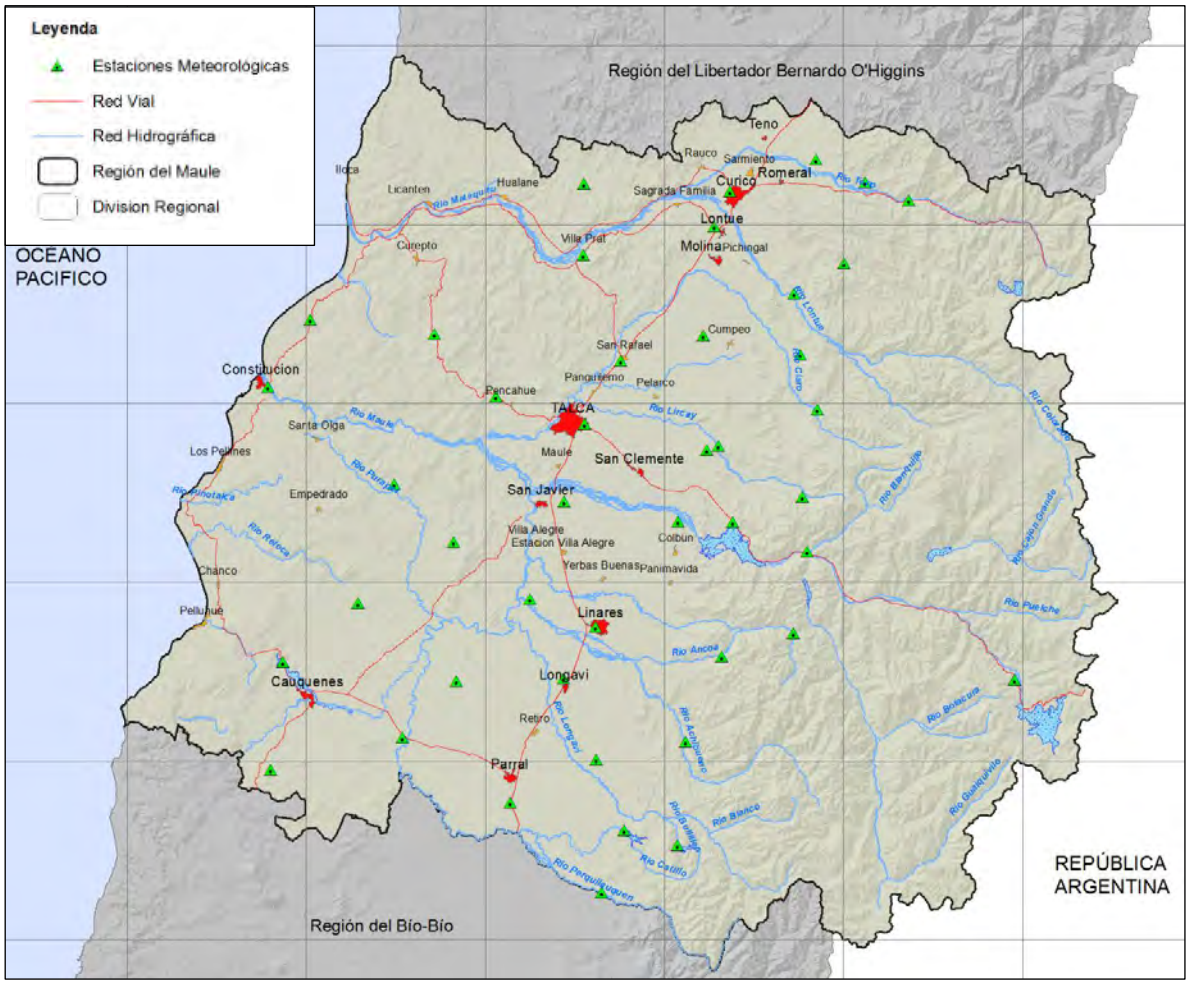
| Cuencas de la Región del Maule | Área (km²) | Nº estaciones meteorológicas | Densidad estaciones (km²/estación) | | Grado de cumplimiento |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Real | Recomendada OMM | |
| Costeras Límite R. VI - Mataquito | 609 | 0 | - | 900 | No cumple |
| Río Mataquito | 6.317 | 12 | 530 | 575 | Cumple |
| Costeras Mataquito - Maule | 1.085 | 2 | 546 | 900 | Cumple |
| Río Maule | 21.041 | 39 | 535 | 575 | Cumple |
| Costeras Maule - Límite R. VIII | 1.936 | 1 | 1.947 | 900 | No cumple |

*Fuente: Elaboración propia, además de información de la DGA y Organización Mundial de Meteorología, 2011*

De las 54 estaciones meteorológicas citadas, 12 de ellas coinciden además, con sitios de estaciones fluviométricas.

En la siguiente **Figura 2-9**, se presenta la distribución espacial de estas estaciones meteorológicas.

**Figura 2-9 Estaciones meteorológicas de la Región VII – Maule.**




*Fuente: Elaboración Propia, a partir de información DGA (coordenadas de ubicación).*

Como se puede observar, las Cuencas Costeras en los límites de la Región con las regiones vecinas (Costeras Límite R. VI – Mataquito y Costeras Maule

- Límite R. VIII) no cuentan con estaciones meteorológicas suficientes, según el criterio de la OMM.

En las cuencas de los ríos Mataquito y Maule, si bien podría afirmarse que las estaciones meteorológicas son suficientes, según el criterio de la OMM, en su gran mayoría se encuentran situadas hacia poniente del pie de la cordillera de Los Andes. Es decir, hay poca presencia de estaciones meteorológicas en la Alta Cordillera y en la Cordillera de la Costa en las zonas con variación de altitud.

#### 2.3.1.4. Red de Estaciones Fluviométricas

Actualmente se dispone de datos de 63 estaciones fluviométricas – estaciones de la DGA, con datos de los últimos 10 a 20 años (ver Anexo 3 Estaciones Hidrométricas DGA), cuyo emplazamiento puede observarse en la **Figura 2-11** Estaciones Fluviométricas de la Región. De ellas, 44 corresponden a estaciones en cauces naturales y las 23 restantes a estaciones en canales.

En la Tabla 2-16 Distribución Estaciones Fluviométricas. Distribución por Cuencas, en forma similar a las estaciones meteorológicas, se indica el número de estaciones fluviométricas por cuencas y el grado de cumplimiento en cuanto a la densidad recomendada por la OMM, considerando las 44 estaciones fluviométricas en cauces.

**Tabla 2-16 Distribución Estaciones Fluviométricas. Distribución por Cuencas**

| Cuencas de la Región del Maule | Área ($km^2$) | Nº estaciones fluviométricas | Densidad estaciones ($km^2$/estación) | | Nº Recomendado OMM | Grado de cumplimiento |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Real | Recomendada OMM | | |
| Costeras Límite R. VI - Mataquito | 638 | 0 | - | 2.750 | 1 | No cumple |
| Río Mataquito | 6.357 | 7 | 902 | 1.583 | 4 | Cumple |
| Costeras Mataquito – Maule | 1.085 | 1 | 1.085 | 2.750 | 1 | Cumple |
| Río Maule | 21.041 | 35 | 601 | 1.583 | 13 | Cumple |

**Tabla 2-16 Distribución Estaciones Fluviométricas. Distribución por Cuencas**

| Cuencas de la Región del Maule | Área (km²) | Nº estaciones fluviométricas | Densidad estaciones (km²/estación) | | Nº Recomendado OMM | Grado de cumplimiento |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Real | Recomendada OMM | | |
| Costeras Maule - Límite R. VIII | 1.936 | 1 | 1.936 | 2.750 | 1 | Cumple |

*Fuente: Elaboración propia, además de información de la DGA y Organización Mundial de Meteorología, 2011*

Agrupando las estaciones según las ***Unidades de Planificación Hidráulica*** propuestas en el apartado 2.4.1. Caracterización a nivel de cuencas y subcuencas, la distribución de estas estaciones y el cumplimiento de las recomendaciones de la OMM se indica en la Tabla 2-17.

**Tabla 2-17 Estaciones Fluviométricas en cauces. Distribución por Unidades de Planificación Hidráulica (UPH)**

| Código | | Nombre | Sup. | Nº estac. | Densidad (km²/estación) | | Nº Recomen-dado OMM | Cumpli-miento |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| UPH | Subc. | | (km²) | fluviom | Real | | | |
| **1** | | **Costeras entre límite Región y Río Mataquito** | **609** | **0** | **-** | **2 750** | **1** | **No cumple** |
| | 700 | Lago Vichuquen | 609 | 0 | | | | |
| **2** | | **Cuenca Alta del Mataquito** | **4.634** | **6** | **772** | **1583** | **3** | **Cumple** |
| | 710 | Río Teno | 1.885 | 3 | | | | |
| | 711 | Río Lontue | 2.749 | 3 | | | | |
| **3** | | **Cuenca Baja del Mataquito** | **1.683** | **1** | **1683** | **1875** | **1** | **Cumple** |
| | 712 | Río Mataquito | 1.683 | 1 | | | | |
| **4** | | **Costeras Mataquito-Maule** | **1.085** | **1** | **1085** | **2750** | **1** | **Cumple** |
| | 720 | Río Huenchullami | 750 | 1 | | | | |
| | 721 | Costeras entre Río Huenchullami y Río Maule | 335 | 0 | | | | |
| **5** | | **Cuenca Alta del Maule** | **4.998** | **7** | **714** | **1000** | **5** | **Cumple** |

**Tabla 2-17 Estaciones Fluviométricas en cauces. Distribución por Unidades de Planificación Hidráulica (UPH)**

| Código | | Nombre | Sup. | Nº estac. | Densidad (km²/estación) | | Nº Recomendado OMM | Cumplimiento |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| UPH | Subc. | | (km²) | fluviom | Real | | | |
| | 730 | Río Maule Alto (hasta antes junta Río Melado) | 2.703 | 5 | | | | |
| | 731 | Río Melado | 2.295 | 2 | | | | |
| **6** | | **Cuenca Media y Baja del Maule** | **5.665** | **11** | **515** | **1875** | **3** | **Cumple** |
| | 732 | Maule Medio | 943 | 3 | | | | |
| | 736 | Río Maule entre Río Loncomilla y Río Claro | 341 | 0 | | | | |
| | 737 | Río Claro | 3.065 | 6 | | | | |
| | 738 | Maule Bajo | 1.316 | 2 | | | | |
| **7** | | **Cuenca del Perquilauquén** | **5.988** | **8** | **749** | **1875** | **3** | **Cumple** |
| | 733 | Perquilauquén Alto | 4.163 | 6 | | | | |
| | 734 | Perquilauquén Bajo | 1.825 | 2 | | | | |
| **8** | | **Cuenca del Loncomilla** | **4.390** | **9** | **488** | **1875** | **2** | **Cumple** |
| | 735 | Río Loncomilla | 4.390 | 9 | | | | |
| **9** | | **Costeras entre río Maule y limite Región** | **1.936** | **1** | **1936** | **2750** | **1** | **Cumple** |
| | 740 | Costeras entre Quebrada Honda y Río Reloca | 508 | 0 | | | | |
| | 741 | Río Reloca | 633 | 1 | | | | |
| | 742 | Costeras entre Río Reloca y Río Curanilahue | 89 | 0 | | | | |
| | 743 | Río Curanilahue | 197 | 0 | | | | |
| | 744 | Costeras entre R. Curanilahue y limite Región (E. Pullay) | 509 | 0 | | | | |
| | | **TOTAL** | **30.988** | **44** | | | **20** | |

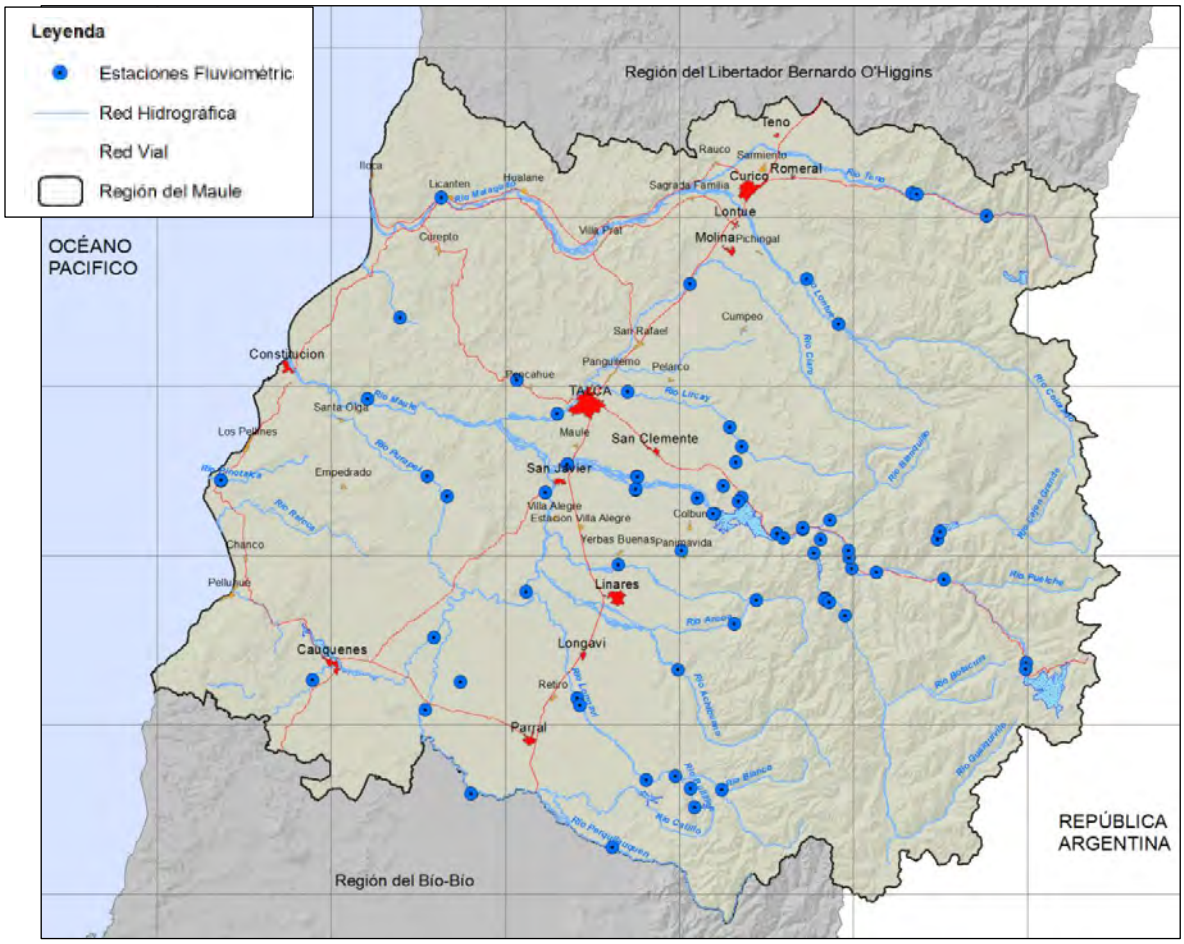
*Fuente: Elaboración propia, además de información de la DGA y Organización Mundial de Meteorología (2011)*

De esta información se desprende que las Cuencas Costeras tienen información escasa en general y que la mayor concentración de estaciones fluviométricas se localiza en la cuenca del río Maule, en su zona central,

exceptuando la zona sur de la Región, que dispone de una menor información.

En definitiva, según el criterio de la OMM, puede afirmarse que la cantidad y distribución de las estaciones fluviométricas existentes en la Región son suficientemente representativas, exceptuando las Cuencas Costeras entre el límite Norte de la Región y Mataquito; y las Cuencas Costeras entre el Maule y el límite Sur.

**Figura 2-10 Estaciones Fluviométricas de la Región del Maule.**




*Fuente: Elaboración propia, a partir de información de la DGA (Coordenadas de ubicación)*

### 2.3.1.5. Red de Estaciones de Aguas Subterráneas

Las aguas subterráneas de la Región del Maule están íntimamente relacionadas con los dos principales ríos, Maule y Mataquito. En la cuenca

del río Maule, las aguas subterráneas se concentran fundamentalmente en la Depresión Central, entre la Cordillera de los Andes y la Cordillera de la Costa, pudiéndose agrupar los acuíferos en dos sectores: Maule Norte y Maule Sur.

En la cuenca del Mataquito se pueden diferenciar dos sectores que agrupan, por un lado, los acuíferos asociados al río Mataquito y al estero Curepto, en la cuenca media y baja, y por otro, los acuíferos asociados a los dos ríos principales de la cuenca alta, Teno y Lontué.

Como se puede ver en el apartado 2.3.3 Análisis de la Situación de demanda, Derechos de Aprovechamiento, de los aproximadamente 7.000 Derechos de Aprovechamiento de Aguas consuntivos, unos 3.300 corresponde a usos de naturaleza subterránea, lo que da una idea de la importancia de las aguas subterráneas para un número considerable de usuarios en la Región.

A pesar de la gran extensión e importancia que representan los acuíferos como recurso hídrico para la Región, la cobertura en cuanto a estaciones de control de aguas subterráneas es muy reducida, contándose tan sólo con cuatro pozos de control piezométrico, dos en la cuenca del río Mataquito y dos en la cuenca del río Maule, cuya identificación se recoge en la tabla siguiente de Estaciones de Aguas Subterráneas VII Región.

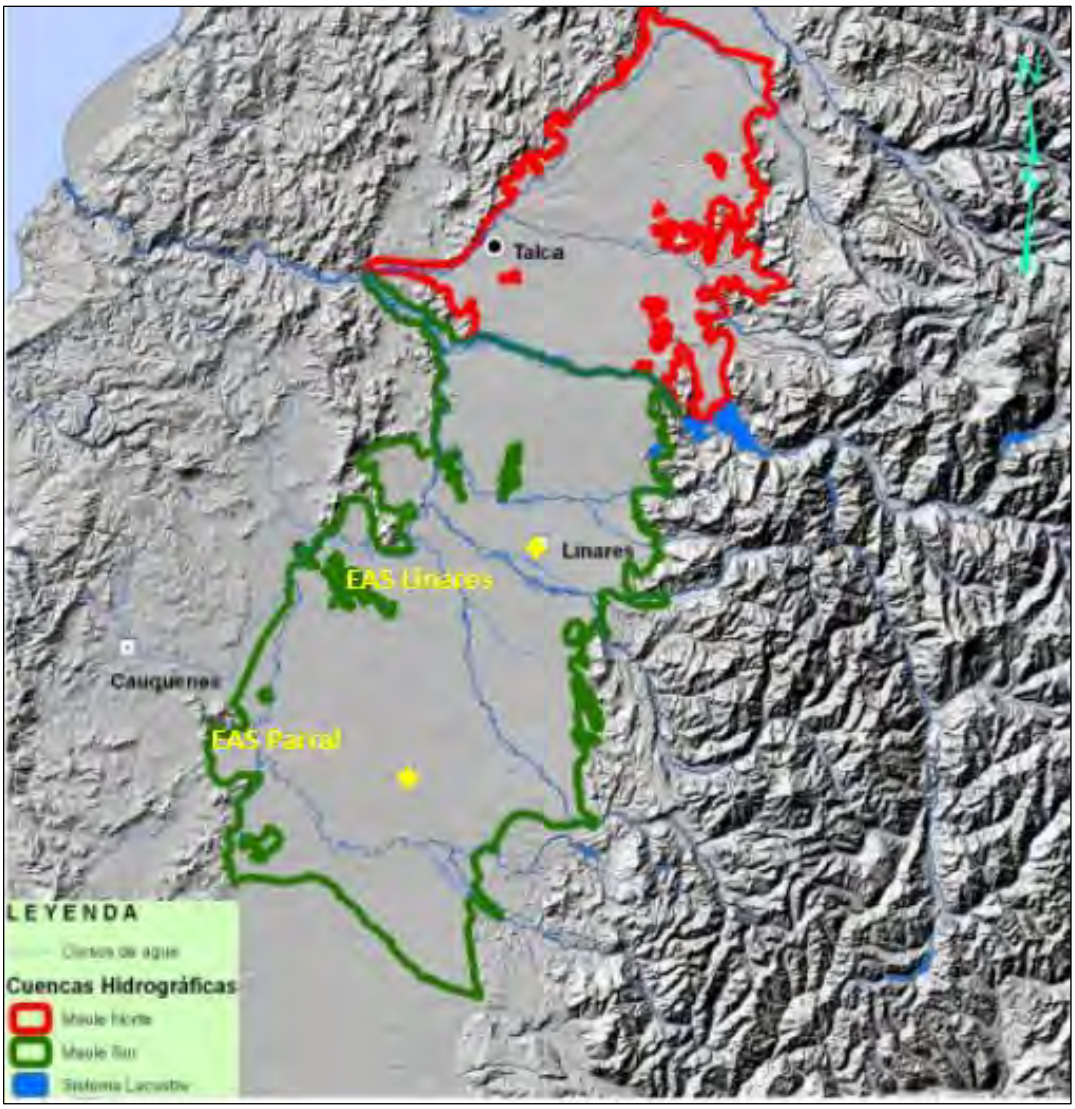
**Tabla 2-18 Estaciones de Aguas Subterráneas VII Región**

| Estación | | Coordenadas UTM (datum WGS84) | | Cuenca | Subcuenca | Acuífero |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nombre | Código BNA | Norte | Este | | | |
| Estación Linares | 07358011 | 6029052 | 266097 | Maule | Río Loncomilla | Putagán Sur |
| Estación Parral | 07335005 | 5996193 | 246013 | Maule | Río Perquilauquén Alto | Perquilauquén Norte |
| Estación Huaquén | 07121005 | 6111436 | 253836 | Mataquito | Río Mataquito | Mataquito |
| Estación Molina | 07119009 | 6112361 | 291358 | Mataquito | Río Lontué | Teno-Lontué |

*Fuente: Análisis Crítico de la Red Hidrométrica de la DGA de la Región VII Maule. DGA 2013*

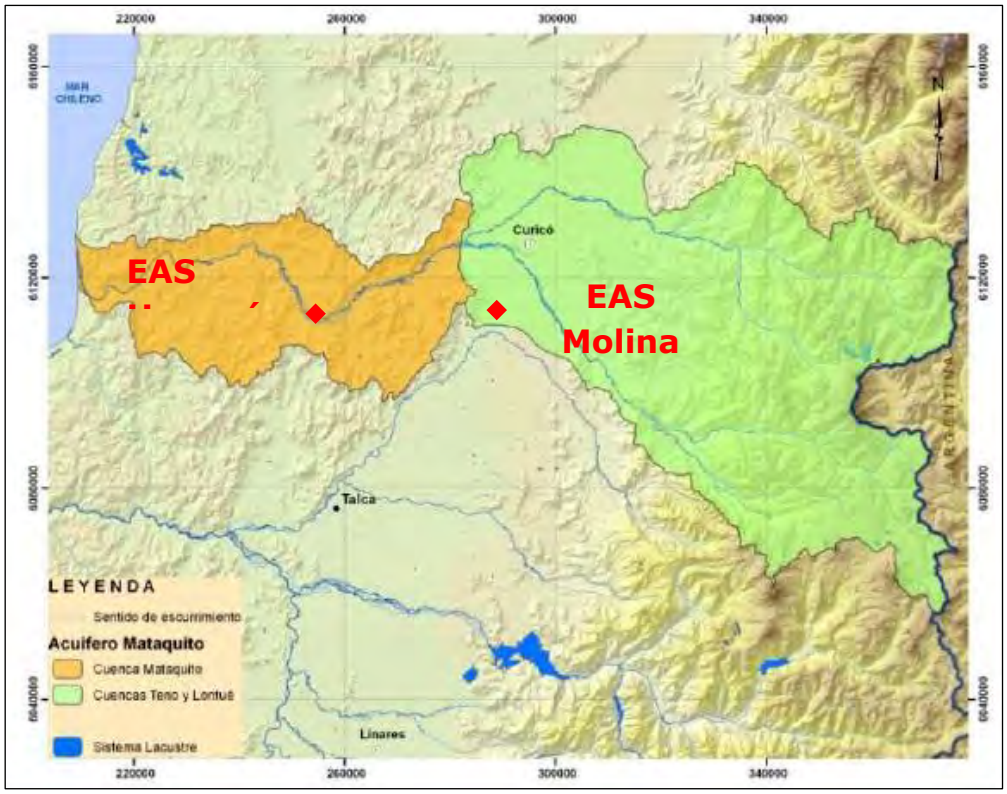
En la Figura 2-11 Sectorización de Acuíferos de la Cuenca del Maule y Figura 5-4 Sectorización de los acuíferos de la Cuenca del Mataquito, se presenta la sectorización de los acuíferos de ambas cuencas y la localización de estas estaciones.

**Figura 2-11 Sectorización de acuíferos de la cuenca del Maule y localización de Estaciones de Aguas Subterráneas**




*Fuente: Elaboración propia sobre figura de MAGIC, 2008*

**Figura 2-12 Sectorización de los acuíferos de la cuenca del Mataquito y localización de Estaciones de Aguas Subterráneas**




*Fuente: Elaboración propia sobre figura de DGA Región del Maule, 2011*

Dada la escasa representatividad de los datos proporcionados por las cuatro estaciones de medición de niveles piezométricos, los estudios existentes sobre recursos hídricos subterráneos se han basado mayoritariamente, en la información obtenida de los datos de extracción de los pozos existentes.

### 2.3.1.6. Idoneidad de la Red Hidrométrica existente DGA

La evolución de la Red Hidrométrica de la DGA, en cuanto a número de estaciones, a lo largo de los últimos cinco años evidencia una clara apuesta por el conocimiento de la cantidad del flujo de la red hidrográfica, como muestra la tabla siguiente.

**Tabla 2-19 Evolución Red Hidrométrica**

| TIPO DE ESTACIÓN | ESTACIONES VIGENTES DGA 2011 | ESTACIONES VIGENTES DGA 2013 | ESTACIONES VIGENTES A FEB 2016 |
|---|---|---|---|
| Meteorológica | 54 | 54 | 54 |
| Fluviométrica | 55 | 63 | 68 |
| Sedimentológicas | | 5 | 5 |
| Aguas Subterráneas | | 4 | 4 |
| **TOTAL** | **109** | **126** | **131** |

*Fuente: Elaboración propia*

Adicionalmente, esta red ha sido y es objeto de una progresiva instrumentación y mantenimiento, en aras de mejorar la calidad de la información.

En los últimos cinco años, la red fluviométrica de la DGA se ha incrementado en algo más de una docena de estaciones y su instrumentación ha pasado del 55% al 65%. Por otro lado, la red meteorológica de la DGA se mantiene en el número de estaciones. Sin embargo su instrumentación ha pasado del 19% al 33%.

La Tabla 2-20 Estaciones Fluviométricas en la Región del Maule es una síntesis de las estaciones fluviométricas existentes en la Región del Maule, que disponen como mínimo de entre los 10 y los 20 últimos años.

## Tabla 2-20 Estaciones fluviométricas en la Región del Maule

| Cuenca | Estaciones fluviométricas con datos entre los 10 y los 20 últimos años | | | | UTM | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cuenca** | **Subcuenca** | **Nombre Estación** | **Código BNA** | **Tipo** | **X** | **Y** |
| **Costeras entre limite Región VI y Río Mataquito (70)** | | - | - | - | - | - |
| Río Mataquito (071) | Río Teno (0710) | Río Teno Bajo Quebrada Infiernillo | 07102005-3 | Río | 350846 | 6120683 |
| | | Río Claro en Los Queñes | 07103001-6 | Río | 334865 | 6125585 |
| | | Río Teno después de Junta con Claro | 07104002-K | Río | 333846 | 6125812 |
| | Río Lontué (0711) | Estero Upeo en Upeo | 07116001-7 | Estero | 309563 | 6105702 |
| | | Río Colorado en junta con Palos | 07112001-5 | Río | 317844 | 6094189 |
| | | Río Palos en junta con Colorado | 07115001-1 | Río | 316672 | 6094596 |
| | Río Mataquito (0712) | Río Mataquito en Licantén | 07123001-5 | Río | 772948 | 6124535 |
| **Costeras Mataquito-Maule (072)** | Río Huenchullami | Río Huenchullami en Coipué | 07200002-1 | Río | 762151 | 6097060 |
| **Río Maule (073)** | Río Maule Alto (Hasta antes junta Río Melado) (0730) | Canal Ad. Maule C. Pehuenche | 07308000-2 | Canal | 319689 | 6036765 |
| | | Estero las Garzas | 07308001-0 | Estero | 318938 | 6041590 |
| | | Río Maule Bajo Boca toma Maule Central Pehuenche | 07308002-9 | Río | 319033 | 6039341 |
| | | Canal Las Garzas | 07308003-7 | Canal | 332114 | 5703076 |
| | | Río Maule en desague Laguna del Maule | 07300001-7 | Río | 359885 | 6013607 |
| | | Río Cipreses en Desagüe Laguna la Invernada | 07306001-K | Río | 339230 | 6043584 |
| | | Río Maule en Los Baños | 07303000-5 | Río | 340950 | 6034553 |

## Tabla 2-20 Estaciones fluviométricas en la Región del Maule

| Cuenca | Estaciones fluviométricas con datos entre los 10 y los 20 últimos años | | | | UTM | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cuenca | Subcuenca | Nombre Estación | Código BNA | Tipo | X | Y |
| | Río Melado (0731) | Canal Melado en los Hierros | 07317002-8 | Canal | 313363 | 6030653 |
| | | Río Melado en el Salto | 07317005-2 | Río | 317731 | 6026952 |
| | | Río Melado en zona de presa | 07317003-6 | Río | 311357 | 6041216 |
| | Maule Medio (0732) | Canal Duao Zapata | 07322008-4 | Canal | 270237 | 6058594 |
| | | Canal Maule Sur en aforador | 07322002-5 | Canal | 284140 | 6053422 |
| | | Canal de restitución Sur 2 | 07322005-K | Canal | 270041 | 6055443 |
| | | Canal Maule Norte alto en paso Nevado | 07321007-0 | Canal | 302742 | 6045437 |
| | | Canal San Clemente | 07322007-6 | Canal | 270695 | 6059377 |
| | | Río Claro en San Carlos | 07320003-2 | Río | 312859 | 6047414 |
| | | Río Maule en Armerillo | 07321002-K | Río | 308753 | 6046524 |
| | | Río Maule en longitudinal | 07322001-7 | Río | 254663 | 6061696 |
| | | Canal de evacuación C. Pehuenche | 07321005-4 | Canal | 304030 | 6044047 |
| | | Canal de restitución Sur 3 | 07322006-8 | Canal | 270014 | 6055504 |
| | | Canal Maule Norte en aforador | 07321003-8 | Canal | 308548 | 6046767 |
| | Perquilauquén Alto (0733) | Río Cauquenes en desembocadura | 07339001-K | Río | 766268 | 6023058 |
| | | Río Perquilauquén en San Manuel | 07330001-0 | Río | 264657 | 5971103 |
| | | Canal alimentador Digua | 07331004-0 | Canal | 272401 | 5986823 |
| | | Estero Curipeumo en lo Hernández | 07335002-6 | Estero | 769051 | 6015569 |
| | | Río Cauquenes en El Arrayan | 07336001-3 | Río | 735824 | 6010971 |
| | | Río Perquilauquen en Gniquen | 07332001-1 | Río | 769641 | 5985932 |
| | | Río Perquilauquen en Quella | 07335001-8 | Río | 762759 | 6006504 |
| | Perquilauquén Bajo (0734) | Río Purapel en Sauzal | 07343001-1 | Río | 765255 | 6039747 |

## Tabla 2-20 Estaciones fluviométricas en la Región del Maule

| Cuenca | Estaciones fluviométricas con datos entre los 10 y los 20 últimos años | | | | UTM | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cuenca | Subcuenca | Nombre Estación | Código BNA | Tipo | X | Y |
| | | Río Purapel en Nirivilo | 07341001-0 | Río | 762895 | 6062028 |
| | Río Loncomilla (0735) | Canal de Restitución Sur 1 | 07358010-2 | Canal | 281003 | 6041812 |
| | | Canal Robleria ante Bocatoma Ancoa | 07355008-4 | Canal | 297946 | 6029821 |
| | | Río Ancoa en el Morro | 07355002-5 | Río | 292616 | 6023684 |
| | | Río Achibueno en La Recova | 07354002-K | Río | 279893 | 6012922 |
| | | Río Ancoa antes túnel Canal Melado | 07355003-3 | Río | 308863 | 6028707 |
| | | Río Bullileo en Santa Filomena | 07350002-8 | Río | 282670 | 5984804 |
| | | Río Loncomilla en Las Brisas | 07359001-9 | Río | 249303 | 6054945 |
| | | Río Longaví en El Castillo | 07350003-6 | Río | 289984 | 5985077 |
| | | Río Puntagan en Yerbas Buenas | 07358001-3 | Río | 266319 | 6038200 |
| | | Canal Maitenes en Bocatoma | 07352004-5 | Canal | 257092 | 6004485 |
| | | Canal Primera abajo | 07351002-3 | Canal | 257042 | 6006273 |
| | | Río Loncomilla en Bodega | 07357002-6 | Río | 244004 | 6032616 |
| | | Río Longaví en la Quiriquina | 07350001-K | Río | 279176 | 5987645 |
| | Río Maule entre Río Loncomilla y Río Claro (0736) | Canal Maule Norte Bajo Sección 1 | 07374002-9 | Canal | 293056 | 6061959 |
| | | Canal Maule Norte bajo Sección 2 | 07374003-7 | Canal | 294628 | 6065911 |
| | | Canal Maule Norte Bajo en puente Centinela | 07378011-K | Canal | 294499 | 6054007 |
| | Río Claro (0737) | Río Claro en Camarico | 07372001-K | Río | 282835 | 6104514 |
| | | Río Claro en Rauquen | 07379002-6 | Río | 251917 | 6073278 |

**Tabla 2-20 Estaciones fluviométricas en la Región del Maule**

| Cuenca | Estaciones fluviométricas con datos entre los 10 y los 20 últimos años | | | | UTM | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cuenca** | **Subcuenca** | **Nombre Estación** | **Código BNA** | **Tipo** | **X** | **Y** |
| | | Río Lircay en Puente las Rastras | 07374001-0 | Río | 291948 | 6070628 |
| | | Quebrada Colorado Bajo sistema Maitenes | 07378013-6 | Quebra-da | 289988 | 6056306 |
| | | Quebrada Colorado en desagüe Laguna los Temos | 07378012-8 | Quebra-da | 293596 | 6052690 |
| | | Río Claro en Talca | 07379001-8 | Río | 256555 | 6077384 |
| | Río Maule Bajo (0738) | Estero Los Puercos en Puente los Puercos | 07381001-9 | Estero | 242973 | 6081786 |
| | | Río Maule en Forel | 07383001-K | Río | 753520 | 6078184 |
| **Costeras Maule y Limite Región VIII** | Río Reloca (0741) | Río Loanco en desembocadura | 07400001-0 | Río | 719021 | 6061116 |

*Fuente: Elaboración propia*

En el estudio **(EH040)** ***Análisis Crítico de la Red Hidrométrica de la DGA de la Región VII Maule*** de noviembre de 2013, se clasificaron las estaciones vigentes según su idoneidad para distintos conceptos y se concluyó con una propuesta de estaciones nuevas.

Los conceptos de idoneidad tratados son:

-*Idoneidad por criterio de emplazamiento*: se refiere al estado general de la estación que permite el funcionamiento óptimo de la estación y no se necesita efectuar trabajos inmediatos en ella para garantizar la toma y registro de datos.

-*Idoneidad por criterio de infraestructura*: se refiere al estado general de la estación que permite el funcionamiento óptimo de la estación y no se necesita trabajos en ella, a excepción, de las labores normales de mantenimiento.

-*Idoneidad por ubicación espacial*: se refiere al grado de cubrimiento de la estación en el contexto de las cuencas, subcuencas, alta cordillera y red hidrográfica.

-*Idoneidad por completitud de datos*: se refiere al grado de continuidad en la toma de los datos de las estaciones y a la longitud de sus series, que permite determinar que las variables medidas en cada una de las estaciones son suficiente para caracterizar las cuencas y los acuíferos. En este sentido, a las estaciones meteorológicas se les ha subdividido en pluviométricas, termométricas y evaporimétricas.

-*Idoneidad por curvas de descarga de Estaciones Fluviométricas*: se refiere al criterio que se utiliza para determinar de modo indirecto la calidad del dato medido de caudales en Estaciones Fluviométricas, analizando la dispersión entre la curva de descarga de cada estación y los aforos.

Los criterios de evaluación escogidos se basaron en las propias definiciones que incluyeron los registros del Banco Nacional de Aguas.

El cuadro siguiente es un análisis sintético de la idoneidad de la red hidrométrica de la DGA de la Región del Maule. Los datos y criterios para determinar el grado de idoneidad se encuentran detallados para las diferentes redes de estaciones, en el documento **(EH040)** ***Análisis Crítico de la Red Hidrométrica de la DGA de la Región VII Maule.*** En este documento se clasifica esta idoneidad en tres niveles: "Bueno", "Regular", y "Malo" –para algunas redes, se añade una cuarta clase, "Muy bueno" u "Óptimo", que, con ánimo de simplificación, se han agrupado como "Bueno" en el cuadro elaborado–.

**Tabla 2-21. Idoneidad de la red hidrométrica**

| Idoneidad de las Estaciones a Noviembre de 2013, Por: | Fluviométricas | | | | Meteorológicas | | | | Subterráneas | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | B | R | M | T | B | R | M | T | B | R | M | T |
| Emplazamiento | 61 | 1 | 1 | 63 | 47 | 6 | 1 | 54 | 4 | 0 | 0 | 4 |
| Infraestructura (Mantenimiento) | 57 | 6 | 0 | 63 | 45 | 8 | 1 | 54 | 4 | 0 | 0 | 4 |
| Ubicación Espacial Adecuada | 60 | 2 | 1 | 63 | 31 | 22 | 1 | 54 | Red actual insuficiente | | | |

**Tabla 2-21. Idoneidad de la red hidrométrica**

| Idoneidad de las Estaciones a Noviembre de 2013, Por: | Fluviométricas | | | | Meteorológicas | | | | Subterráneas | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | B | R | M | T | B | R | M | T | B | R | M | T |
| Cantidad De Datos Completos | 57 | 3 | 3 | 63 | 53 | 0 | 1 | 54 | Series de datos escasas en BNA | | | |
| Curvas De Descarga Estación Fluviométrica | 30 | 21 | 12 | 63 | | | | | | | | |
| Número Medio De Estaciones | 53 | 7 | 3 | 63 | 44 | 9 | 1 | 54 | 4 | 0 | 0 | 4 |
| Valoración Idoneidad Global | 84% | 10% | 5% | 100% | 81% | 17% | 2% | 100% | Red escasa, no suficiente | | | |
| Distribución De Variables Meteorológicas | | | | | B | R | M | T | % | | | |
| Precipitación Mensual | | | | | 53 | 1 | 0 | 54 | 100 | | | |
| Temperatura Media Mensual | | | | | 7 | 3 | 7 | 17 | 19 | | | |
| Evaporación Mensual | | | | | 5 | 6 | 3 | 14 | 20 | | | |
| Total Temperatura + Evaporación | | | | | 12 | 9 | 10 | 31 | 39 | | | |

*Fuente: Elaboración propia a partir de los datos y criterios definidos en el documento Análisis Crítico de la Red Hidrométrica de la DGA de la Región VII Maule. DGA 2013 (B: Bueno; R: Regular; M: Malo; Total: total)*

A nivel global la valoración de idoneidad de las estaciones fluviométricas y meteorológicas es buena, del orden del 84% para las primeras y del 81% para las segundas.

La limitación de la información fluviométrica está en la idoneidad de la representatividad de las curvas de descarga de algunas estaciones, para las que a nivel bueno están definidas por el 48% del total y a nivel regular por el 33%, lo que totaliza un 81%.

La limitación de la información meteorológica está en la idoneidad de la ubicación espacial de las estaciones, para las que a nivel "bueno" están definidas solo por el 57% del total y el 43% restante de las estaciones están situadas en una ubicación "regular", no del todo adecuada. En este sentido esta carencia se suma a la falta de estaciones meteorológicas en la Cordillera de la Costa y la Alta Cordillera. Por otro lado, del análisis de tres de las

variables de las estaciones meteorológicas, se deduce que las estaciones pluviométricas están representadas por el 98% del total, en tanto que las termométricas como las evaporimétricas están representadas en un 20% del total, descartando las malas.

La información de estaciones de nivel de las aguas subterráneas es escasa, tanto en el número de estaciones como en la longitud de las series de las cuatro estaciones existentes.

#### 2.3.1.7. Propuesta de nueva Red Hidrométrica DGA

El estudio **(EH0040)** ***Análisis Crítico de la Red Hidrométrica de la DGA de la Región VII Maule***, de noviembre de 2013, concluye con una propuesta de estaciones nuevas; en algunos casos se aprovechan las instalaciones existentes para medir nuevas variables.

En el caso de las estaciones fluviométricas se hace una propuesta de red estaciones generales y otra para fines especiales.

Entre la propuesta de nuevas estaciones, están aquellas en las que se hace referencia a las estaciones existentes en las que se aprovecha su infraestructura para disponer de nuevas variables de medición las que se identifican como (S/existente).

Como estaciones generales (G), se proponen:

- Nuevas estaciones fluviométricas en cauces en zonas de Alta Cordillera, cauces en la Cordillera de la Costa, zona media de la cuenca del río Mataquito y en cauces de la provincia de Cauquenes.
- Adicionalmente y en algunos casos aprovechando la infraestructura de las estaciones fluviométricas se proponen estaciones sedimentológicas.
- Nuevas estaciones meteorológicas en zona de Alta Cordillera y Cordillera de la Costa.
- Nuevas estaciones de medición de aguas subterráneas en toda la región según los acuíferos, formado por seis acuíferos en la cuenca del río Mataquito y 16 acuíferos en la cuenca del río Maule.

Y dentro de la propuesta de estaciones para fines especiales:

- Estaciones fluviométricas asociadas a la actividad volcánica (EV), con medición de caudal, temperatura del agua, pH y conductividad eléctrica.
- Estaciones fluviométricas asociadas al efecto de embalse (EE), con medición de caudal y sedimentos en suspensión.
- Estaciones fluviométricas asociadas al control de crecidas e inundaciones (EC), con medición de caudal en forma continua formando parte de un sistema de alerta de crecidas y sedimentos en suspensión en algunos casos.

La Tabla 2-22 Propuesta de nuevas estaciones de la red hidrométrica, es una síntesis de la propuesta de estaciones hidrométricas.

**Tabla 2-22 Propuesta de nuevas estaciones de la red hidrométrica**

| Cuencas Hidrográficas Región VII-Maule | Fluviométricas | | | | | Sedimentológicas | | | Meteorológicas | | | Subterráneas | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | G | EV | EE | EC | Total | S/ Exist | Nuevas | Total | S/ Exist | Nvas. | Total | S/ Exist | Nuevas | Total |
| Costeras Límite R. VI – Mataquito | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Río Mataquito | 3 | 3 | 2 | 2 | 10 | 0 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 0 | 6 | 6 |
| Costeras Mataquito – Maule | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| Río Maule | 3 | 4 | 1 | 2 | 10 | 3 | 1 | 4 | 1 | 2 | 3 | 0 | 16 | 16 |
| Costeras Maule - Límite R. VIII | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 |
| ESTACIONES PROPUESTAS | 7 | 7 | 3 | 4 | **21** | 3 | 7 | **10** | 3 | 8 | **11** | 0 | 22 | **22** |
| DISTRIBUCIÓN POR VARIABLES | 33% | 33% | 14% | 19% | 100% | 30% | 70% | 100% | 27% | 73% | 100% | 0% | 100% | 100% |

*Fuente: Elaboración propia a partir del estudio (EH30) Análisis Crítico de la Red Hidrométrica de la DGA de la Región VII Maule. DGA Noviembre de 2013*

Las estaciones hidrométricas propuestas para la Región totalizan, 21 para las fluviométricas, 10 para las sedimentológicas, 11 para las meteorológicas y 22 para las subterráneas. En el Anexo 2 - 3 Estaciones Hídricas, se recogen los listados de las estaciones fluviométricas, pluviométricas y subterráneas, en éstas se incluyen 31 pozos de extracción privados, además de las 4 estaciones de aguas subterráneas propias de la DGA.

#### 2.3.1.8. Conclusiones de la Red Hidrométrica existente DGA

Las conclusiones más importantes sobre el estado de la Red Hidrométrica existente de la DGA son las siguientes:

- La cantidad de estaciones existentes y vigentes de la DGA son capaces de proporcionar información suficiente para caracterizar las cuencas y subcuencas de la Región.
- En un alto porcentaje, las estaciones están instaladas en la cuenca del Río Maule. En un menor porcentaje en las cuencas de Alta Cordillera de la Región, en la parte sur, en la cuenca del río Mataquito, así como en las Cuencas Costeras.
- Las ***Estaciones Pluviométricas*** en general permiten representar la variabilidad orográfica; sin embargo, faltaría disponer de más información de la parte alta de la Cordillera, así como de las Cuencas Costeras.
- Las ***Estaciones Meteorológicas*** a través de las otras variables (temperatura, evaporación) en cuanto a variación espacial, están bien distribuidas, faltando densificar en zonas con variación de altitud, es decir tanto en la Cordillera de la Costa como en la zona de Alta Cordillera.
- El monitoreo en sectores costeros es poco denso y con estadística poco prolongada, resultando insuficiente para representar los regímenes hidrológico y meteorológico.
- Las ***Estaciones Fluviométricas*** en general permiten representar la variabilidad espacial del régimen de caudales. La información está más

detallada en la cuenca del río Maule, en la parte central de la Región. La zona sur de la Región del Maule cuenta con escasa información.

- Para atender las mediciones en caso de sequía o crecidas se estima necesario disponer de estaciones en la cuenca intermedia del río Mataquito, Alta Cordillera y estaciones para conocer la disponibilidad del recurso en forma de nieve.
- Respecto del monitoreo de precipitación y caudales asociados a *datalogger*, es una opción que normalmente le permite, a través de la información en tiempo real, hacer un seguimiento ante una hipotética emergencia por crecidas, considerando datos pluviométricos y fluviométricos.
- Se debería incrementar el número de las estaciones, cubriendo las zonas en las cuales no se tiene información de precipitación ni caudal.

- Las ***Estaciones Aguas Subterráneas*** son muy escasas en toda la Región, reduciéndose a dos en la cuenca del río Mataquito y otras dos en la cuenca del río Maule. En el Anexo 2-3 se incluyen los datos de estas cuatro estaciones, junto con los correspondientes 31 pozos de extracción privados integrados en la red de estaciones de la DGA que han servido para controlar los niveles piezométricos de los diferentes acuíferos. La Tabla 2-23 Datos disponibles de Estaciones de Aguas subterráneas y Pozos de extracción, recoge un resumen de los datos disponibles de esta red.

**Tabla 2-23 Datos disponibles de Estaciones de Aguas subterráneas y Pozos de extracción**

| | Número de Estaciones control piezométrico | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **Total** | **Vigente** | **≥ 10 últimos años** | **≥ 20 últimos años** |
| Estaciones subterráneas | 4 | 4 | 4 | 0 |
| Pozos de extracción | 31 | 1 | 0 | 0 |
| Total | 35 | 5 | 4 | 0 |
| Porcentaje del total | 100% | 14% | 11% | 0% |

*Fuente: Elaboración propia*

En consecuencia, se debe contar con una red propia de pozos de observación que debe ser ampliada. Los pozos privados y en explotación no permiten caracterizar los acuíferos, por un lado porque no dan acceso a su documentación, ni tampoco a sus propias redes de medición, y por otro porque en explotación los niveles medidos son los dinámicos y no los estáticos, debiendo hacer correcciones para hacer una estimación de los niveles estáticos Por otro lado, de los aproximadamente 7.000 Derechos de Aprovechamiento de Aguas consuntivos, unos 3.300 corresponden a usos de naturaleza subterránea, lo que da una idea de la importancia de las aguas subterráneas para un número considerable de usuarios en la Región.

- La totalidad de las estaciones fluviométricas de la DGA analizadas en la actualidad (ver Anexo 2-3 Estaciones Hidrométricas DGA) suman unas 103, de las cuales, unas 73 están tipificadas como vigentes, sin embargo, de éstas solo unas 63 estaciones disponen de una longitud de datos como mínimo de los 10 últimos años y 56 estaciones disponen como mínimo de los 20 últimos años.

- La totalidad de las estaciones pluviométricas de la DGA analizadas en la actualidad (ver Anexo 2-3 Estaciones Hidrométricas DGA), están formadas por las propias de la Región VII del Maule más las de cobertura de las Regiones VI y VIII, sumando un total de 132 distribuidas en 72, 20 y 40 respectivamente, de las que unas 116 están tipificadas como vigentes, sin embargo, de éstas solo unas 100 disponen de una longitud de datos como mínimo de los últimos 10 años y unas 90 estaciones disponen como mínimo de los últimos 20 años. La Tabla 2-24 Datos Estaciones pluviométricas disponible, presenta en detalle del número de estaciones pluviométricas disponibles.

| Tabla 2-24 Datos Estaciones pluviométricas disponibles | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Resumen por Regiones** | **Número de Estaciones Pluviométricas** | | | |
| | **Total** | **Vigente** | **≥ 10 últimos años** | **≥ 20 últimos años** |
| Cobertura R VI | 20 | 17 | 14 | 13 |
| Propias R VII | 72 | 66 | 56 | 52 |
| Cobertura R VIII | 40 | 33 | 33 | 26 |
| Propias + Cobertura | 132 | 116 | 103 | 91 |
| Porcentaje del total | 100% | 88% | 78% | 69% |

*Fuente: Elaboración propia*

### 2.3.2. Análisis de Oferta Hídrica

La información recopilada para la caracterización de la oferta hídrica se ha centrado en la documentación existente relativa al recurso hídrico natural, tanto superficial como subterráneo y en lo referente a la gestión de estos recursos hídricos.

Concretamente, esta información se refiere a los siguientes aspectos principales:

- *Caracterización de cuencas y subcuencas*: información de la caracterización hidromorfológica de las unidades hidrográficas de la Región.
- *Oferta hídrica de aguas superficiales y subterráneas*: definida básicamente en los Estudios Hidrológicos e Hidrogeológicos de la Región. En este sentido, se analizaron los resultados de los modelos de la gestión de los recursos hídricos, para calcular los recursos hídricos naturales a nivel de cuencas y subcuencas.
- *Infraestructuras de almacenamiento y transporte*: se refiere a la información de la infraestructura hidráulica principal que opera en la gestión de los recursos hídricos.

Dada la estrecha relación entre oferta y demanda hídricas, muchos de los estudios recopilados, además de proporcionar información valiosa referente

a la oferta de los recursos hídricos, contiene igualmente datos más o menos pormenorizados de las demandas asociadas a diferentes usos.

Los Estudios más recientes que se han considerado relevantes son los siguientes:

- **(RH010)** ***ANÁLISIS DE LA OFERTA Y DEMANDA DE RECURSOS HÍDRICOS EN CUENCAS CRÍTICAS DE LOA, RAPEL Y MATAQUITO. VOLUMEN III. CUENCA DEL RÍO MATAOUITO*****.** FIGUEIREDO FERRAZ CONSULTORÍA E INGENIERÍA DE PROYECTO LTDA. DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN. S.I.T. N° 31. Santiago, Marzo 1996.
- **(RH030)** ***BASES PLAN DIRECTOR PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAULE, DIAGNÓSTICO. RESUMEN EJECUTIVO*****.** SI.T. N° 90. AYALA, CABRERA Y ASOCIADOS LTDA. INGENIEROS CONSULTORES. DGA, Diciembre 2003.
- **(RH050)** ***EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES DE LA CUENCA DEL RÍO MAULE S.D.T. Nº 197. DIRECCIÓN REGIONAL DE MAULE, VII REGIÓN***. DEPARTAMENTO ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS HIDRICOS. 2005
- **(RH060)** ***ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS HIDROLÓGICOS ACOPLADOS A SIG PARA EL MANEJO Y PLANIFICACIÓN, CUENCAS DE MAULE, MATAQUITO E ITATA*****.** GCF INGENIEROS CONSULTORES LTDA., 2006.
- **(RH080) PLAN** ***DIRECTOR PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS CUENCA DEL RÍO MAULE. ACTUALIZACIÓN DEL MODELO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA Y FORMULACIÓN DEL PLAN***. S.I.T. Nº 134. LUIS ARRAU DEL CANTO CONSULTORES EN INGENIERÍA HIDRÁULICA Y DE RIEGO. DGA, Mayo 2008.
- **(RH090)** ***DIAGNÓSTICO DE CAUDALES DISPONIBLES EN CUENCAS NO CONTROLADAS DE RECUPERACIÓN CUENCAS DE MAULE, MATAQUITO Y RAPEL***. CNR-GCF INGENIEROS CONSULTORES LTDA. Agosto 2008.

- **(RH100)** ***LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA PARA MODELACIÓN CUENCA DEL RÍO MAULE***. S.I.T. Nº222. GCF INGENIEROS LIMITADA. Diciembre de 2010.
- **(EH030)** ***MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE RED DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, REGIONES VII A XI*****.** CONIC BF INGENIEROS CIVILES CONSULTORES LTDA. S.I.T. Nº 223. Diciembre 2010.
- **(RH110)** ***PLAN REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA Y GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO AL 2021*****. REGIÓN DEL MAULE**. MOP. 2012.
- **(RH130)** ***ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO CUENCA DEL RÍO MATAQUITO***. S.I.T. Nº 296. AQUATERRA INGENIEROS LIMITADA. Diciembre 2012.
- **(EH040) ANÁLISIS CRÍTICO DE LAS REDES HIDROMÉTRICAS, REGIONES V *A VII Y REGIÓN METROPOLITANA***. KRAL CONSULTORES LIMITADA. DGA, Noviembre 2013.
- **(RH150) EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS*. SECTORES ACUÍFEROS MAULE MEDIO NORTE Y MAULE MEDIO SUR***. SDT Nº 362. DARH. Octubre 2014.

A nivel general, la estructura de estos estudios es bastante homogénea, en particular en los estudios (RH030, RH060, RH080 y RH130). El análisis está dividido en los siguientes componentes básicos:

- Pluviometría
- Generación de caudales con estaciones fluviométricas de calibración, mediante modelos (MAGIC, MPL)
- Generación de caudales de cuencas no controladas, mediante modelo pluvial y nivopluvial
- Estado de los embalses principales
- Caudales medios mensuales de los canales de riego
- Aguas subterráneas
- Demandas de agua (se analiza en el apartado siguiente)

De acuerdo a la sectorización definida en los estudios de las referencias RH030, RH060 y RH070, la cuenca del Maule se descompuso en un total de 92 cuencas no controladas (CNC). Estas CNC se dividieron a su vez en 3 categorías: Aportes Naturales (AN), Cuencas Laterales (CL) y Trasvase de Cuencas (TC). Aportes naturales se refiere a las subcuencas de cabecera; las cuencas laterales son subcuencas intermedias ubicadas en los sectores de riego o con algún grado de intervención. Por otra parte, el régimen de estas cuencas se dividió en 3 categorías: pluvial, nivopluvial o nival. Paralelamente en una forma similar a la cuenca del Maule, los recursos naturales de la cuenca del río Mataquito se presentan en los estudios de las referencias RH060 e RH130.

El estado de los embalses principales se refiere a la variación mensual de los volúmenes de almacenamiento, que evolucionan en función de las demandas atendidas desde ellos y de los volúmenes de entrada a los mismos.

Las distintas asociaciones de regantes disponen de la información de caudales medios mensuales de los principales canales de la cuenca destinados a riego.

La caracterización de los recursos subterráneos de la cuenca se basa en los resultados presentados en los estudios de las referencias RH080, EH030, RH100, RH130, y RH150. Especialmente en los dos primeros estudios (RH080 y RH130), se dispone en forma detallada de la información hidrogeológica de los acuíferos para ambas cuencas principales, Maule y Mataquito, incluyendo la cuantificación de la recarga anual de los mismos.

Estos estudios proporcionan una buena información en cuanto a los distintos componentes básicos a nivel mensual y a la problemática de los recursos hídricos de la Región (Oferta Hídrica, Demanda), por lo que se utilizarán como base para los trabajos a realizar en la etapa siguiente, de Diagnóstico del Plan.

#### 2.3.2.1. Caracterización a nivel de cuencas y subcuencas

En la Región VII Maule existen básicamente tres sistemas hidrográficos, a saber: la cuenca del río Maule, la del río Mataquito y un grupo de pequeñas

cuencas costeras entre las que destacan las de los ríos Huenchullamí, Reloca, y Rahue.

La Tabla 2-4 División en subcuencas, recoge las cuencas y sub cuencas incluidas en la Región y su superficie. Ésta se refiere a la totalidad de la subcuenca vertiente aunque, como el caso de la sub cuenca 733. Río Perquilauquén Alto, parte de ella se encuentre en otra región, en este caso en la Región de Biobío.

Los trabajos que se desarrollaron en las etapas subsiguientes del PMRH del Maule se realizaron a nivel de cuencas, subcuencas, o agrupación de estas últimas, según sus características hidrográficas e interrelación de unas con otras, en ***Unidades de Planificación Hidráulica (UPH).***

Se propone asimilar estas UPH a la agrupación de subcuencas considerada en el documento (RH070). *ESTIMACIONES DE DEMANDA DE AGUA Y PROYECCIONES FUTURAS. ZONA II. REGIONES V A XII Y REGIÓN METROPOLITANA*. AYALA, CABRERA Y ASOCIADOS LTDA. INGENIEROS CONSULTORES. S.I.T. Nº 123. DGA, Santiago, Enero del 2007, tal como se recoge en la Figura 2-13 Unidades de Planificación Hidráulica y en la Figura 2-14 Acuíferos de la cuenca del Maule , que se incluyen a continuación.

## Figura 2-13 Unidades de Planificación Hidráulica

*Fuente: Elaboración propia con datos del SIG de la DGA*

| Tabla 2-25 Unidades de Planificación Hidráulica (UPH) | | | |
|---|---|---|---|
| Código | | Denominación | Superficie (km²) |
| UPH | Subcuenca | | |
| **1** | | **Costeras entre límite Región y Río Mataquito** | **609** |
| | 0700 | Lago Vichuquén | 609 |
| **2** | | **Cuenca Alta del Mataquito** | **4.634** |
| | 0710 | Río Teno | 1.885 |
| | 0711 | Río Lontué | 2.749 |
| **3** | | **Cuenca Baja del Mataquito** | **1.683** |
| | 0712 | Río Mataquito | 1.683 |
| **4** | | **Costeras Mataquito-Maule** | **1.085** |
| | 0720 | Río Huenchullami | 750 |
| | 0721 | Costeras entre Río Huenchullami y Río Maule | 335 |
| **5** | | **Cuenca Alta del Maule** | **4.998** |
| | 0730 | Río Maule Alto (hasta antes junta Río Melado) | 2.703 |
| | 0731 | Río Melado | 2.295 |
| **6** | | **Cuenca Media y Baja del Maule** | **5.665** |
| | 0732 | Maule Medio | 943 |
| | 0736 | Río Maule entre Río Loncomilla y Río Claro | 341 |
| | 0737 | Río Claro | 3.065 |
| | 0738 | Maule Bajo | 1.316 |
| **7** | | **Cuenca del Perquilauquén** | **5.988** |
| | 0733 | Perquilauquén Alto | 4.163 |
| | 0734 | Perquilauquén Bajo | 1.825 |
| **8** | | **Cuenca del Loncomilla** | **4.390** |
| | 0735 | Río Loncomilla | 4.390 |
| **9** | | **Costeras entre río Maule y limite Región** | **1.936** |
| | 0740 | Costeras entre Quebrada Honda y Río Reloca | 508 |
| | 0741 | Río Reloca | 633 |
| | 0742 | Costeras entre Río Reloca y Río Curanilahue | 89 |
| | 0743 | Río Curanilahue | 197 |
| | 0744 | Costeras entre R. Curanilahue y limite Región (E. | 509 |

*Fuente: Levantamiento de Información Hidrogeológica para Modelación Cuenca del río Maule. S.I.T. Nº222. GCF INGENIEROS LIMITADA. Diciembre de 2010.*

En cuanto a unidades hidrogeológicas se refiere, en el estudio (RH100) ***Levantamiento de Información Hidrogeológica para Modelación Cuenca del río Maule,*** se definieron 16 acuíferos en la cuenca del Maule,

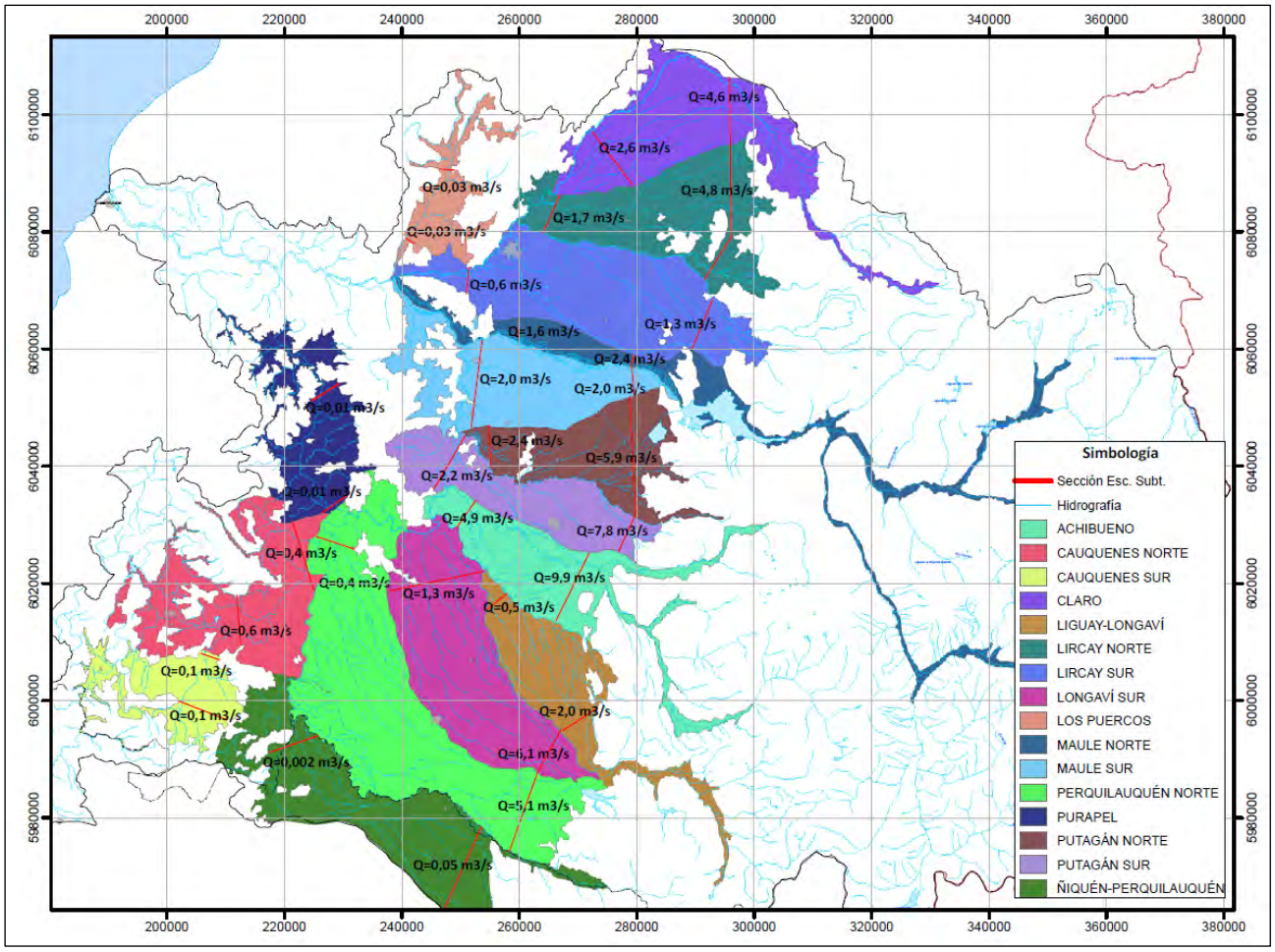
que son los que se detallan en la Tabla 2-26 Acuíferos en la cuenca del río Maule, que se incluyen a continuación.

**Tabla 2-26 Acuíferos en la cuenca del río Maule**

| Acuífero | Nombre | Superficie (km²) |
|---|---|---|
| AC-01 | Claro | 616,2 |
| AC-02 | Lircay Norte | 532,8 |
| AC-03 | Lircay Sur | 721,1 |
| AC-04 | Maule Norte | 408,5 |
| AC-05 | Maule Sur | 486,0 |
| AC-06 | Putagán Norte | 392,5 |
| AC-07 | Putagán Sur | 384,3 |
| AC-08 | Achibueno | 444,9 |
| AC-09 | Liguay-Longaví | 376,4 |
| AC-10 | Longaví Sur | 681,0 |
| AC-11 | Perquilauquén Norte | 1105,4 |
| AC-12 | Ñiquén-Perquilauquén | 673,6 |
| AC-13 | Cauquenes Norte | 512,4 |
| AC-14 | Cauquenes Sur | 250,2 |
| AC-15 | Purapel | 323,5 |
| AC-16 | Los Puercos | 182,2 |

*Fuente: Levantamiento de Información Hidrogeológica para Modelación Cuenca del río Maule. S.I.T. Nº222. GCF INGENIEROS LIMITADA. Diciembre de 2010.*

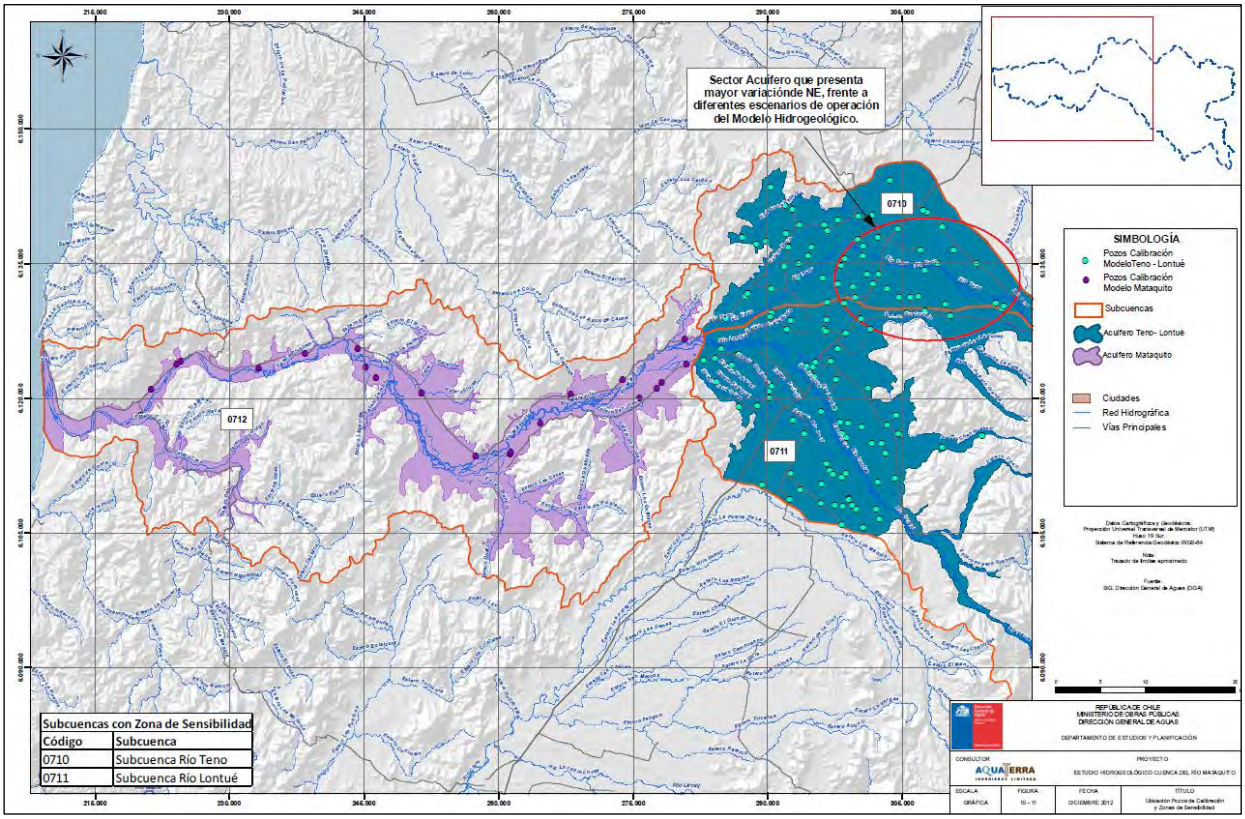
**Figura 2-14 Acuíferos de la cuenca del Maule**




*Fuente: Elaboración propia sobre figura del Levantamiento de Información Hidrogeológica para Modelación Cuenca del río Maule. S.I.T. Nº222. GCF INGENIEROS LIMITADA. Diciembre de 2010*

El (RH130) *Estudio Hidrogeológico Cuenca del Río Mataquito*. DGA, 2012, considera los acuíferos de cabecera como una sola unidad hidrogeológica, dada la interconexión existente entre ellos, denominándolo Acuífero Teno-Lontué, claramente diferenciado del Acuífero Mataquito, que se extiende aguas abajo de la confluencia de estos dos afluentes principales hasta la desembocadura en el océano.

**Figura 2-15 Acuíferos en la cuenca del río Mataquito**




*Fuente: Elaboración propia sobre figura del Estudio Hidrogeológico Cuenca del Río Mataquito. DGA, 2012.*

### 2.3.2.2. Oferta hídrica superficial

En relación a los estudios realizados sobre la Región, destacan por su importancia en la cuantía de los recursos hídricos los de las cuencas del río Maule y del río Mataquito, ambos ríos con origen en la Cordillera de Los Andes y culminación en el océano Pacífico.

El río Maule nace en la laguna del mismo nombre en la Alta Cordillera. Esta laguna es de origen volcánico y se encuentra a una altitud de aproximadamente 2.200 msnm.

La cuenca del río Maule es uno de los sistemas hidrográficos más importantes de Chile, con una superficie total de 21.041 km$^2$. Un 30% de esta superficie corresponde a la parte alta de la cuenca, aguas arriba del embalse Colbún, y es drenada por los ríos Claro, Los Cipreses, Puelche,

Maule Medio y Melado. Por el margen derecho afluyen al Maule los ríos Lircay-Claro, que junto con la cuenca baja del Maule suponen el 20% de la superficie total. Y el 50% restante de la superficie está constituida por la hoya del río Loncomilla y sus afluentes, tributarios del Maule por su margen izquierdo.

La precipitación media anual sobre la cuenca es del orden de 1.450 mm, variando entre medias anuales de 700 mm en la zona costera y 2.500 mm en la parte alta.

El río Maule es uno de los más caudalosos del país, con un caudal medio natural del orden de 570 $m^3/s$, como muestra la Tabla 2-27.

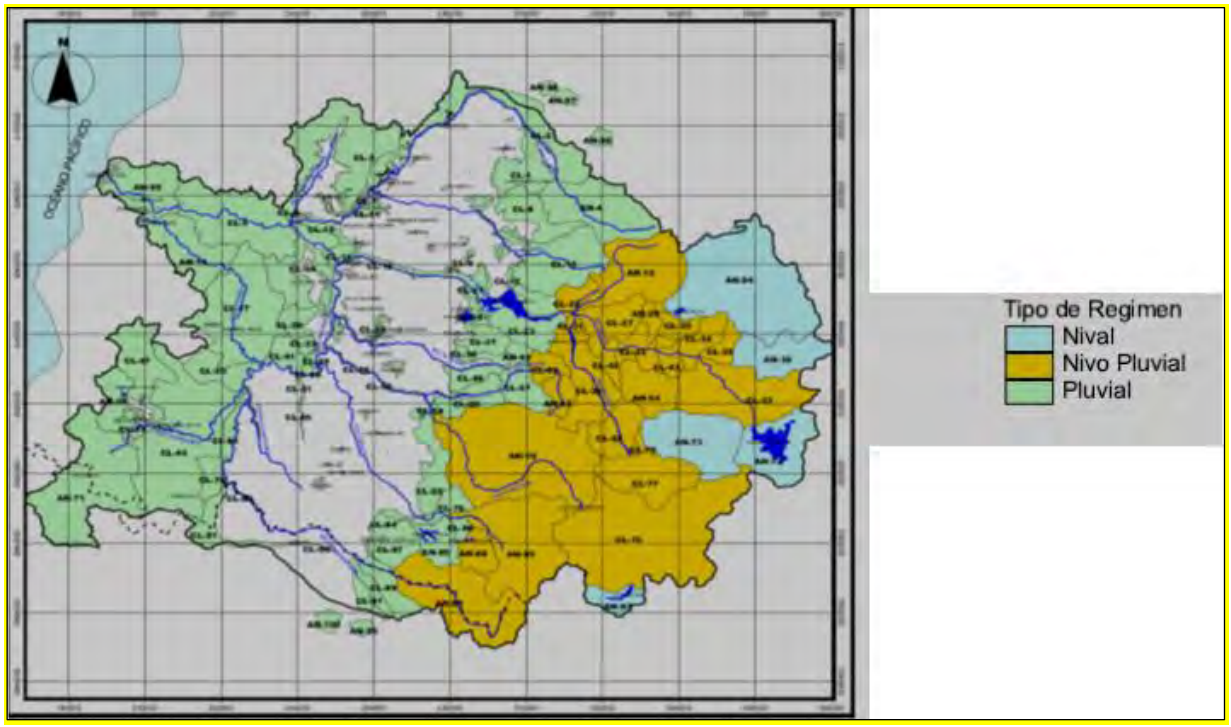
**Tabla 2-27 Aportaciones de la cuenca del Maule ($m^3/s$)**

| Unidades De Planificación Hidráulica | | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Anual |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| UPH-05 | Cuenca Alta del Maule | 129,0 | 182,6 | 256,7 | 245,0 | 229,5 | 240,3 | 292,3 | 388,7 | 374,6 | 228,2 | 146,4 | 115,5 | 236,3 |
| UPH-06 | Cuenca Media y Baja del Maule | 29,9 | 106,1 | 234,3 | 281,1 | 241,4 | 176,6 | 117,0 | 77,9 | 54,4 | 29,5 | 19,1 | 17,0 | 116,0 |
| UPH-07 | Cuenca del Perquilauquén | 18,4 | 69,0 | 163,3 | 198,2 | 168,2 | 116,8 | 67,7 | 37,0 | 22,7 | 12,2 | 7,4 | 7,0 | 74,4 |
| UPH-08 | Cuenca del Loncomilla | 56,9 | 157,4 | 277,4 | 273,9 | 230,6 | 194,4 | 155,6 | 131,9 | 99,4 | 62,6 | 44,6 | 33,4 | 143,7 |

*Fuente: Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos Cuenca del Río Maule. Actualización Del Modelo de Operación del Sistema y Formulación del Plan. S.I.T. Nº 134. Luis Arrau del Canto Consultores en Ingeniería Hidráulica Y De Riego. DGA, Mayo 2008*

El tipo de régimen de las subcuencas que integran la cuenca del Maule varía entre el régimen nival de las subcuencas más altas de cabecera, en la cordillera andina y el pluvial de las subcuencas del Maule Medio y Bajo; entre ambos regímenes se pueden catalogar las subcuencas de cabecera del Maule de menor cota, por debajo de la Laguna del Maule, el río Melado, el Achibueno y cabecera del Perquilauquén. En la Figura 2-16 Tipo de régimen en la cuenca del río Maule se representa el régimen de las subcuencas del Maule.

**Figura 2-16 Tipo de régimen en la cuenca del río Maule**




*Fuente: Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos Cuenca del Río Maule. Actualización Del Modelo de Operación del Sistema y Formulación del Plan. S.I.T. Nº 134. Luis Arrau del Canto Consultores en Ingeniería Hidráulica Y De Riego. DGA, Mayo 2008*

El río Mataquito es de régimen mixto y sus afluentes principales son el río Teno y el Lontué. Tiene una cuenca hidrográfica de unos 6.360 km$^2$ de superficie.

Según el documento de referencia RH090 ***Diagnóstico de Caudales Disponibles en Cuencas no Controladas de Recuperación Cuencas De Maule, Mataquito y Rapel***, las aportaciones naturales en la desembocadura del Mataquito ascienden a 175 m$^3$/s, como muestra la Tabla 2-28.

**Tabla 2-28 Aportaciones de la cuenca del Mataquito (m³/s)**

| Sistema | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | PRO-MEDIO |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Teno | 24.3 | 42.7 | 76 | 89.2 | 82.1 | 69 | 67.2 | 75.8 | 73.7 | 57.1 | 37.7 | 27.9 | 60.2 |
| Lontué | 42.2 | 61.5 | 88.9 | 97.6 | 89.9 | 81.2 | 91.8 | 125.8 | 137.7 | 101 | 63.5 | 49.4 | 85.9 |
| Mataquito | 12.8 | 23 | 40.5 | 54.5 | 51.5 | 38.8 | 28.3 | 25.4 | 24.4 | 19.4 | 14.3 | 12.3 | 28.8 |
| **TOTAL** | **79,3** | **127,2** | **205,4** | **241,3** | **223,5** | **189** | **187,3** | **227** | **235,8** | **177,5** | **115,5** | **89,6** | **174,9** |

*Fuente: Diagnóstico de Caudales Disponibles en Cuencas no Controladas de Recuperación Cuencas De Maule, Mataquito Y Rapel. GCF Ingenieros consultores. Comisión Nacional de Riego (CNR), 2008*

Las tres cuencas restantes de la Región corresponden a cuencas costeras y sus recursos superficiales son muy escasos: Límite regional río Mataquito; Costera Mataquito Maule y Costera Maule límite Región del Biobío.

#### 2.3.2.3. Oferta hídrica subterránea

A continuación se comentan los documentos analizados más significativos, en lo que se refiere a recursos hídricos subterráneos.

- (RH015) ***Exploración de los recursos hídricos subterráneos. Región VII.*** Ayala, Cabrera y Asociados Ltda. 1999.

  Incluye estudio hidrológico e hidrogeológico, demandas de agua y balance hídrico del total de los recursos hídricos, incluyendo los subterráneos, por cuencas y subcuencas; modelo de simulación del sistema del río Cauquenes; inventario y medidas del nivel piezométrico en 290 puntos de agua subterránea; parámetros elásticos en 8 puntos; datos de calidad del agua en 37 pozos de la Región; estudio geofísico en el río Cauquenes (perfiles geofísicos).
  Presenta cierto interés para el conocimiento de las cuencas de los ríos Maule, Mataquito y Cauquenes (aunque con datos del 1999), así como para conocer la geometría en profundidad del valle del río Cauquenes (perfiles geofísicos). Presenta datos de 290 puntos de agua inventariados. (No se dispone del shp de las 290 captaciones) Considera 3 sectores de acuíferos en la cuenca del río Maule.

- (RH20) ***Diagnóstico de Recursos Hídricos de Secano Interior y Costero VI a VIII Región***. Comisión Nacional de Riego, 2003. Memoria con Anexos y Planos.

  Incluye estudio hidrogeológico, con buena descripción geológica, catastro de captaciones con coordenadas (10 tablas), parámetros elásticos de los acuíferos y calidad de las aguas superficiales y subterráneas.

  Presenta interés para zonas Costeras de la Cordillera de la Costa y parte del Valle Central. Contiene una buena descripción geológica de la zona de estudio y datos de inventario de pozos, con coordenadas. (No se dispone del shp de las captaciones)

- (RH40) ***Asesoría para el complemento y actualización de la Modelación Hidrológica de la cuenca del río Maule***. Rohdos, Asesorías y Proyectos Ltda. MOPU-DGA, 2004.

  Se trata de un estudio para complementar y actualizar la información que es necesaria generar como información de entrada al modelo matemático de simulación hidrológica MAGIC, mediante la generación de las matrices de datos de entrada que permiten representar los sistemas de riego.

  Incluye un análisis de los riegos existentes y sus demandas de agua en la cuenca del río Maule.

- (RH080) ***Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos de la Cuenca del río Maule. Fase II: Actualización del Modelo de operación del sistema y formulación del Plan.*** Luis Arrau del Canto. Consultores en Ingeniería Hidráulica y de Riegos. DGA. Dpto. de Estudios y Planificación. 2008

  Incluye mapa con 25 sectores acuíferos, variación del volumen del sistema acuífero (balances: flujos de entrada y salida de agua), pruebas de infiltración, derechos de aguas subterráneas (catastro de aguas, Anexo 3-

6), demanda de agua, factor de uso del agua subterránea, oferta de recursos hídricos (recursos subterráneos), calidad del agua, modelización analítica genérica e integrada de la cuenca (MAGIC), formulación del Plan Director.

Resulta interesante para el conocimiento de la cuenca del río Maule. Define 25 sectores acuíferos, en la modelización integrada de la cuenca del Maule (modelo MAGIC), con datos del catastro de pozos, con derechos de agua concedidos.

- (RH100) ***Levantamiento de información Hidrogeológica para Modelización cuenca del río Maule.*** GCF Ingenieros Limitada. MOPU-DGA, 2010

  Memoria con Anexos y Planos (Catastro captaciones, Geofísica, Demandas de agua, Derechos en trámite, Parámetros elásticos).
  Incluye mapa hidrogeológico de la cuenca del Maule; geofísica realizada (gravimetría) y perfiles geológicos en base a la misma; caracterización de 16 sectores acuíferos; balances de los mismos (recargas y descargas); inventario y medidas de NP de 200 captaciones; parámetros hidrogeológicos; modelo conceptual de los acuíferos y mallas para el modelo matemático a realizar. (No incluye la modelización).

  Resulta interesante para el conocimiento de la hidrogeología global de la cuenca del río Maule, incluyendo información sobre la geometría del valle central de la cuenca, en base a la geofísica y perfiles geológicos realizados. Considera 16 sectores acuíferos dentro de la cuenca del Maule y recoge datos del inventario de 200 pozos.

- (RH110) ***Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021***. MOPU, 2012.

  Memoria, Planos, Resumen Ejecutivo.

Define 6 sistemas acuíferos en la Región de Maule: 2 en la cuenca del Maule (Norte y Sur, con límite en el cauce del río) y 4 en la cuenca del Mataquito (río Mataquito, estero Curepto, río Teno y río Lontué).

Incluye disponibilidades hídricas (recursos) por cuenca; diagnóstico de la demanda, plano con la delimitación de 7 Unidades Territoriales Homogéneas en la cuenca Maule; planificación de la gestión de los recursos hídricos de la Región VII y proyección de los recursos hídricos al año 2021.

- (RH130) ***Estudio hidrogeológico cuenca del río Mataquito***. Aquaterra Ingenieros. 2012.

Memoria, Planos, Anexos (Hidrología, Hidrogeología, Geofísica, Inventario, Modelo de Recarga, SIG, Figuras) y Resumen Ejecutivo.

Aborda el estudio detallado hidrogeológico de la cuenca del Mataquito mediante un modelo conceptual y de flujo subterráneo en el acuífero aluvial. Proporciona datos interesantes para la hidrogeología global de la cuenca del Río Mataquito, definiendo las unidades hidrogeológicas y la geometría del valle medio y bajo del río Mataquito, en base a la geofísica realizada (gravimetría).

El estudio incluye la correspondiente caracterización hidrológica e hidrogeológica de la cuenca, en base a diferentes trabajos realizados: estudio geofísico, inventario exhaustivo realizado de 201 pozos y aforos de cursos de agua. Recoge valores de diferentes parámetros elásticos de acuíferos (permeabilidad, transmisividad, coeficiente de almacenamiento).

Divide las aguas subterráneas, y su modelación, en dos: acuífero Teno-Lontué y el acuífero Mataquito.

La explotación del acuífero Teno-Lontué, considerada en el escenario de calibración, incluyó las captaciones que tenían sus derechos constituidos

entonces (2012), ascendiendo a 4,5 m³/s (cifra ponderada por los respectivos factores de uso). Si no se considera factores de uso, el caudal teóricamente explotable ascendería a 9,9 m³/s.

Los resultados obtenidos por el modelo permitieron establecer una relación de tipo lineal entre caudal de explotación y el descenso del nivel estático.

- (RH150) ***Evaluación de los recursos hídricos subterráneos. Sectores acuíferos Maule Medio Norte y Maule Medio Sur***. SDT Nº 362. DARH. 2014.

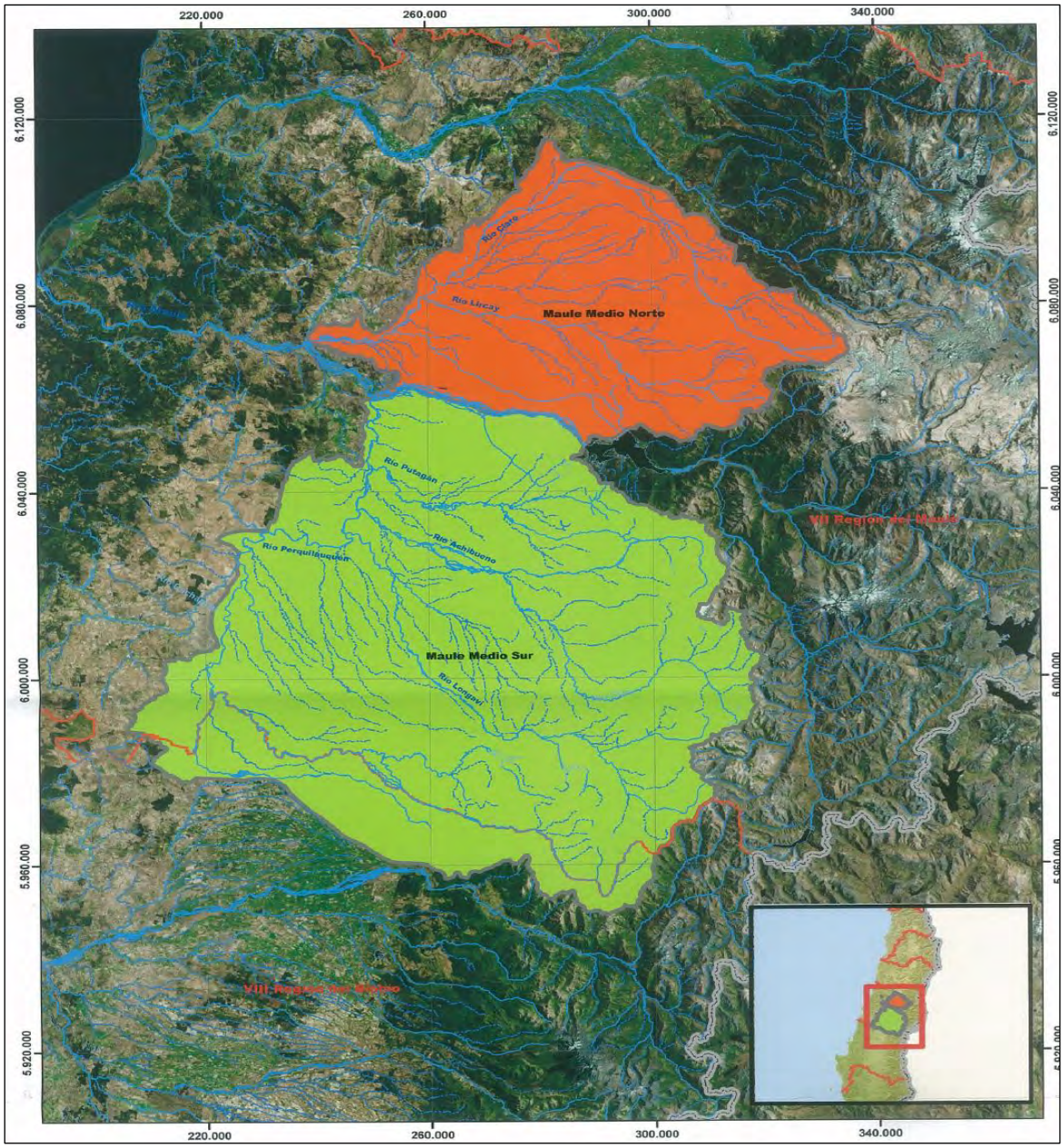
  Se trata de un estudio basado en los valores de recarga utilizados en el estudio Balance Hídrico Preliminar Acuífero Río Maule SDT Nº 139 de 2011, realizado por la División de Estudios y Planificación de la DGA, y tiene por objeto determinar la disponibilidad de recursos subterráneos para satisfacer los derechos de usos existentes. Divide la cuenca del Maule en dos sectores, Maule Norte y Maule Sur, como muestra la figura adjunta.
  Determina para ambos sectores, Maule Medio Norte y Maule Medio Sur, la recarga neta en 15 m³/s (473 millones m³/año) y 43 m³/s (1.356 millones m³/año), respectivamente.

  La estimación de la demanda de recursos subterráneos se realizó en base a otorgamientos concedidos, que ascienden a 306 millones m³/año en el Maule Medio Norte y 529 millones m³/año en el Maule Medio Sur.
  El balance entre la recarga neta y la demanda comprometida arroja una disponibilidad de agua de 167 millones m³/año en el Maule Medio Norte, y 827 millones m³/año en el Maule Medio Norte.

  Incluye un catastro de demanda de aguas subterráneas, por sectores acuíferos.

  Como conclusión, el Estudio determina que existen recursos suficientes para atender las demandas de agua subterránea actuales e incluso para atender nuevos derechos, gracias al alto monto de recarga anual.

**Figura 2-17 Sectores Hidrogeológicos de Aprovechamiento Común. Maule Medio Norte y Maule Medio Sur**




*Fuente: Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos. Sectores Acuíferos Maule Medio Norte y Maule Medio Sur. DARH SDT Nº 362. DGA Octubre 2014*

### 2.3.3. Análisis de la Situación de la Demanda, Derechos de Aprovechamiento

La recopilación de la información básica de las demandas se refiere a los distintos usos del agua, tanto a nivel de cuencas y subcuencas, a escala mensual y anual de los siguientes conceptos:

- Demanda de agua sector agrícola
- Demanda de agua potable urbana
- Demanda de agua potable rural (APR)
- Demanda de agua para hidroelectricidad
- Demanda de agua sector industrial
- Demanda de agua sector minero
- Demanda de agua caudal ecológico

Los Estudios más recientes que se han considerado relevantes son los siguientes:

- RH010. ANÁLISIS DE LA OFERTA Y DEMANDA DE RECURSOS HÍDRICOS EN CUENCAS CRÍTICAS DE LOA, RAPEL Y MATAQUITO. VOLUMEN III. CUENCA DEL RÍO MATAOUITO. FIGUEIREDO FERRAZ CONSULTORÍA E INGENIERÍA DE PROYECTO LTDA. DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS Y PLANIFICACIÓN. S.I.T. N° 31. Santiago, Marzo 1996.
- RH050. EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES DE LA CUENCA DEL RÍO MAULE. DIRECCIÓN REGIONAL DE MAULE, VII REGION DEPARTAMENTO ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS HIDRICOS. S.D.T. Nº 197. Santiago, Mayo de 2005.
- EH020. ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LA FUNCIONALIDAD DE LA RED FLUVIOMÉTRICA Y ASIGNACIÓN DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO. MOP, DIRECCIÓN DE PLANEAMIENTO, 2006.
- RH060. ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS HIDROLÓGICOS ACOPLADOS A SIG PARA EL MANEJO Y PLANIFICACIÓN, CUENCAS DE MAULE, MATAQUITO E ITATA. GCF INGENIEROS CONSULTORES LTDA., 2006.

- RH070. ESTIMACIONES DE DEMANDA DE AGUA Y PROYECCIONES FUTURAS. ZONA II. REGIONES V A XII Y REGIÓN METROPOLITANA. AYALA, CABRERA Y ASOCIADOS LTDA. INGENIEROS CONSULTORES. S.I.T. Nº 123. DGA, Santiago, Enero del 2007.
- RH080. PLAN DIRECTOR PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS CUENCA DEL RÍO MAULE. ACTUALIZACIÓN DEL MODELO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA Y FORMULACIÓN DEL PLAN. S.I.T. Nº 134. LUIS ARRAU DEL CANTO CONSULTORES EN INGENIERÍA HIDRÁULICA Y DE RIEGO. DGA, Mayo 2008.
- EH030. MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE RED DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, REGIONES VII A XI. CONIC BF INGENIEROS CIVILES CONSULTORES LTDA. S.I.T. Nº 223. Diciembre 2010.
- RH150 EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS. SECTORES ACUÍFEROS MAULE MEDIO NORTE Y MAULE MEDIO SUR
- RH 130. ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO CUENCA DEL RÍO MATAQUITO. S.I.T. Nº 296. AQUATERRA INGENIEROS LIMITADA. Diciembre 2012.

El estudio de la referencia RH010 analiza las aportaciones hídricas y las demandas de la cuenca del río Mataquito para los años hidrológicos del período 1950/51 a 1989/90. Dispone de tablas de caudales medios mensuales generados en los puntos finales de cuenca de los ríos Teno, Lontué, y Mataquito. Analiza la frecuencia de presentación de los caudales para el 50%, 85% y 95% para el año hidrológico. La demanda agrícola se analiza a nivel medio mensual, como así también la demanda máxima según la capacidad máxima de los canales y la demanda según los derechos de aprovechamiento. Finalmente se presentan los balances hídricos para las subcuencas de los ríos Teno, Lontué y Mataquito a nivel mensual y para las tres frecuencias de caudales.

El estudio de la referencia RH050 analiza los recursos hídricos superficiales en 19 puntos de control de cierre de subcuencas de la cuenca del río Maule, agrupadas en función de las estaciones fluviométricas y de las demandas de las subcuencas asociadas, obtenidas del Catastro de derechos de agua de la cuenca del Maule de las solicitudes ingresadas a la DGA hasta diciembre de

2003. En el cálculo de la demanda de recursos de aguas superficiales se consideraron: i) los derechos aprobados o definitivos, ii) las regularizaciones y iii) los canales. Incluye el caudal ecológico distribuido a nivel mensual para los 19 puntos de control. Las aportaciones como las demandas se analizan a nivel mensual para las 19 agrupaciones, presentando los resultados de los balances hídricos. El recurso hídrico se analiza para distintas probabilidades de frecuencia de presentación del 5%, 50%, 85% y 95% para el año hidrológico.

El estudio de la referencia RH070 calcula las demandas de las cuencas de toda la Región VII Maule, divididas en 9 unidades hidrográficas: las tres costeras, una del río Mataquito y cinco subcuencas del río Maule. Las demandas se definen como valor medio para dos escenarios, la Situación Actual al 2005 y dos Situaciones Futuras a 2015 y 2030. Las demandas consideradas son las de los usos Agropecuario, Forestal, Agua Potable (APU y APR), Industrial, Generación de Energía, Minería, Turismo, Acuicultura y Caudales Ecológicos, a nivel mensual sólo la agrícola y a nivel anual todas las demandas restantes.

Los estudios de las referencias RH010, RH080, y RH070 serán utilizados como complementarios para el PMRH-Maule, debido a que operan con unas agrupaciones discretas de subcuencas.

Los estudios de las referencias RH060, RH080, RH030 e RH0130 resultan muy valiosos para la caracterización de las demandas asociadas a los diferentes usos en la Región y en el caso particular del estudio RH080, actualizó y calibró el Modelo MAGIC-Maule, como una herramienta de análisis de la situación actual y para la evaluación de los escenarios futuros para el Plan Director. En este estudio se realizó un compendio sobre el conocimiento de las distintas demandas y se las situó espacialmente en el modelo MAGIC mediante nodos. Para la cuantificación de las demandas, se basó en los datos ofrecidos por las siguientes fuentes de información:

- *PLANES REGULADORES COMUNALES (PRC). CENSO AL 2002. SRMVYU, 2006*, que analiza la población de las distintas comunas de

la Región para los censos de los años 1982, 1992 y 2002, proyectando la población a los años 2012 y 2020.

- *CATASTRO VITÍCOLA NACIONAL 2004. SAG, 2004, que evalúa el viñedo chileno en el conjunto del país, donde las concentraciones de mayores de plantaciones de vides se ubican en la Región del Maule.*
- *DETERMINACIÓN DE ÁREAS AGRÍCOLAS DE MAYOR IMPORTANCIA PRODUCTIVA Y ZONAS CON SUELOS ESPECIALES, PARA FINES DE VALORACIÓN DEL TERRITORIO RURAL. SAG, 2006, que evalúa las potenciales zonas de interés agropecuario en exclusivas (ZIAE) o mixtas (ZIAM), en las que pueden haber múltiples usos.*
- *DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS HUERTOS FRUTÍCOLAS DE CHILE. ODEPA, 2006, incluye mapas frutícolas de las zonas productivas por especies, distribuidas espacialmente en áreas homogéneas georreferenciadas (INE, ODEPA).*
- *USO ACTUAL Y FUTURO AGUAS CUENCA DEL RÍO MAULE. AC INGENIEROS CONSULTORES, 2007, que evalúa las demandas a nivel de subcuencas y para numerosos sectores productivos. Además proyecta las demandas por sector para un horizonte al 2015 y 2030. Este estudio se utilizó para corroborar sus magnitudes con la situación actual para validar las demandas actuales y/o corregirlas para su extrapolación a los escenarios futuros del PMRH de la Región del Maule.*
- *IDENTIFICACIÓN DE LAS PRINCIPALES ÁREAS AGRÍCOLAS Y DE INTERÉS PARA EL MINAGRI COMO APORTE PARA EL ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL PAÍS (AGROSOT). SAG-CIREN, 2007. Fue encargado por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) al CIREN, con el objetivo de identificar las principales áreas agrícolas y zonas singulares del país para un ordenamiento territorial del espacio rural, para permitir una planificación de los recursos naturales. Para su valoración se aplicó un análisis multicriterio, combinando diversas variables espaciales en SIG de índole productivo y de infraestructura existentes y obtener un valor total de* productividad de numerosos sectores. Esto permitió al Plan Director del 2008 generar escenarios futuros priorizando los sectores más aptos para el uso del agua y

priorizando las futuras obras o mejoras de éstas para beneficiar los sectores más aptos.

- *COMPENDIO ESTADÍSTICO SILVOAGROPECUARIO 1990-2004. ODEPA, 2007*, publicación con series estadísticas nacionales y regionales de los principales sectores silvoagropecuarios para el período 1990 a 2004, con estadísticas macrosectoriales y productivas.

Para el cálculo de los balances hídricos por cuencas y subcuencas, se utilizarán los resultados de los estudios hidrológicos e hidrogeológicos de las referencias (RH050, RH060, RH080, EH20, RH130 y RH150).

De los resultados de los modelos hidrológicos de gestión de los recursos hídricos se obtendrán los distintos objetos intervinientes para representar por unidades hidrográficas cada una de las variables del balance hídrico, y en este caso en particular, los nodos que representan cada una de las demandas, tanto a nivel superficial como subterránea.

A continuación se describen las demandas principales de los distintos usos del agua, sobre la base de los estudios de las referencias citadas.

#### 2.3.3.1. Demanda de agua sector agrícola

Con el fin de caracterizar la producción agrícola de la cuenca, se definieron dos situaciones agropecuarias diferentes: la primera entre 1980 y 1990, y la segunda que representaba el período 1991-2006.

Como resultado de la evaluación de las demandas, se obtuvo las demandas históricas de agua para riego, en la forma de necesidades netas mensuales, para cada uno de los 2 períodos de tiempo analizados.

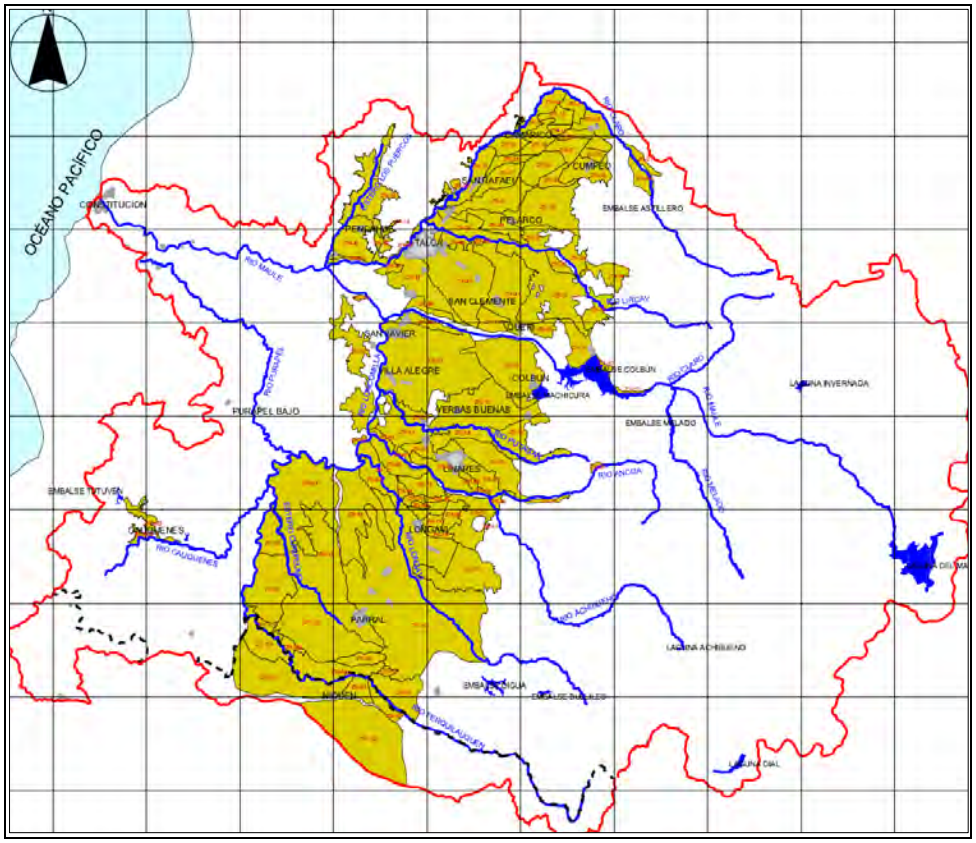
De acuerdo a los estudios de la referencia RH080, la superficie regada de la Región VII Maule podría incrementarse, desde el 2006 al 2026, de 347.000 ha a 380.000 ha. Por otro lado, para la cuenca del río Maule y para el mismo período sería equivalente a una superficie de riego que pasaría, en ese mismo período, de 241.407 ha a 275.000 ha.

Sobre el horizonte de 20 años, el incremento de la superficie de riego en la cuenca del río Maule es equivalente a unas 1.700 ha/año, por lo que la demanda de la cuenca podría ascender entre los 166 a 175 $m^3/s$.

Por otro lado, la cuenca del río Mataquito utiliza sus aguas para el regadío de cultivos en el valle, abarcando una superficie de regadío entorno a las 100.000 ha, magnitud que no es superada por problemas de sobreexplotación de sus acuíferos.

En la Figura 2-18 se pueden ver las 104 zonas de riego de la cuenca del Maule. Como se observa, todas estas zonas se localizan en la zona central de la cuenca, entre la Cordillera de la Costa y los Andes.

## Figura 2-18 Zonas de Riego en la Cuenca del Maule




*Fuente: Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos Cuenca del Río Maule. Actualización Del Modelo de Operación del Sistema y Formulación del Plan. S.I.T. Nº 134. Luis Arrau del Canto Consultores en Ingeniería Hidráulica Y De Riego. DGA, Mayo 2008*

En la Tabla 2-29 Demandas de riego en la Cuenca del Maule, se recogen las necesidades netas de riego, agrupadas por Unidades de Planificación Hidráulica (ver epígrafe 5.2.1) considerando, por un lado, la superficie total cultivada y, por otro, la superficie máxima cultivable. Todo ello a partir de los datos del documento de referencia RH080.

**Tabla 2-29 Demandas de riego en la Cuenca del Maule (m³/s). Promedio 1991/92-2005/06**

| Unidades de planificación hidráulica | | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Anual |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Considerando superficie total cultivada** | | | | | | | | | | | | | | |
| UPH-06 | Cuenca Media y Baja del Maule (187.041 ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,8 | 5,5 | 9,8 | 12,7 | 8,9 | 3,7 | 41,5 |
| UPH-07 | Cuenca del Perquilauquén (1.486 ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0 | 0,4 |
| UPH-08 | Cuenca del Loncomilla (52.877 ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,6 | 1,9 | 2,9 | 3,4 | 2,2 | 0,6 | 11,5 |
| **Considerando superficie máxima cultivable** | | | | | | | | | | | | | | |
| UPH-06 | Cuenca Media y Baja del Maule (316.773 ha) | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,4 | 9,3 | 16,5 | 21,6 | 15,2 | 6,4 | 70,5 |
| UPH-07 | Cuenca del Perquilauquén (2.607 ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,7 |
| UPH-08 | Cuenca del Loncomilla (213.198 ha) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,6 | 7,7 | 11,6 | 13,6 | 8,9 | 2,3 | 46,6 |

*Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos Cuenca del Río Maule. Actualización Del Modelo de Operación del Sistema y Formulación del Plan. S.I.T. Nº 134. Luis Arrau del Canto Consultores en Ingeniería Hidráulica Y De Riego. DGA, Mayo 2008.*

En cuanto a la cuenca del río Mataquito, en el documento (RH090) DIAGNÓSTICO DE CAUDALES EN CUENCAS NO CONTROLADAS EN RECUPERACIÓN, CUENCAS DE MAULE, MATAQUITO y RAPEL. INFORME FINAL, se compararon las distintas fuentes de información existentes, encontrando las diferencias que se muestran en la Tabla 2-30 Comparación

de superficies estimadas según distintas fuentes de información, en la cuenca del Mataquito.

**Tabla 2-30 Comparación de superficies estimadas según distintas fuentes de información, en la cuenca del Mataquito (ha)**

| Subcuenca | Clasificación Cuerpos de Agua por Calidad. Cade Idepe 2004 | Estudio Integral CICA. 1978 | | | Estudio Manejo Integral. INECON. 1998 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Cuenca Mataquito | Otras hoyas | Total | |
| Mataquito | 13589 | 12000 | | 12000 | 10948 |
| Tena | 34987 | 23000 | 14000 | 37000 | 33432 |
| Lontué | 55645 | 39000 | 16800 | 55800 | 38541 |
| **Total** | **104221** | **74000** | | **104800** | **82921** |

*Fuente: Diagnóstico de caudales en cuencas no controladas en recuperación, cuencas de Maule, Mataquito y Rapel. Informe final. GCF INGENIEROS LTDA, 2008*

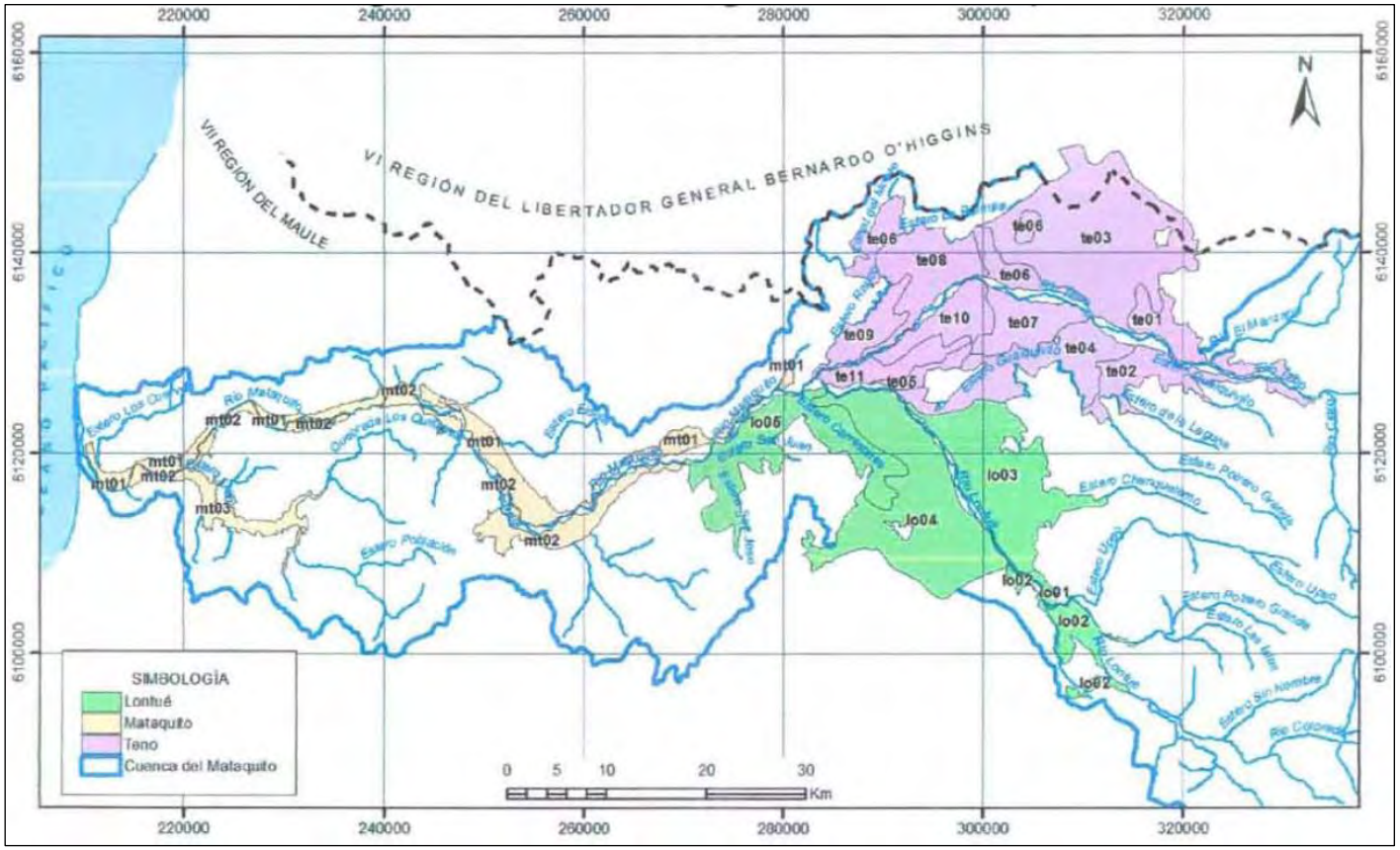
Las superficies finalmente consideradas en dicho estudio, tras su corrección según el total de tierra cultivable, correspondiente a suelos con capacidad de uso entre I y IV, se indican en la Tabla 2-18, mientras que su ubicación se puede ver en la Figura 2-19 Zonas de Riego en la Cuenca del Mataquito.

**Tabla 2-31 Superficies de riego en la cuenca del Mataquito (ha)**

| Subcuenca | Zona de Riego | Superficie (ha) |
|---|---|---|
| Teno | te01 | 3002.8 |
| | te02 | 3804.4 |
| | te03 | 17445.4 |
| | te04 | 6553.4 |
| | te05 | 993.0 |
| | te06 | 4307.6 |
| | te07 | 3622.1 |
| | te08 | 5463.2 |
| | te09 | 2512.3 |
| | te10 | 3262.6 |
| | te11 | 2396.5 |
| **Total subcuenca Teno** | | **53363.2** |
| Lontué | lo01 | 342.4 |
| | lo02 | 2555.6 |
| | lo03 | 10727.7 |
| | lo04 | 15187.4 |
| | lo05 | 9181.6 |
| Total subcuenca Lontué | | 37994.6 |
| Mataquito | mt01 | 7272.1 |
| | mt02 | 4977.8 |
| | mt03 | 2562.6 |
| Total subcuenca Mataquito | | 14812.5 |
| **TOTAL CUENCA MATAQUITO** | | **106170.3** |

*Fuente: Diagnóstico de caudales en cuencas no controladas en recuperación, cuencas de Maule, Mataquito y Rapel. Informe final. GCF INGENIEROS LTDA, 2008*

## Figura 2-19 Zonas de Riego en la Cuenca del Mataquito




*Fuente: Diagnóstico de caudales en cuencas no controladas en recuperación, cuencas de Maule, Mataquito y Rapel. Informe final. GCF INGENIEROS LTDA, 2008*

En el documento (RH070) se estiman a partir de los datos del año 2005, las demandas de diferentes usos para los horizontes 2015 y 2030. En concreto, para el uso agropecuario se estiman los valores recogidos en la Tabla 2-32.

**Tabla 2-32 Estimaciones de Demanda de Agua Uso Agropecuario (m³/s)**

| Código | Nombre | Año 2005 | Año 2015 | Año 2030 |
|---|---|---|---|---|
| 070 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| 071 | Cuenca del Mataquito | 37,62 | 37,62 | 37,62 |
| 072 | Costeras Mataquito-Maule | 0,08 | 0,08 | 0,08 |
| 0730 y 0731 | Cuenca Alta del Maule | 13,03 | 13,03 | 13,03 |
| 0732 y 0737 | Cuenca Media del Maule | 38,64 | 38,64 | 38,64 |
| 0733 y 0734 | Cuenca del Perquilauquén | 29,47 | 29,47 | 29,47 |
| 0735 | Cuenca del Loncomilla | 38,94 | 44,56 | 44,56 |
| 0736 y 0738 | Cuenca Baja del Maule | 8,25 | 8,25 | 8,25 |
| 074 | Costeras entre río Maule y limite Región | 0,34 | 0,34 | 0,34 |
| | **TOTAL** | **166,49** | **172,10** | **172,10** |

*Fuente: Estimaciones de demanda de agua y proyecciones futuras. Zona II. Regiones V a XII y Región Metropolitana. AYALA, CABRERA Y ASOCIADOS LTDA. INGENIEROS CONSULTORES. S.I.T. Nº 123. DGA, 2007*

La Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) publica en su web estadístico de cultivos basados en datos del Instituto Nacional de Estadística (INE). De esta página se ha obtenido la serie de superficies correspondientes a los años 2007 a 2015 los que se indican en la Tabla 2-33.

**Tabla 2-33 Superficie sembrada por cultivos. Años 2007 a 2015 (ha)**

| Año | Cereales | Leguminosas y tubérculos | Cultivos industriales | Total |
|---|---|---|---|---|
| 2007/08 | 89.803 | 9.990 | 11.001 | 110.794 |
| 2008/09 | 98.594 | 12.112 | 8.653 | 119.359 |
| 2009/10 | 96.748 | 12.683 | 8.585 | 118.016 |
| 2010/11 | 89.940 | 12.155 | 12.417 | 114.512 |
| 2011/12 | 112.212 | 6.432 | 14.137 | 132.781 |
| 2012/13 | 97.249 | 9.855 | 13.901 | 121.005 |
| 2013/14 | 93.845 | 11.403 | 12.440 | 117.688 |
| 2014/15 | 92.178 | 11.393 | 15.336 | 118.908 |
| 2015/16 | 95.068 | 10.747 | 13.472 | 119.287 |
| **Promedio** | **96.182** | **10.752** | **12.216** | **119.150** |

*Fuente: Estadísticas publicadas en la web de la ODEPA, con datos del INE*

A estas superficies hay que añadir 62.000 ha de frutales, según catastro frutícola de 2013.

#### 2.3.3.2. Demanda de agua potable urbana

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

La empresa sanitaria ANSM S.A. entrega servicios a 30 localidades de la Región del Maule, de las cuales 14 se ubican dentro de los límites de la cuenca del río Maule, abasteciéndose principalmente de fuentes subterráneas. Por su Parte, ESSBIO S.A. abastece a la localidad de Quirihue y la Cooperativa de Servicio de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento Ambiental de Maule Ltda. que entrega servicios a la localidad de Maule.

Estas empresas, cada cinco años deben presentar sus Planes de Desarrollo a la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), para cada una de las

localidades a las que otorga el servicio y constituyen un compromiso formal de suministro.

Históricamente, la cobertura de servicio en la cuenca ha sido cercana al 90% con un aumento sostenido, siendo para el año 1990 del 96,7%, abasteciendo a 325.341 personas, en tanto que para el año 2004 fue del 99,7%, lo que corresponde a 458.792 personas.

Cabe mencionar, que la demanda para el período 2020−2027 se calculó proyectando la tendencia lineal del período 2009−2019 usando como base la información entregada en los Planes de Desarrollo respectivos.

El caudal medio anual de producción de agua potable urbana a 2015, fue estimada en unos 1000 L/s en toda la cuenca del río Maule.

#### 2.3.3.3. Demanda de agua potable rural (APR)

Según el documento de referencia RH080, en la cuenca del río Maule se encontraban operando 212 servicios de agua potable rural al año 2006, los que en conjunto abastecían a una población de 228.020 personas. Del total de estos servicios, solo tres poseían captaciones de tipo superficial, todas las demás del tipo subterránea.

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

En la Tabla 2-34, se detalla la demanda APR por comunas agrupadas según las Unidades de Planificación Hidráulica definidas en el apartado 2.1.

**Tabla 2-34 Demanda de Agua Potable Rural**

| UPH | Comuna | Tipo Extracción | N° Servicios | Población Beneficiada | Q Medio de Producción (l/s) |
|---|---|---|---|---|---|
| **UPH-06** | Constitución | Subterránea | 5 | 8.765 | 10,14 |
| | Curepto | Subterránea | 5 | 3.035 | 3,51 |
| | Maule | Subterránea | 8 | 10.575 | 12,24 |
| | Molina | Subterránea | 12 | 11.515 | 13,33 |
| | Pelarco | Subterránea | 4 | 3.595 | 4,16 |
| | Pencahue | Subterránea | 5 | 7.050 | 8,16 |
| | Pencahue | Superficial | 1 | 355 | 0,41 |
| | Río Claro | Subterránea | 14 | 14.465 | 16,74 |
| | San Clemente | Subterránea | 22 | 23.370 | 27,05 |
| | San Clemente | Superficial | 1 | 3.075 | 3,56 |
| | San Rafael | Subterránea | 4 | 2.830 | 3,28 |
| | Talca | Subterránea | 11 | 12.170 | 14,09 |
| **UPH-07** | Cauquenes | Subterránea | 4 | 2.185 | 2,53 |
| | Parral | Subterránea | 7 | 9.915 | 11,48 |
| | Retiro | Subterránea | 14 | 11.085 | 12,83 |
| **UPH-08** | Colbún | Subterránea | 16 | 24.835 | 28,74 |
| | Linares | Subterránea | 19 | 16.180 | 18,73 |
| | Longaví | Subterránea | 18 | 20.990 | 24,29 |
| | San Javier | Subterránea | 10 | 11.440 | 13,24 |
| | San Javier | Superficial | 1 | 660 | 0,76 |
| | Villa Alegre | Subterránea | 9 | 5.270 | 6,10 |
| | Y. Buenas | Subterránea | 11 | 15.470 | 17,91 |
| | **TOTAL** | | **201** | **218.830** | **253,27** |

*Fuente: Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos Cuenca del Río Maule. Actualización Del Modelo de Operación del Sistema y Formulación del Plan. S.I.T. Nº 134. Luis Arrau del Canto Consultores en Ingeniería Hidráulica Y De Riego. DGA, Mayo 2008*

Para la estimación de las demandas futuras asociadas a los servicios de agua potable rural, se consideró una tasa de incremento de la población abastecida del 2% anual, la que se encuentra estipulada en las normas de diseño de los sistemas de APR, en tanto que se ha establecido una dotación futura de 120 L/habitante/día para el período 2007-2010 y de 150 L/habitante/día para el período 2011-2027, ya que se debe considerar el aumento y diversificación de las necesidades de los usuarios para la utilización del agua.

Los resultados obtenidos del caudal medio de producción anual en (l/s) para una sucesión de años fueron los siguientes:

- Año 2006: 264 l/s
- Año 2007: 317 l/s
- Año 2012: 438 l/s
- Año 2017: 484 l/s
- Año 2022: 534 l/s
- Año 2027: 589 l/s

En el documento RH070 se estima, a partir de los datos de 2005, las demandas de los diferentes usos para los horizontes 2015 y 2030. En concreto, para la demanda de agua potable se estiman los valores recogidos en la Tabla 2-35.

**Tabla 2-35 Estimaciones de Demanda de Agua Potable (m³/s)**

| Código | Nombre | Año 2005 | Año 2015 | Año 2030 |
|---|---|---|---|---|
| 70 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 0,01 | 0,01 | 0,01 |
| 71 | Cuenca del Mataquito | 0,66 | 0,73 | 0,86 |
| 72 | Costeras Mataquito-Maule | 0,09 | 0,01 | 0,01 |
| 0730 y 0731 | Cuenca Alta del Maule | 0 | 0 | 0 |
| 0732 y 0737 | Cuenca Media del Maule | 0,65 | 0,76 | 0,89 |
| 0733 y 0734 | Cuenca del Perquilauquén | 0,29 | 0,32 | 0,4 |
| 735 | Cuenca del Loncomilla | 0,39 | 0,5 | 0,59 |
| 0736 y 0738 | Cuenca Baja del Maule | 0,1 | 0,14 | 0,19 |
| 74 | Costeras entre río Maule y limite Región | 0,03 | 0,04 | 0,06 |
| **TOTAL** | | **2,21** | **2,51** | **2,99** |

*Fuente: Estimaciones de demanda de agua y proyecciones futuras. Zona II. Regiones V a XII y Región Metropolitana. AYALA, CABRERA Y ASOCIADOS LTDA. INGENIEROS CONSULTORES. S.I.T. Nº 123. DGA, 2007*

### 2.3.3.4. Demanda de agua para hidroelectricidad

La información correspondiente a la demanda de agua del sector hidroeléctrico (7 centrales) ha sido obtenida a partir del estudio de la RH030 y desde el CEDEC.

Adicionalmente, en la cuenca del río Maule se encuentran operando 3 centrales termoeléctricas, cuya información se obtuvo de las mismas referencias.

La demanda de las centrales hidroeléctricas es esencialmente no consuntiva, mientras que en las centrales termoeléctricas la demanda es de tipo consuntivo ya que el agua se usa en el ciclo de operación de la central en el que se transforma en vapor para operar las turbinas.

Las características de las centrales fue actualizada al año 2006 en el estudio de referencia, y se recoge en la Tabla 2-36.

**Tabla 2-36 Demanda de agua para hidroelectricidad**

| Central | Potencia Total | | Producción 2006 (MWhr) | Factor de Planta | Gasto Central ($m^3/s$) | Demanda Central ($m^3/s$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | (MW) | (MWhr) | | | | |
| **Hidroelectricidad** | | | | | | |
| **Cipreses** | 101,4 | 888.264 | 639.700 | 0,72 | 36,4 | 26,2 |
| **Isla** | 68 | 595.680 | 550.400 | 0,92 | 84 | 77,6 |
| **Curillinque** | 85 | 744.600 | 559.600 | 0,75 | 84 | 63,1 |
| **Loma Alta** | 38 | 332.880 | 277.300 | 0,83 | 84 | 70 |
| **Pehuenche** | 500 | 4.380.000 | 3.548.400 | 0,81 | 300 | 243 |
| **Colbún + Machicura** | 490 | 4.292.400 | 4.177.300 | 0,97 | 280 | 272,5 |
| **San Ignacio** | 37 | 324.120 | 283.600 | 0,87 | 194 | 169,7 |

*Fuente: Bases para el Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos Cuenca del Río Maule. Diagnóstico. S.I.T. Nº 90. Ayala Cabrera y Asociados. DGA, 2003*

El caudal máximo de diseño en el sector hidroeléctrico está en el orden de los 600 $m^3/s$ en la cuenca del río Maule.

#### 2.3.3.5. Demanda de agua sector industrial

La información correspondiente a la demanda de agua de este sector está contenida en los estudios de las referencias RH030 y RH080.

Estos estudios muestran que la mayoría de las industrias que actualmente operan en la cuenca del río Maule están dedicadas al rubro alimentario, donde la elaboración y tratamiento de productos agrícolas es la más importante. En particular, las industrias del rubro alimentario corresponden a la actividad vitivinícola, mataderos de faenamiento de ganado y su comercialización y fruticultura, destacando entre todas la presencia de IANSA con su planta en Linares.

En cuanto a otros rubros, existen también industrias de cueros, papeles y cartones, y metalúrgicas, entre las cuales destaca la Celulosa Arauco y Constitución S.A., que se abastece de agua del río Maule cerca de su desembocadura, donde el caudal requerido puede obtenerse sin dificultades desde el río.

La mayor concentración de industrias se encuentra en la cuenca del río Claro, específicamente, en la subcuenca del estero Piduco, en el entorno de Talca, y en la cuenca del río Loncomilla, específicamente en la subcuenca del río Putagán en el entorno de Linares.

El caudal bruto medio anual en el sector industrial previsto a 2015 fue del orden de los 3,50 $m^3/s$ en la cuenca del río Maule.

En la Tabla 2-37 Demanda de agua uso industrial, se recogen las demandas de uso industrial, para diferentes años, contempladas en el documento de referencia RH030.

| Tabla 2-37 Demanda de agua uso industrial | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Subcuenca | Año | Demandas Netas | | Demandas Brutas | |
| | | m³/año | l/s | m³/año | l/s |
| MAULE MEDIO (0732-0737) | 2005 | 6.406.736 | 203,2 | 9.948.883 | 315,5 |
| | 2006 | 6.610.471 | 209,6 | 10.265.258 | 325,5 |
| | 2015 | 8.761.775 | 277,8 | 13.605.972 | 431,4 |
| | 2030 | 14.012.801 | 444,3 | 21.760.177 | 690 |
| PERQUILAUQUÉN (0733-0734) | 2005 | 95.802 | 3 | 137.715 | 4,4 |
| | 2006 | 98.848 | 3,1 | 142.094 | 4,5 |
| | 2015 | 131.017 | 4,2 | 188.337 | 6 |
| | 2030 | 209.537 | 6,6 | 301.210 | 9,6 |
| LONCOMILLA (0735) | 2005 | 28.980.004 | 918,9 | 43.412.525 | 1.376,6 |
| | 2006 | 29.901.568 | 948,2 | 44.793.043 | 1.420,4 |
| | 2015 | 39.632.702 | 1.256,7 | 59.370.442 | 1.882,6 |
| | 2030 | 63.385.005 | 2.009,9 | 94.951.786 | 3.010,9 |
| MAULE BAJO (0736-0738) | 2005 | 23.004.375 | 729,5 | 27.605.250 | 875,4 |
| | 2006 | 23.735.914 | 752,7 | 28.483.097 | 903,2 |
| | 2015 | 31.460.504 | 997,6 | 37.752.605 | 1.197,1 |
| | 2030 | 50.315.122 | 1.595,5 | 60.378.146 | 1.914,6 |

*Fuente: Bases para el Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos Cuenca del Río Maule. Diagnóstico. S.I.T. Nº 90. Ayala Cabrera y Asociados. DGA, 2003*

Por otro lado, en el documento RH070 se estiman, a partir de los datos de 2005, las demandas de diferentes usos para los horizontes 2015 y 2030. En concreto, para la demanda de agua del sector industrial se estiman los valores recogidos en la Tabla 2-38.

**Tabla 2-38 Estimaciones de Demanda Sector Industrial (m³/s)**

| Código | Nombre | Año 2005 | Año 2015 | Año 2030 |
|---|---|---|---|---|
| 070 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 071 | Cuenca del Mataquito | 1,20 | 1,64 | 2,62 |
| 072 | Costeras Mataquito-Maule | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0730 y 0731 | Cuenca Alta del Maule | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0732 y 0737 | Cuenca Media del Maule | 0,32 | 0,43 | 0,69 |
| 0733 y 0734 | Cuenca del Perquilauquén | 0,00 | 0,01 | 0,01 |
| 0735 | Cuenca del Loncomilla | 1,38 | 1,88 | 3,01 |
| 0736y 0738 | Cuenca Baja del Maule | 0,88 | 1,20 | 1,92 |
| 074 | Costeras entre río Maule y limite Región | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

*Fuente: Estimaciones de demanda de agua y proyecciones futuras. Zona II. Regiones V a XII y Región Metropolitana. AYALA, CABRERA Y ASOCIADOS LTDA. INGENIEROS CONSULTORES. S.I.T. Nº 123. DGA, 2007*

#### 2.3.3.6. Demanda de agua sector minero

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

Debido a lo anterior, no se consideran demandas de agua en la cuenca del río Maule, correspondientes al sector Minero.

#### 2.3.3.7. Demanda de agua sector turismo

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

Los caudales atribuibles a actividades de naturaleza turística en la zona, en general están incluidos en los de agua potable, puesto que la infraestructura

hotelera utiliza recursos directamente desde las redes de las empresas sanitarias correspondientes.

Sin embargo, como referencia se incluye 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 Nº743, que establece un caudal medio anual atribuible al turismo de 0,10 l/s por cada 3 a 5 personas que ingresan diariamente a la zona.

#### 2.3.3.8. Demanda de agua caudal ecológico

Si bien el caudal ecológico no es una demanda o uso consuntivo, debe considerarse en los balances como parte de los volúmenes que se deben dejar circular por el río para que la gestión del recurso hídrico contemple la vida piscícola y los hábitats de la flora y fauna relacionadas con la masa de agua del río, y por lo tanto no disponible para otros usos.

En el estudio (RH 050) *Evaluación de los Recursos Hídricos Superficiales del Río Maule* SDT-197. DGA, 2005, se incluye el valor del caudal ecológico definido para 19 puntos de control definidos en la cuenca del río Maule.

#### 2.3.3.9. Derechos de Aprovechamiento de Aguas

En el Anexo 2-4 se incluye el catastro de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas (DAA) registrados en la DGA, actualizado con fecha 1 de abril de 2016, en el que, para cada expediente, se recogen las características técnicas y administrativas que lo definen e identifican, y entre ellos los que se detallan a continuación:

- Identificación administrativa: Número, Código de Expediente, N° Solicitud
- Localización político administrativa: Región, Provincia, Comuna
- Tipo Derecho (Consuntivo, No Consuntivo)
- Naturaleza del Agua (Subterránea, Superficial)
- Clasificación Fuente (Acuífero, Río/Estero, Arroyo, Embalse, etc.)
- Uso del Agua (Bebida/Uso Doméstico/Saneamiento, Riego, Industrial, etc.)
- Localización hidrográfica: Cuenca, Subcuenca, Subsubcuenca

- Fuente (corriente natural o acuífero del que se alimenta)
- Caudales mensuales y promedio anual
- Ejercicio del Derecho: Permanente o Eventual; Continuo, Discontinuo o Alterno
- Coordenadas UTM y geográficas, tanto del punto de captación como del punto de restitución
- Referencias del Conservador de Bienes y Raíces (CBR): Fojas, Nº CBR, Año, etc.

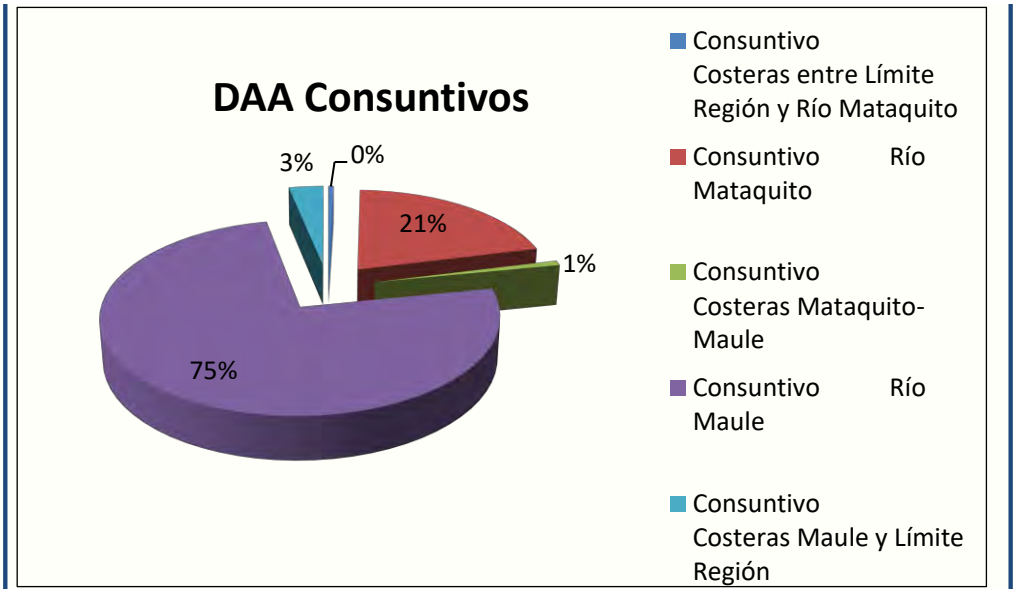
En base a los datos del referido catastro de DAA, se han elaborado las tablas y gráficos que se incluyen a continuación.

**Tabla 2-39 DAA según Tipo de Derecho**

| Tipo Derecho | Cuenca | Nº total de DAA |
|---|---|---|
| **Consuntivo** | Costeras entre limite Región y R. Mataquito | 35 |
| | Río Mataquito | 1455 |
| | Costeras Mataquito-Maule | 57 |
| | Río Maule | 5283 |
| | Costeras Maule y Limite Región | 229 |
| | **Total Consuntivo** | **7059** |
| **No Consuntivo** | Río Mataquito | 188 |
| | Costeras Mataquito-Maule | 1 |
| | Río Maule | 392 |
| | Costeras Maule y Limite Región | 4 |
| | **Total No Consuntivo** | **585** |
| **TOTAL** | | **7644** |

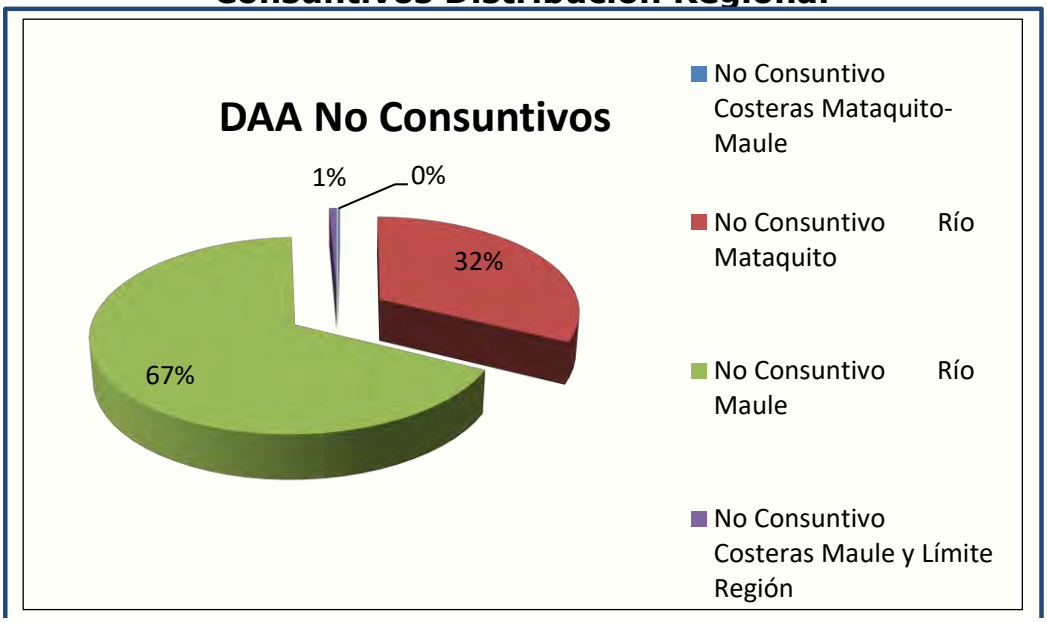
*Fuente: Catastro de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas*

## Gráfico 2-2 Derechos de Aprovechamiento de Aguas Consuntivos distribución Regional




*Fuente: Catastro de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas*

## Gráfico 2-3 Derechos de Aprovechamiento de Aguas no Consuntivos Distribución Regional



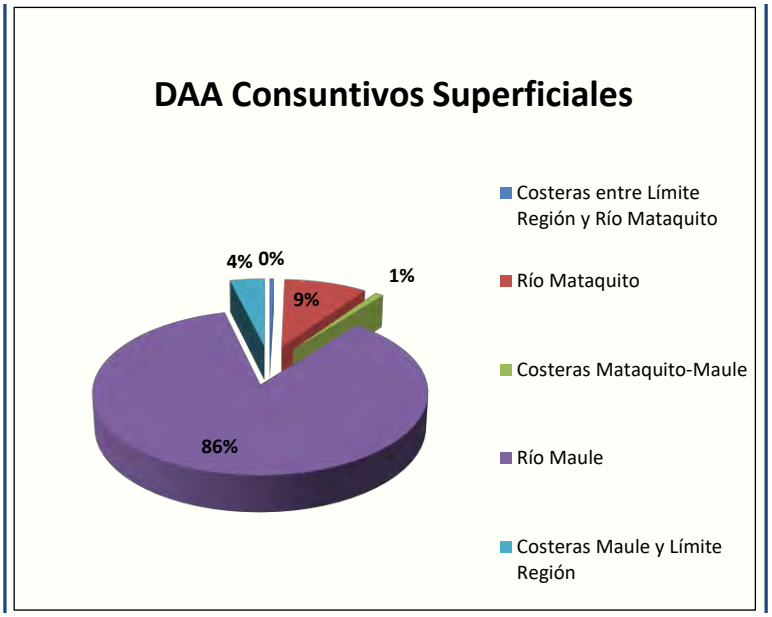

*Fuente: Catastro de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas*

**Tabla 2-40 DAA Consuntivos, según Naturaleza del Agua**

| Naturaleza del Agua | Cuenca | Nº total de DAA |
|---|---|---|
| **Subterránea** | Costeras entre Límite Región y Río Mataquito | 18 |
| | Río Mataquito | 1108 |
| | Costeras Mataquito-Maule | 22 |
| | Río Maule | 2054 |
| | Costeras Maule y Límite Región | 84 |
| | **Total Subterránea** | **3286** |
| **Superficial** | Río Mataquito | 26 |
| | Río Maule | 160 |
| | Costeras Maule y Límite Región | 2 |
| | **Total Superficial** | **188** |
| **Superficial Corrientes/Detenidas** | Río Mataquito | 1 |
| | **Total Superficial Corrientes/Detenidas** | **1** |
| **Superficial y Corriente** | Costeras entre Límite Región y Río Mataquito | 14 |
| | Río Mataquito | 320 |
| | Costeras Mataquito-Maule | 33 |
| | Río Maule | 3059 |
| | Costeras Maule y Límite Región | 143 |
| | **Total Superficial y Corriente** | **3569** |
| **Superficial y Detenida** | Costeras entre Límite Región y Río Mataquito | 3 |
| | Costeras Mataquito-Maule | 2 |
| | Río Maule | 9 |
| | **Total Superficial y Detenida** | **14** |
| **Otras sin identificar** | Río Maule | **1** |
| **TOTAL** | | **7059** |

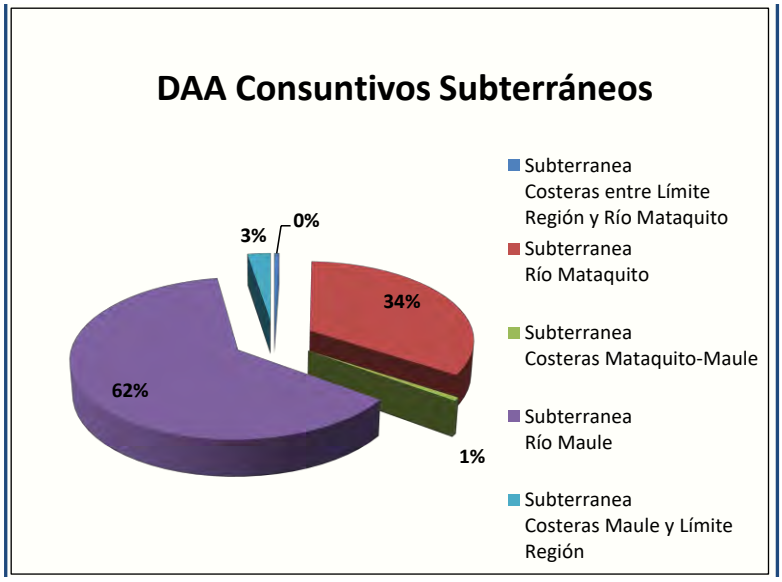
*Fuente: Catastro de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas*

## Gráfico 2-4 Derechos de Aprovechamiento de Aguas Consuntivos Superficiales, distribución Regional




*Fuente: Catastro de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas*

## Gráfico 2-5 Derechos de Aprovechamiento de Aguas Consuntivos Superficiales, distribución Regional



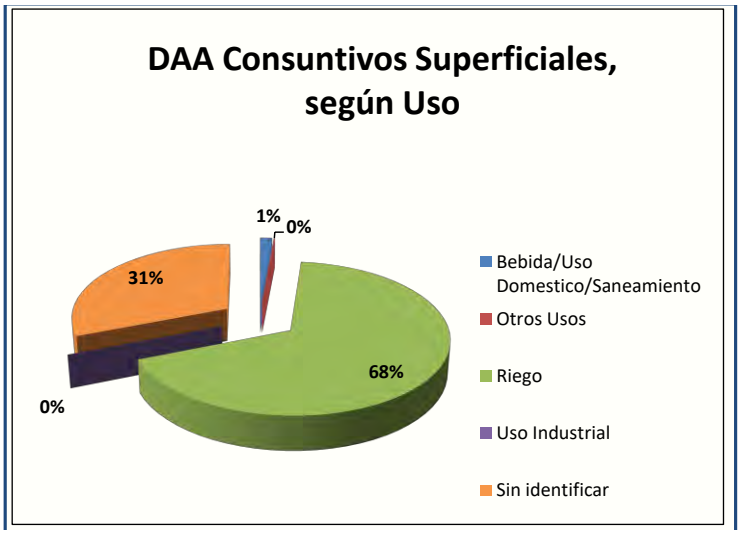

*Fuente: Catastro de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas*

## Tabla 2-41 DAA Consuntivos Superficiales, según Uso del Agua

| Cuenca | Uso del Agua | Nº total de DAA | Total Caudal Anual Promedio (L/s) |
|---|---|---|---|
| **Costeras entre Límite Región y Río Mataquito** | Bebida/Uso Doméstico/Saneamiento | 3 | 23,3 |
| | Riego | 5 | 31,0 |
| | (Otros, sin identificar) | 9 | 63,9 |
| | **Total Costeras entre Límite Región y Río Mataquito** | **17** | **118,2** |
| **Río Mataquito** | Bebida/Uso Doméstico/Saneamiento | 7 | 167,3 |
| | Riego | 122 | 35775,5 |
| | Uso Industrial | 1 | 250,0 |
| | (Otros, sin identificar) | 217 | 46369,8 |
| | **Total Río Mataquito** | **347** | **82562,7** |
| **Costeras Mataquito-Maule** | Bebida/Uso Doméstico/Saneamiento | 4 | 22,7 |
| | Riego | 13 | 1939,7 |
| | (Otros, sin identificar) | 18 | 90,1 |
| | **Total Costeras Mataquito-Maule** | **35** | **2052,5** |
| **Río Maule** | Bebida/Uso Doméstico/Saneamiento | 17 | 312,0 |
| | Riego | 2377 | 167654,5 |
| | (Otros, sin identificar) | 835 | 206382,3 |
| | **Total Río Maule** | **3229** | **374348,8** |
| **Costeras Maule y Límite Región** | Bebida/Uso Doméstico/Saneamiento | 20 | 146,1 |
| | Otros Usos | 5 | 85,0 |
| | Riego | 38 | 761,2 |
| | (Otros, sin identificar) | 82 | 2057,9 |
| | **Total Costeras Maule y Límite Región** | **145** | **3050,2** |
| **TOTAL** | | **3773** | **462132,3** |

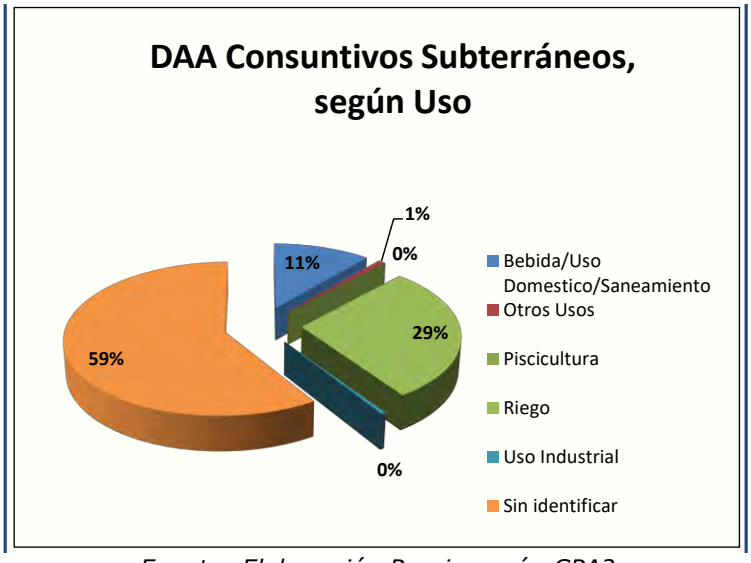
*Fuente: Catastro de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas*

## Gráfico 2-6 Derecho de aprovechamiento de Aguas Consuntivos Superficiales según uso




*Fuente Elaboración Propia según CPA*

## Gráfico 2-7 Derecho de Aprovechamiento de Aguas Consuntivos Subterráneos, según uso




*Fuente: Elaboración Propia según CPA?*

## 2.3.4. Análisis de Infraestructura Hidráulica.

### 2.3.4.1. Infraestructura de agua potable y alcantarillado.

Los servicios sanitarios de producción y distribución de agua potable, así como los de recolección y disposición de aguas servidas, se encuentran concesionados a la empresa Nuevosur S.A., la que en el año 2014 contaba con un total de 254.096 clientes. La empresa sanitaria atiende actualmente a las localidades de Cauquenes, Chanco, Constitución, Curanipe, Curepto, Curicó, Empedrado, Gualleco, Hualañé, Iloca, Licantén, Linares, Longaví, Lontué, Los Queñes, Molina, Parral, Pelarco, Pelluhue, Putú, Rauco, Retiro, Romeral, San Clemente, San Javier, San Rafael, Talca, Teno, Villa Alegre y Yerbas Buenas.

A nivel urbano, la cobertura de servicios sanitarios entregados por la empresa alcanza un 100% en el caso de producción y distribución de agua potable, con un 96,5% para la recolección y disposición de aguas servidas. Para ambos servicios, y para la recolección y disposición de aguas servidas. Para ambos servicios, y para los dos años analizados, el porcentaje de abastecimiento para la región es superior la cobertura de servicios sanitarios a nivel nacional.

**Tabla 2-42 Coberturas de Servicios en la región.**

| Coberturas (%) | Años | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
| Agua Potable | 99.70% | 99.80% | 99.80% | 99.90% | 99.98% |
| Alcantarillado | 95.60% | 96.00% | 95.90% | 96.20% | 96.50% |

*Fuente: Informe de Gestión 2014, SISS*

Además, Aguas Nuevo Sur se encuentra siguiendo el cronograma de trabajos anual que se define en los Planes de Desarrollo de la concesionaria, éste es la principal herramienta de planificación, mediante los cuales evalúan, identifican y programan las obras que permiten satisfacer la demanda de servicios de agua potable y alcantarillado de la población,

asegurando la oportuna ejecución de las obras, y por lo tanto la calidad de servicio, en el mediano y largo plazo.

En la Tabla 2-43 Longitud Redes de Distribución y Recolección, se muestra las longitudes de la red de distribución de agua potable y de recolección de aguas servidas, en operación al año 2012 para abastecer de agua potable a distintas localidades de la región en su etapa de producción y así como también para la etapa de recolección.

**Tabla 2-43 Longitud Redes de Distribución y Recolección**

| Localidad | Redes de Distribución (m) | Redes de Recolección (m) |
|---|---|---|
| Cauquenes | 108.730 | 92.607 |
| Chanco | 13.852 | 12.849 |
| Constitución | 73.701 | 65.185 |
| Curanipe | 7.754 | 5.728 |
| Curepto | 13.567 | 11.451 |
| Curicó | 315.836 | 271.411 |
| Empedrado | 10.135 | 8.877 |
| Gualleco | 4.893 | 2.268 |
| Hualañe | 25.959 | 21.584 |
| Iloca | 12.242 | 10.043 |
| Licantén | 15.441 | 193.072 |
| Linares | 211.442 | 17.408 |
| Longaví | 25.860 | 25.945 |
| Lontué | 33.078 | 4.920 |
| Los Queñes | 4.334 | 66.034 |
| Molina | 69.455 | 89.373 |
| Parral | 98.985 | 9.082 |
| Pelarco | 12.178 | 22.199 |
| Pelluhue | 28.459 | 9.263 |
| Putú | 9.444 | 16.691 |
| Rauco | 17.463 | 15.638 |
| Retiro | 21.033 | 23.931 |

| Tabla 2-43 Longitud Redes de Distribución y Recolección | | |
|---|---|---|
| **Localidad** | **Redes de Distribución (m)** | **Redes de Recolección (m)** |
| Romeral | 32.728 | 49.792 |
| San Clemente | 51.310 | 66.697 |
| San Javier | 74.605 | 15.214 |
| San Rafael | 18.271 | 497.441 |
| Talca | 572.732 | 21.807 |
| Teno | 27.999 | 37.530 |
| Villa Alegre | 50.988 | 6.584 |
| Yerbas Buenas | 9.160 | 4.994 |
| **Total** | **1.971.634** | **1.695.618** |

*Fuente: Estudio Tarifario 2011-2016, SISS 2012*

### 2.3.4.2. Cobertura de agua potable rural.

Los sistemas de agua potable rural (APR), que se presentan en la Región del Maule, son servicios que abastecen a sectores rurales de la zona que no tienen acceso a las redes de distribución de las concesionarias de servicios sanitarios, ya que no reúnen los requisitos de servicio público de distribución de agua potable de acuerdo a la Ley General de Servicios Sanitarios (inciso 2ª, artículo 5º, D.F.L. MOP Nº 382 de 1988), debido a que los sistemas APR no cuentan con un sistema jurídico e institucional y no están sujetos al cumplimiento del régimen de concesiones sanitarias.

Estos sistemas APR funcionan de forma particular, como un Comité o Cooperativa u otra figura jurídica, con los permisos del Ministerio de Salud por medio de los Servicios de Salud del Ambiente, que realiza la fiscalización de estos, para cumplir con las normas técnicas y de calidad.

La regulación del régimen tarifario es de acuerdo a las disposiciones estatutarias de cada comité o cooperativa, donde la Superintendencia de Servicios Sanitarios no tiene la competencia para intervenir en su manejo

administrativo o técnico, tampoco puede interferir en su constitución, fiscalización o determinación de tarifas.

En cuanto a las concesionarias, éstas solo pueden entregar asesoría a estos sistemas, como una actividad relacionada y no obligatoria. En virtud del artículo 52 bis del D.F.L. MOP 382 de 1988, las concesionarias pueden construir, mantener y explotar sistemas de agua potable, alcantarillado y tratamiento de aguas servidas del ámbito rural, bajo la condición de no afectar o comprometer la calidad y continuidad de los servicios públicos sanitarios que son de su responsabilidad. Esto se enmarca en el ámbito de las prestaciones relacionadas con el objeto de las concesiones sanitarias, no obligatorias y sometidas al régimen privado o de los servicios particulares.

Los sistemas APR, son clasificados en tres áreas, las cuales son:

**Tabla 2-44 Clasificación de Sistemas de APR**

| | |
|---|---|
| Localidades Concentradas | Son aquellas en que es posible atender a más de 500 habitantes y conectar un mínimo de 15 viviendas por kilómetro de red. |
| Localidades Semiconcentradas | Son aquellas en que es posible atender entre 80 a 500 habitantes y conectar un mínimo de 8 viviendas por kilómetro de red. |

*Fuente: Programa APR DOH*

En estos últimos 10 años, se han implementado 18 sistemas de APR, de los cuales 8 corresponden a localidades semiconcentradas; la última de ellas fue el año 2009. En cuanto a las localidades concentradas que cumplen con este requerimiento, se están regularizando, siendo las últimas que han implementado sistemas de APR, las comunas de Sagrada Familia y Romeral, 2014 y 2015 respectivamente, no obstante, cada año éstas aumentan en número.

Por otra parte, el saneamiento rural es una problemática a resolver, ya que la mayoría de los sistemas de APR existentes no están acompañados de sistemas de saneamiento de aguas servidas.

**Tabla 2-45 Sistemas APR* de la Región**

| Región | Provincia | Comuna | Cantidad de Sistemas APR | Año puesta en marcha | Beneficiarios/as Estimados |
|---|---|---|---|---|---|
| MAULE | CAUQUENES | CAUQUENES | 5 | 1968-1984 | 1780 |
| | | CHANCO | 3 | 1985-1998 | 1636 |
| | | PELLUHUE | 1 | 1989 | 2372 |
| | CURICÓ | CURICÓ | 17 | 1965-2009 | 20404 |
| | | HUALAÑÉ | 4 | 1967-2001 | 2644 |
| | | LICANTÉN | 4 | 1989-1994 | 3408 |
| | | MOLINA | 12 | 1979-2004 | 10608 |
| | | RAUCO | 6 | 1988-2002 | 4084 |
| | | ROMERAL | 4 | 1989-2015 | 5568 |
| | | SAGRADA FAMILIA | 7 | 1969-2014 | 12809 |
| | | TENO | 17 | 1969-2005 | 14380 |
| | | VICHUQUÉN | 3 | 1967-1996 | 2728 |
| | LINARES | COLBÚN | 16 | 1966-2007 | 19888 |
| | | LINARES | 21 | 1964-2012 | 15536 |
| | | LONGAVÍ | 19 | 1979-2005 | 17960 |
| | | PARRAL | 6 | 1967-2003 | 3940 |
| | | RETIRO | 15 | 1965-2003 | 14320 |
| | | SAN JAVIER | 12 | 1964-2008 | 12140 |
| | | VILLA ALEGRE | 9 | 1968-2005 | 5012 |
| | | YERBAS BUENAS | 13 | 1967-2003 | 16356 |
| | TALCA | CONSTITUCIÓN | 5 | 1989-2003 | 8292 |
| | | CUREPTO | 5 | 1985-2006 | 2752 |
| | | MAULE | 8 | 1966-2004 | 8808 |
| | | PELARCO | 5 | 1989-2008 | 3232 |
| | | PENCAHUE | 6 | 1966-1999 | 6040 |
| | | RÍO CLARO | 14 | 1978-2002 | 13112 |
| | | SAN CLEMENTE | 25 | 1968-2006 | 24032 |
| | | SAN RAFAEL | 4 | 1970-2004 | 2904 |
| | | TALCA | 11 | 1965-2003 | 10092 |
| **Total** | | | **278** | | **266.837** |

*Fuente: Dirección de Obras Hidráulicas del Maule e informe de gestión 2014, SISS.*
**APR dentro de la DOH*

### 2.3.4.3. Infraestructura de Riego.

La información respecto a la cantidad y calidad de la infraestructura de riego en la región es de antigua data. Hay dos estudios más recientes preparados por la DGA, los que se resumen a continuación:

- ***(RH080) Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos Cuenca del Río Maule Fase II Actualización del Modelo de Operación del Sistema y Formulación del Plan. Luis Arrau del Canto. 2008***

  Preparado por Luis Arrau del Canto Consultores en Ingeniería Hidráulica y de Riego, en el año 2008, el objetivo principal es formular un plan director, el cual es contribuir a la maximización de la función económica, social y ambiental del agua, en armonía con el medioambiente y con condiciones de equilibrio que permitan la sustentabilidad dentro de una visión de corto, mediano y largo plazo.
  En sus recomendaciones para su implementación, se refirió 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, con una 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.

  Se identificaron cinco actividades principales que comprenden las actividades o acciones necesarias para llevar a cabo el plan, las cuales son:

  - Financiamiento.
  - Estudio y Supervisión.
  - Ejecución del Proyecto.
  - Operación
  - Soporte técnico

- ***Actualización y complementación de información de organizaciones de usuarios***. Aquaterra Ingenieros Ltda. 2009

Desarrollado por Aquaterra Ingenieros Ltda., en el año 2009 para la Dirección General de Aguas, el cual tuvo por objetivo verificar, actualizar y complementar la información referida a las organizaciones de usuarios, juntas de vigilancia, asociaciones de canalistas y comunidades de agua desde la región de Arica a la Región del Bío, realizados por la DGA, este sistema permitiría mantener actualizado el catastro de las organizaciones de usuarios en desarrollo.

#### 2.3.4.4. Infraestructura de Manejo de Cauces, Defensas Fluviales y Ribereñas.

De acuerdo al Plan Regional del Maule 2015, en las provincias de Talca, Curicó, Linares y Cauquenes se han realizado inversiones de infraestructuras, la construcción de un puente sobre el río Maule, entre San Clemente y Colbún, con un avance estimado del 95%. Referente a los estudios de manejo de cauces

De los estudios de manejo de Cauces se encuentran los siguientes:

- (RH130) ***Estudio Hidrogeológico Cuenca del río Mataquito***. AQUATERRA INGENIEROS LTDA. 2006

Este estudio consideró el levantamiento de información hidrogeológica y posterior desarrollo conceptual del modelo numérico del acuífero de la cuenca del río Mataquito, los resultados obtenidos, están basados en las modelaciones en régimen permanente, y en régimen transiente, la entrega de los resultados con esta última modelación representó mejor el comportamiento del acuífero en el tiempo. Además propone que se elaboren los siguientes estudios para conocer y evaluar las siguientes variables:

Mejorar la estimación y/o evaluación de las recargas al sistema subterráneo, en base a antecedentes actualizados.
Cuantificación de sectores de afloramiento y recuperación, (campañas de terreno).
Implementación red de medición de niveles.
Mejorar y/o precisar el conocimiento de los caudales subterráneos efectivamente explotados.

- (IH093) ***Plan Maestro de Manejo de Cauces – Cuenca de los ríos Longaví y Achibueno***, ***VII Región***. Prisma. 2006
  Desarrollado por PRISMA Ingeniería Ltda., para la Dirección de Obras Hidráulicas, con la finalidad de tener una visión integral de su manejo en la provincia de Linares, los principales ríos que abarca este estudio son los ríos Longaví y Achibueno.

  Los tramos fueron los siguientes:

  - Río Achibueno, el tramo estudiado inicia en la confluencia con el estero Nacimiento, hasta la confluencia con el río Loncomilla, en una longitud de 110,3 Km.

  - Río Longaví, el tramo estudiado inicia en la confluencia con el río Matadero, hasta la confluencia con el río Loncomilla, en una longitud de alrededor de 110,3 Km.

  Del diagnóstico, se concluye que existen inundaciones que producen pérdidas de suelo agrícola por erosión de riberas con pérdidas de siembra, ganadería, infraestructura tanto privada como pública y zonas pobladas, también se producen daños por las faenas de extracción de áridos, socavación, zonas de acumulación de material de arrastre que es transportado por los ríos, también por el ingreso de caudal por las bocatomas de los canales, provocado por la formación de bancos e islas debido al depósito del material de arrastre de los ríos, estas se complementaron con defensas.

La mayoría de las obras de defensa fluviales existentes, deben ser reparadas o peraltadas, recargando los pretiles y revestimientos de enrocado existentes, también incluir obras de defensas para sectores poblados y agrícolas, además de acciones relacionadas con la deforestación de riberas para ambos cauces.

- (RH050) ***Evaluación de los Recursos Hídricos Superficiales de la Cuenca del Río Maule.*** Dirección Regional de Maule. 2005.

  El objetivo principal del estudio fue determinar en forma global y detallada, a nivel de cuenca y subcuencas, la situación en que se encontraba la disponibilidad de recursos hídricos en la cuenca del río Maule y servir como herramienta de apoyo en la resolución de solicitudes de derecho de aprovechamiento de aguas.

  De ello concluye, la posibilidad de constituir derechos de aprovechamiento de ejercicios permanentes y derechos de aprovechamiento de ejercicio eventual.

  La determinación de caudales ecológicos que en el estudio, tuvo por objeto fijar las condiciones ambientales que debieran cumplir aquellas solicitudes no resueltas y que fueron factibles de constituir en aquellos períodos de los cuales existe caudal disponible con la finalidad de ser satisfechos los derechos constituidos y el caudal ecológico determinado.

- (IH092) ***Plan Maestro de Manejo de Cauces – Cuenca del río Maule, VII Región***. AC Ingenieros Consultores. 2004.

  Estudio realizado por AC Ingenieros Consultores Ltda. para la Dirección de Obras Hidráulicas. El estudio tuvo por objeto elaborar un Plan Maestro de Manejo de Cauces para los ríos Maule, Claro y Loncomilla, en los siguientes tramos:

- Río Maule en el tramo el muro del embalse Colbún y la desembocadura en el mar, en una longitud de 137 Km.
- Río Claro, en el tramo entre la junta con el río Lircay y Maule, en una longitud de alrededor de 35 Km.
- Río Loncomilla, desde el río Maule hasta la junta de los ríos Perquilauquén y Longaví.

Dado que el diagnóstico permitió determinar en los cauces una limitada capacidad hidráulica para conducir crecidas importantes y la erosión de riberas, también la falta de un plan de ordenamiento para regular las extracciones de áridos en los cauces, además la falta de una definición de deslindes entre el bien nacional de uso público y la propiedad privada, y la definición clara de zonas de riesgos de inundación.

Como parte de las conclusiones indicadas en ese Plan, se presentaron las siguientes:

- En las inversiones Estructurales agrupan las inversiones en obras físicas destinados a solucionar los problemas de erosión de riberas y pérdida de terrenos ribereños, con los problemas de inundación asociados, por lo que se identificaron inversiones de Defensas Fluviales.
- En cuanto a la inversiones No Estructurales, se encuentran las siguientes acciones:

  Elaborar campañas de difusión y educación dirigidas a la población, desarrollar programas de actividades relacionadas con la estabilización de los cauces, profundizar los antecedentes relativos al comportamiento hidráulico y mecánico fluvial de los cauces y de necesidades de obras de protección, identificar con mejores antecedentes las zonas de riesgo asociadas a los desbordes de los cauces y su incorporación a los instrumentos de planificación.

- (IH090) ***Plan Maestro de Manejo de Cauce – Cuenca del río Mataquito, VII Región. Prisma Ingeniería***. 2003.

Consultoría que fue desarrollada por PRISMA Ingeniería Ltda., para la Dirección de Obras Hidráulicas, con la finalidad de tener una visión integral de su manejo en las provincias de Curicó y Talca, los principales ríos que abarca este estudio son los ríos Teno, Lontué y Mataquito, dado que el régimen hidrológico que abastece a los ríos es nivo-pluvial presentado sus mayores crecidas en la temporada invernal y hacia fines de primavera y comienzo del verano.

Los tramos estudiados fueron los siguientes:

- Inicio en la confluencia de los ríos Teno y Lontué, hasta la desembocadura en el mar, en una longitud de 104 Km.
- Río Lontué, desde la bocatoma del Canal Yacal hasta la confluencia de los ríos Teno y Lontué, en una longitud de alrededor de 50 Km.
- Río Teno, desde la confluencia con el río Claro en la localidad de los Queñes, hasta la confluencia de los ríos Teno y Lontué, en una longitud aproximada de 59 Km.

En el diagnóstico, se concluye que existen importantes inundaciones que afectan a zonas pobladas, erosión de riberas y zonas de alta vulnerabilidad a la socavación, además de observar que en la zona, no existen instrumentos de planificación territorial que incorporen aspectos relacionados con la regulación en el uso del cauce y la ocupación de terrenos ribereños.

Se revela la necesidad de adoptar medidas de manejo forestal y de suelos en la cuenca, que permitan reducir la pérdida de suelos, lo que se traduce en embancamientos generalizados que se observan en los cauces, los que contribuyen a agravar los problemas fluviales que se generan durante las crecidas.

Es propuesto sistemas estructurales de defensas fluviales, medidas forestales, control de las inundaciones y erosiones ribereñas.

## 2.3.5. Análisis de Insumos para la Gestión Hídrica y Herramientas de Análisis

La recopilación de la información necesaria para la elaboración del Diagnóstico y del Plan Maestro de Recursos Hídricos de la VII Región del Maule, se ha basado en la adquisición de toda la documentación existente en la DGA relacionada, en este caso, con los insumos y herramientas utilizados en la gestión de los recursos hídricos.

La recopilación de la información básica se refiere a los siguientes aspectos principales:

- *MODELOS DE LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS*, que permitan determinar la localización y los atributos de los nodos de las modelaciones de Gestión de los Recursos Hídricos, realizadas para las cuencas de la Región del Maule.

- *HERRAMIENTAS SIG PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS*: se refiere a la información de SIG que permita la carga de distintas capas con sus atributos para su análisis a nivel de cuencas y subcuencas, tanto de los nodos de la modelación de la Gestión de los Recursos Hídricos realizados, como de toda la información relativa a la oferta hídrica, las demandas, la infraestructura hídrica y los distintos usos del suelo.

Como se citara más arriba, la georreferenciación de toda la información disponible es fundamental para realizar el análisis de la información disponible, por lo que disponer de las capas de los SIG de los Estudios es básico para este menester.

Los Estudios más recientes que se han considerado relevantes son los siguientes:

- **(RH030)** ***BASES PLAN DIRECTOR PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN LA CUENCA DEL RÍO MAULE,***

***DIAGNÓSTICO. RESUMEN EJECUTIVO***. SI.T. N° 90. AYALA, CABRERA Y ASOCIADOS LTDA. INGENIEROS CONSULTORES. DGA, Diciembre 2003.

- **(RH040**) ***ASESORÍA PARA EL COMPLEMENTO Y ACTUALIZACIÓN DE LA MODELACIÓN HIDROLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO MAULE***, SIT Nº103. RODHOS ASESORÍAS Y PROYECTOS LTDA., 2004.
- **(RH060)** ***ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS HIDROLÓGICOS ACOPLADOS A SIG PARA EL MANEJO Y PLANIFICACIÓN, CUENCAS DE MAULE, MATAQUITO E ITATA***. GCF INGENIEROS CONSULTORES LTDA., 2006.
- (**RH080) *PLAN DIRECTOR PARA LA GESTIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS CUENCA DEL RÍO MAULE. ACTUALIZACIÓN DEL MODELO DE OPERACIÓN DEL SISTEMA Y FORMULACIÓN DEL PLAN***. S.I.T. Nº 134. LUIS ARRAU DEL CANTO CONSULTORES EN INGENIERÍA HIDRÁULICA Y DE RIEGO. DGA, Mayo 2008.
- **(IH100) *IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA GESTIÓN DEL PLAN MAESTRO DE AGUAS LLUVIAS DE TALCA.*** SIGA INGENIERÍA Y CONSULTORÍA S.A. Septiembre 2008.
- **(RH100) *LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN HIDROGEOLÓGICA PARA MODELACIÓN CUENCA DEL RÍO MAULE.*** S.I.T. Nº222. GCF INGENIEROS LIMITADA. Diciembre de 2010.
- **(EH030) *MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE RED DE AGUAS SUBTERRÁNEAS, REGIONES VII A XI***. CONIC BF INGENIEROS CIVILES CONSULTORES LTDA. S.I.T. Nº 223. Diciembre 2010.
- **(RH130) *ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO CUENCA DEL RÍO MATAQUITO.*** S.I.T. Nº 296. AQUATERRA INGENIEROS LIMITADA. Diciembre 2012.
- **(EH040)** *ANÁLISIS CRÍTICO DE LAS REDES HIDROMÉTRICAS, REGIONES V A VII Y REGIÓN METROPOLITANA*. KRAL CONSULTORES LIMITADA. DGA, Noviembre 2013.

- **(RH150)** ***EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS. SECTORES ACUÍFEROS MAULE MEDIO NORTE Y MAULE MEDIO SUR***. SDT Nº 362. DARH. Octubre 2014.

Todos estos estudios realizados revelan un conocimiento apropiado de la Región del Maule, por lo que se utilizarán como base para los trabajos a realizar a nivel de cuencas y subcuencas del Plan Maestro de Recursos Hídricos Región del Maule.

### a) Modelos para la gestión del recurso hídrico. Modelo MAGIC Maule

Los modelos matemáticos son una herramienta muy usada para representar el funcionamiento de un sistema hidrológico. En esta categoría está el modelo MAGIC (Modelación Analítica, Genérica e Integrada de Cuencas) desarrollado por la DGA, modelo que ha estado en desarrollo desde el año 2000, para ser usado en diferentes cuencas de Chile, entre ellas la del río Maule. MAGIC permite construir una red topológica lo más cercana a la realidad, considerando la complejidad de las interconexiones entre cada uno de los elementos que la representan.

En el año 2004 la DGA, a través de la empresa Rodhos Asesoría y Proyectos Ltda., desarrolló el estudio (RH040) ***Asesoría Para el Complemento y Actualización de la Modelación Hidrológica de la Cuenca del Río Maule***, SIT Nº103, y realizó una actualización e implementación de algunas de las tablas requeridas por el modelo MAGIC-Maule.

Finalmente, en el año 2006, la CNR a través de la empresa GCF Ingenieros Consultores, desarrolló el estudio (RH060) ***Estudio e Implementación de Modelos Hidrológicos Acoplados a SIG Para el Manejo y Planificación, Cuencas de Maule, Mataquito e Itata***, donde se complementó una interfaz gráfica que ligó el sistema SIG como plataforma para la implementación y ejecución del modelo MAGIC, enfocado a la implementación y calibración preliminar en la cuenca del río Maule. Este estudio determinó la necesidad de mejorar la interfaz SIG-MAGIC desarrollada previamente para las cuencas de los ríos Maipo y Aconcagua,

y realiza la recopilación de los antecedentes que permitan ampliar su aplicación a las cuencas de los ríos Maule, Mataquito e Itata.

El objetivo principal de este estudio fue la recopilación y generación de la información necesaria para la aplicación SIG-MAGIC (CNR-DGA, 2005) existente, a fin de poder utilizar esta herramienta en las cuencas de los ríos Maule, Mataquito e Itata. A su vez, se buscó realizar el mejoramiento de esta aplicación en aspectos de calibración y generación de caudales en cuencas sin control fluviométrico, generando los datos necesarios para la aplicación de los modelos de pronósticos MPL y el modelo nivo-pluvial para la generación de caudales en las cuencas no controladas.

Es así como se obtiene, a través de este último estudio, un modelo de referencia visado por la DGA y que fue un elemento de base para la modelación y actualización del estudio denominado (RH080) ***Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Maule. Fase II. Actualización del Modelo de Operación del Sistema***, desarrollada por la empresa consultora Luis Arrau del Canto y concluida en Mayo de 2008. Esta modelación fue un instrumento de gestión para la evaluación de los proyectos del Plan Director, mejorándola en términos temporales y topológicos, extendiendo hasta el año 2006 cada una de las series que involucran los diferentes elementos considerados en la modelación.

Por otro lado, para el sistema acuífero, el modelo MAGIG utiliza una serie de parámetros que surgen de la calibración del modelo de aguas subterráneas MODFLOW aplicados a los acuíferos identificados.

En general, 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 ACCESS™ 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 la tabla siguiente, junto con el número de tablas que tienen asociados.

| Tabla 2-46 Objetos del modelo MAGIC | | | |
|---|---|---|---|
| **Nº** | **Código** | **Objeto** | **Número de Tablas** |
| 1 | AC | Acuífero | 4 |
| 2 | AN | Aporte Natural | 1 |
| 3 | CA | Canal (matriz, tramos de canal, y 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*

### b) Modelación de acuíferos

*Modelo Hidrogeológico Maule*

La caracterización de los recursos subterráneos de la cuenca del río Maule se basa en los resultados presentados en los estudios de referencia siguientes:

- **(RH060)** ***Estudio e Implementación de Modelos Hidrológicos Acoplados a SIG Para el Manejo y Planificación, Cuencas de Maule, Mataquito e Itata***. GCF Ingenieros Consultores Ltda., 2006.
- (**RH080**) ***Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos Cuenca del Río Maule. Actualización del Modelo de Operación del***

***Sistema y Formulación del Plan***. S.I.T. Nº 134. Luis Arrau del Canto Consultores en Ingeniería Hidráulica y de Riego, mayo 2008.

En el estudio de la referencia RH060 se presentó, de forma ordenada y sistemática, la información hidrogeológica necesaria para definir adecuadamente el modelo MAGIC-Maule, como son los coeficientes de transmisibilidad, coeficientes de almacenamiento, definición del sistema acuífero e interconexiones, gradiente hidráulico, sectores de afloramiento, y propiedades geométricas de los sectores acuíferos.
En el estudio de la referencia RH080 se realizó una zonificación nueva de acuíferos para ser usada en el modelo MAGIC-Maule. Esta zonificación consideró el sistema dividido en 25 sectores acuíferos. Desde el punto de vista geométrico, se consideró que los sectores acuíferos son rectangulares, y se calcularon las propiedades hidráulicas a la entrada y la salida de cada sección del sector acuífero. Adicionalmente, se calculó el coeficiente de almacenamiento y el gradiente para cada uno de los sectores acuíferos. La información de extracciones de agua subterránea fue obtenida directamente del catastro asumiendo que los pozos extraen el caudal asociado a derechos, y fue corregido por un factor de uso para obtener el volumen real extraído. Por otra parte, durante el desarrollo del Plan Director se efectuaron labores de terreno tendientes a evaluar estos coeficientes, los cuales demostraron que para los sectores agua potable e industrial el factor de uso es muy similar. Sin embargo, para el sector riego la diferencia era del orden del 30%. Para la modelación efectuada se usaron finalmente los factores de uso obtenidos en las labores de terreno, ya que éstas fueron realizadas en la cuenca durante el período del estudio y por lo tanto se consideró representaba en forma más adecuada la problemática de la zona.

*Modelo Hidrogeológico Mataquito*

Con el apoyo el estudio de la referencia **(EH030)** ***Mejoramiento y Ampliación de Red de Aguas Subterráneas, Regiones VII a XII***. CONIC BF Ingenieros Civiles Consultores Ltda. S.I.T. Nº 223. Diciembre 2010, y especialmente el de referencia **(RH130)** ***Estudio Hidrogeológico***

***Cuenca del Río Mataquito***. S.I.T. Nº 296. AQUATERRA Ingenieros Limitada. Diciembre 2012, se realizaron dos modelos numéricos complementarios en la cuenca del Mataquito, cada uno desarrollado y calibrado de manera independiente.

El primer modelo correspondió a los acuíferos asociados a los ríos Teno y Lontué, ubicados en la zona este de la cuenca, cuyo límite hacia aguas abajo se definió en la localidad de Sagrada Familia. Este modelo se denominó "Teno-Lontué".

El segundo modelo correspondió al relleno fluvial asociado al valle del río Mataquito, desde la localidad de Sagrada Familia hasta su desembocadura. Este modelo se denominó "Mataquito".

Ambos modelos fueron desarrollados y calibrados en régimen permanente, debido principalmente a la ausencia de períodos prolongados de limnigramas de niveles freáticos. El modelo fue calibrado considerando los niveles obtenidos mediante la campaña de terreno realizada durante los meses de Agosto y Septiembre del año 2012. El modelo hidrogeológico fue elaborado mediante el software Visual Modflow4.2, el cual resuelve las ecuaciones que rigen el movimiento del agua subterránea en un medio poroso utilizando el método de diferencias finitas.

### c) Balance en los Embalses

Según el estudio de la referencia **RH080**, la calibración de los embalses requirió la mayor parte de los esfuerzos del estudio. Sin embargo, no fue posible acercarse lo suficiente a los volúmenes observados en los embalses más importantes. El embalse Digua, embalse de riego ubicado en la subcuenca del río Loncomilla, constituye una excepción entre los demás embalses calibrados ya que en él se alcanzó una buena calibración, lo que indica una correcta generación de las estadísticas de caudales aportantes y una buena estimación de las demandas de los sectores de riego que debe abastecer.

Por el contrario, la calibración en los embalses Laguna del Maule, Laguna La Invernada, Melado, Colbún, Bullileo y Tutuvén se consideró menos cualificada, porque no fue posible obtener una buena reproducción de los

niveles observados, debido principalmente a la falta de información histórica de las descargas de los embalses, entre otros, y en algunos casos por la no disponibilidad de los caudales reales de la hidrogeneración.

En la gestión de los embalses, las variables involucradas son muy sensibles a la unidad de tiempo considerada y al nivel de los embalses, como son: i) la evolución de los niveles, ii) los caudales de generación hidroeléctrica, iii) los caudales de descarga por aliviaderos, iv) los caudales de derivaciones superficiales, v) los caudales de tomas, vi) los caudales de desagües de fondo, vii) los caudales de filtraciones, y cuantas detracciones intervengan para cuadrar el balance con el caudal total de entrada al embalse.

Respecto de la calibración efectuada de los modelos citados se puede decir que se alcanzó una reproducción aceptable de los caudales observados en las estaciones fluviométricas utilizadas como referencia, a pesar de las limitaciones antes citadas. Por otro lado, respecto al sistema acuífero, la calibración realizada en los acuíferos se vio mínimamente afectada por la condición inicial del acuífero, lo que indica que la variación del volumen almacenado tiende a ser la misma.

### d) Sistema de información Geográfica

En el desarrollo de los trabajos del Plan Maestro de Recursos Hídricos Región del Maule se utilizará un SIG diseñado en función de las necesidades del proyecto para almacenar, analizar, evaluar y seleccionar la información geográfica que, desde las distintas fuentes de datos, se ponga a disposición del proyecto. El uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) desde el comienzo de los trabajos facilita la flexibilidad del trabajo y la adopción de soluciones a los requerimientos, siendo estratégica la definición del almacenamiento y el modelo de datos inicial para la obtención de los resultados requeridos.

Los contenidos del SIG serán concordantes con los planteamientos, procesos definidos y conclusiones que se realicen en las memorias que definan la implementación del proyecto. Una vez seleccionada la información a utilizar, se configurarán los archivos de visualización, consulta y explotación de los datos mediante una estructura de almacenamiento eficiente, definiendo

para ello el modelo de datos necesario. Se tendrán en cuenta, al menos, los grupos de información previstos inicialmente en las Bases del proyecto, que, resumidos, son:

- Información oficial de la DGA no modificada.
- Información oficial de otros organismos.
- Información generada a lo largo del Estudio, más la modificada de la DGA.

Estos grupos de información contendrán las capas geográficas y sus archivos auxiliares, definiéndose las relaciones entre ellas para poder realizar los enlaces entre tablas que permitan añadir valor a la información.

El sistema de almacenamiento será una Geodatabase de archivos (GDB o BDG), accesible mediante los distintos módulos que forman *ArcGIS*© *(ArcMap, ArcCatalog, ArcToolbox*), y que tiene límites por defecto más que suficientes para el alcance del trabajo (volumen de información hasta 1TB). El uso de una geodatabase permitirá acotar mejor la introducción y validación de la información en el sistema de información, al crear reglas necesarias y suficientes para su almacenamiento y manejo.

La información utilizada y representada como capas de información está íntimamente relacionada con la memoria de los trabajos. Hasta el momento se han recopilado las capas que se relacionan a continuación, según la fuente de la información:

Capas de la Dirección General de Aguas (DGA)

- Cuencas hidrográficas.
- Límites de Subcuenca.
- Pozos.
- Productividad de Pozos.
- Red Hidrográfica.
- Subcuencas Hidrográficas.
- Subsubcuencas Hidrográficas.

Capas del Instituto Geográfico Militar (IGM)

- Áreas urbanas.
- Curva de nivel.
- Industrias mineras.
- Red Ferroviaria.
- Red vial.
- Transporte aéreo.

Capas de la Comisión Nacional de Riego (CNR)

- Canales de riego Región del Maule.

Capas de la Biblioteca del Congreso Nacional (BCN) - Mapoteca

- División Comunal.
- División Provincial.
- División Regional.

Capas de la Infraestructura de Datos Geoespaciales de Chile (IDE)

- Catastro Bosque Nativo VII Maule.
- Cuerpos de Agua.
- Parques Nacionales

Capas de Autoría Propia

- Agua Potable Rural (APR)
- Estaciones Calidad de Aguas.
- Estaciones Fluviométricas.
- Estaciones Meteorológicas.
- Unidad Desarrollo Estratégico.
- Red de Estaciones de Sedimento
- Derecho de Agua Concedidos

En el Anexo 2-7 se incluye una descripción detallada de los aspectos más técnicos del SIG, así como las capas recopiladas.

## 2.3.6. Análisis de Calidad de Agua

Como se ha presentado en capítulos anteriores de este informe, la región del Maule cuenta con dos grandes sistemas hidrográficos, el río Mataquito (con sus tributarios, ríos Lontué y Teno) y el Río Maule, el que a su vez cuenta con una gran cuenca tributaria, como la del río Loncomilla. En complemento, existen cuencas costeras que se originan en la cordillera de la costa y drenan hacia el mar (Vichuquén, Huenchullami, Loanco, Reloca).

### 2.3.6.1. Red de calidad de aguas de la DGA

Según antecedentes proporcionados por la Dirección General de Aguas, en las cuencas de la región del Maule existen 31 estaciones de monitoreo de la calidad de las aguas, 26 de ellas superficiales, y 5 subterráneas.

Las cuencas del río Mataquito, con 9 estaciones, y del Maule, con 17, concentran los puntos de medición, mientras que las cuencas costeras al norte del Mataquito cuentan con 1 estación, al igual que las cuencas costeras al sur de la desembocadura del río Maule.

**Tabla 2-47 Estaciones en la Región del Maule**

| Cuenca | | Estación de calidad de aguas | | | UTM | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cuenca** | **Subcuenca** | **Nombre Estación** | **Código BNA** | **Tipo** | **Norte** | **Este** |
| Costeras entre limite Región y R. Mataquito (70) | Lago Vichuquén (700) | Pozo Sector Lago Vichuquén | 07000005-9 | Subterránea | 6.139.943 | 772.417 |
| Río Mataquito (071) | Río Teno (0710) | Río Teno en Quebrada Infiernillo | 07101001-5 | Superficial | 6.120.228 | 357.113 |
| | | Río Teno en Los Queñes | 07102001-0 | Superficial | 6.126.170 | 334.829 |
| | | Río Claro en Los Queñes | 07103001-6 | Superficial | 6.125.585 | 334.865 |
| | | Río Teno antes Junta Río Mataquito | 07106006-3 | Superficial | 6.128.033 | 283.919 |
| | Río Lontué (0711) | Río Lontué en Panamericana | 07117001-2 | Superficial | 6.122.000 | 294.945 |
| | | Río Lontué después junta Río Palos y Colorado | 07117002-0 | Superficial | 6.095.426 | 315.037 |

**Tabla 2-47 Estaciones en la Región del Maule**

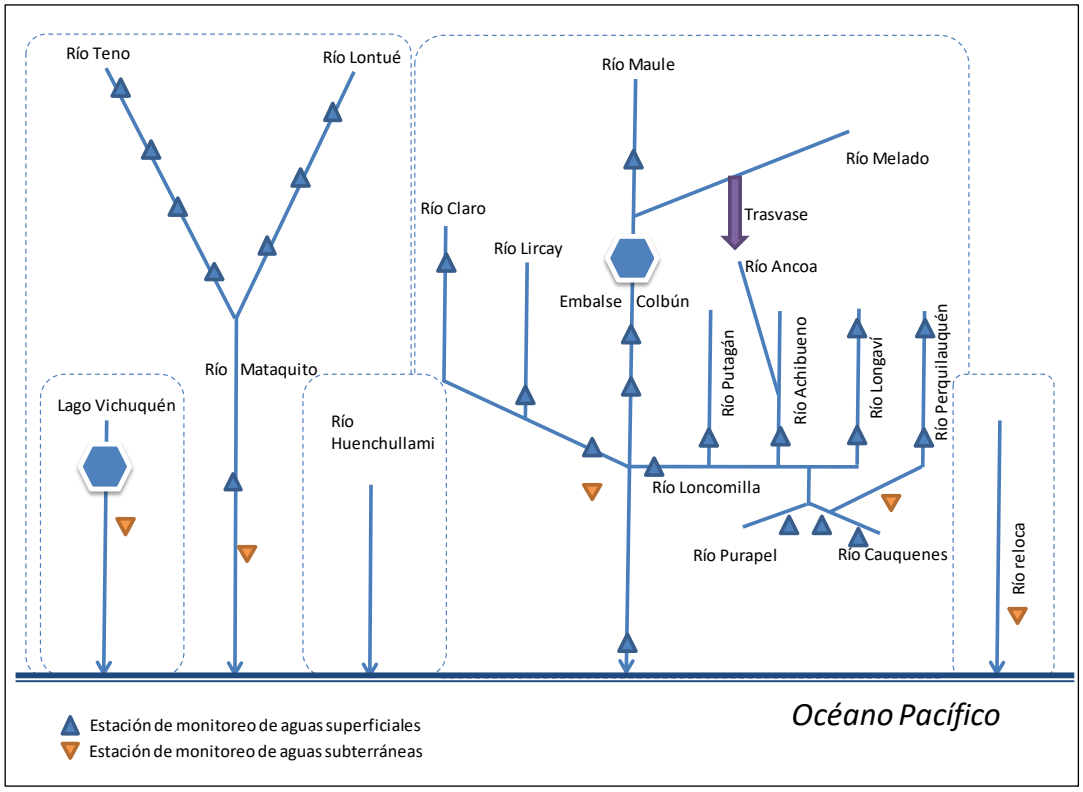
| Cuenca | | Estación de calidad de aguas | | | UTM | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cuenca** | **Subcuenca** | **Nombre Estación** | **Código BNA** | **Tipo** | **Norte** | **Este** |
| | | Río Lontué en Sagrada Familia | 07119003-K | Superficial | 6.126.185 | 283.963 |
| | Río Mataquito (0712) | Río Mataquito en Puente Lautaro (Licantén) | 07123003-1 | Superficial | 6.125.161 | 244.397 |
| | | Pozo Sector Lora | 07123007-4 | Subterránea | 6.119.204 | 767.562 |
| Río Maule (073) | Río Maule Alto (Hasta antes junta Río Melado) (0730) | Río Maule en el Médano- En Los baños | 07303000-5 | Superficial | 6.034.553 | 340.950 |
| | Maule Medio (0732) | Río Maule en Armerillo | 07321002-K | Superficial | 6.046.524 | 308.753 |
| | | Río Maule en Longitudinal | 07322001-7 | Superficial | 6.061.696 | 254.663 |
| | Perquilauquén Alto (0733) | Río Perquilauquén en San Manuel | 07330001-0 | Superficial | 5.971.103 | 264.657 |
| | | Río Perquilauquén en Quella | 07335001-8 | Superficial | 6.006.504 | 762.759 |
| | | Río Cauquenes en el Arrayan | 07336001-3 | Superficial | 6.010.971 | 735.824 |
| | | Pozo Lara Benavente | 07336004-8 | Subterránea | 6.014.047 | 742.896 |
| | | Río Cauquenes en desembocadura | 07339001-K | Superficial | 6.023.058 | 766.268 |
| | | Río Purapel en el Sauzal | 07343001-1 | Superficial | 6.039.747 | 765.255 |
| | Río Loncomilla (0735) | Río Longaví en la Quiriquina | 07350001-K | Superficial | 5.987.645 | 279.176 |
| | | Río Longaví en Panamericana | 07351001-5 | Superficial | 6.012.558 | 254.567 |
| | | Río Achibueno en Panamericana | 07356002-0 | Superficial | 6.025.724 | 262.277 |
| | | Río Putagán en Bocatoma Canal Melozal | 07358004-8 | Superficial | 6.036.737 | 258.965 |
| | | Río Loncomilla en las brisas | 07359001-9 | Superficial | 6.054.945 | 249.303 |
| | Río Claro (0737) | Río Claro en Fuente de Agua | 07371001-4 | Superficial | 8.341.411 | 392.483 |
| | | Río Lircay en Panamericana | 07376001-1 | Superficial | 6.079.309 | 259.326 |

| Tabla 2-47 Estaciones en la Región del Maule | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Cuenca | | Estación de calidad de aguas | | | UTM | |
| Cuenca | Subcuenca | Nombre Estación | Código BNA | Tipo | Norte | Este |
| | | Río Claro en Talca | 07379001-8 | Superficial | 6.077.384 | 256.555 |
| | | Río Claro en Rauquén | 07379002-6 | Superficial | 6.073.278 | 251.917 |
| | | Pozo Viña Concha y Toro (Rauquén) | 07379004-2 | Subterránea | 5.963.207 | 248.272 |
| | Maule Bajo (0738) | Río Maule en el Forel | 07383001-K | Superficial | 6.078.184 | 753.520 |
| Costeras Maule y Limite Región | Río Reloca (0741) | Pozo Fundo La Estrella | 07410000-7 | Subterránea | 6.036.436 | 752.939 |

*Fuente: Elaboración propia*

En el diagrama unifilar siguiente se presentan cada una de las 5 subcuencas de la región, y se identifican con símbolos triangulares las estaciones de calidad de aguas superficiales y subterráneas.

**Figura 2-20 Diagrama Unifilar con la Ubicación de Estaciones de Calidad de agua en la Región del Maule**



#### 2.3.6.2. Revisión de antecedentes

Se realizó una revisión de estudios preliminares disponibles en la Dirección General de Aguas, Comisión Nacional de Riego y otras fuentes de información, para recopilar antecedentes sobre la calidad de las aguas superficiales en la región del Maule.

- **(CA080) *Análisis Crítico de la Red de Calidad de Aguas Superficiales y subterráneas de la DGA.* 2014.Infraestructura y Ecología S.A. DGA**

En el año 2014 la Dirección General de Aguas llevó a cabo un estudio denominado "Análisis Crítico de la Red de Calidad de Aguas", en el cual se realizó el ejercicio de proponer una reformulación de la Red de Calidad de Aguas nacional, a nivel nacional y en detalle para 100 subcuencas del país. Dentro del proceso, se realizó además un análisis de la totalidad de la data histórica de calidad de aguas de la DGA, y se evaluó los factores que incidirían en la calidad de las aguas a nivel de sub cuenca.
Se definió un modelo conceptual en el cual las actividades antrópicas presentes en la cuenca se traducen en presiones e impactos sobre la calidad de las aguas, y en contrapartida, los usos del agua establecen requerimientos sobre una calidad mínima para ser satisfechos.

a) Cuenca Lago Vichuquén

Se evaluó los usos y presiones, y se determinó que existe una presión por actividades forestales de la cuenca. Se sugirió incorporar una estación de monitoreo de aguas superficiales.

**Tabla 2-48 Estaciones propuestas en la Cuenca Lago Vichuquén**

| Nombre de la Subcuenca | Código | Presiones significativas | Usos significativos |
|---|---|---|---|
| Lago Vichuquén | 0700 | Actividad Forestal | No hay |

*Fuente: Elaboración propia*

b) Cuenca Río Mataquito

Para la cuenca del río Mataquito se evaluaron las presiones y usos del agua, determinándose que los principales impactos a nivel de subcuenca son producidos por la descarga de aguas servidas, la industria agroalimentaria, actividades agrícolas y forestales. En complemento, las aguas son empleadas para riego y consumo humano (agua potable).

**Tabla 2-49 Presiones y Usos significativos en la cuenca Río Mataquito**

| Nombre de la Subcuenca | Código | Presiones significativas | Usos significativos |
|---|---|---|---|
| Río Teno | 0710 | Aguas Servidas, Industria Agroalimentaria, Uso Agrícola | Consumo Humano, Riego |
| Río Lontué | 0711 | Aguas Servidas, Industria Agroalimentaria, Actividades Agrícolas | Consumo Humano, Riego |
| Río Mataquito | 0712 | Actividad Forestal, Actividades Agrícolas | Consumo Humano, Riego |

*Fuente: Elaboración propia*

Del análisis realizado, se propuso incorporar dos nuevas estaciones de monitoreo de aguas subterráneas en las subcuencas de los ríos Teno y Lontué.

c) Cuencas costeras entre Mataquito y Maule

Esta cuenca no cuenta con estaciones de monitoreo de calidad de aguas. Las actividades que inciden en la calidad de las aguas son de tipo forestal, y no se identificó usos relevantes del agua en la cuenca. No se propuso la incorporación de estaciones de monitoreo a la red de calidad de aguas.

| Tabla 2-50 Presiones y Usos significativos en la cuencas Costeras | | | |
|---|---|---|---|
| **Nombre de la Subcuenca** | **Código** | **Presiones significativas** | **Usos significativos** |
| Río Huenchullami | 0720 | Uso Forestal | - |
| Costeras entre Río Huenchullami y Río Maule | 0721 | Uso Forestal | - |

*Fuente: Elaboración propia*

d) Cuenca Río Maule

Para la cuenca del río Maule se evaluaron las presiones y usos del agua, determinándose que los principales impactos a nivel de subcuenca son producidos por la regulación de cauce (centrales hidroeléctricas), actividades agrícolas, Industria agroalimentaria, actividades forestales, y en menor medida la descarga de aguas servidas, manejo de residuos, y cultivos hidrobiológicos. En complemento, las aguas son empleadas para riego, consumo humano (agua potable), y vida acuática.

| Tabla 2-51 Presiones y Usos significativos en la cuenca del Maule | | | |
|---|---|---|---|
| **Nombre de la Subcuenca** | **Código** | **Presiones significativas** | **Usos significativos** |
| Río Maule Alto | 730 | Regulación de cauce | - |
| Río Melado | 731 | Regulación de cauce | - |
| Maule Medio | 732 | Regulación de cauce, Actividades Agrícolas | Riego, Vida acuática |
| Perquilauquén Alto | 733 | Actividades Forestal, Actividades Agrícola | Consumo Humano, Riego |
| Perquilauquén Bajo | 734 | Actividades Forestales, Industria Agroalimentaria, Actividades Agrícolas | Riego, |
| Río Loncomilla | 735 | Regulación de cauce, Aguas Servidas, Industria Agroalimentaria, Actividades Agrícolas | Consumo Humano, Riego |
| Río Maule entre Río Loncomilla y Río Claro | 736 | Actividades Forestales, Actividades Agrícolas | Riego |

| Tabla 2-51 Presiones y Usos significativos en la cuenca del Maule | | | |
|---|---|---|---|
| **Nombre de la Subcuenca** | **Código** | **Presiones significativas** | **Usos significativos** |
| Río Claro | 737 | Regulación de cauce, Cultivos Hidrobiológicos, Residuos, Aguas Servidas, Industria Agroalimentaria, Actividades Agrícolas | Consumo Humano, Riego |
| Maule Bajo | 738 | Actividades Forestales, Actividades Agrícolas | Consumo Humano, Riego |

*Fuente: Elaboración propia*

Del análisis realizado, se propuso la incorporación de una estación de monitoreo de aguas subterráneas en la subcuenca del río Loncomilla.

e) Cuencas costeras entre el río Maule y el límite de la región

Se evaluó las presiones y usos del agua en la cuenca, concluyéndose que los principales factores que inciden negativamente en la calidad de las aguas son las actividades forestales y agrícolas, en todas las subcuencas. En contraparte, la principal demanda por uso del agua corresponde al riego.

| Tabla 2-52 Presiones y Usos significativos en las cuencas Costeras | | | |
|---|---|---|---|
| **Nombre de la Subcuenca** | **Código** | **Presiones significativas** | **Usos significativos** |
| Costeras entre Quebrada Honda y Río Reloca | 0740 | Actividad Forestal | - |
| Río Reloca | 0741 | Actividad Forestal, Actividad Agrícola | Riego |
| Costeras entre Río Reloca y Río Curanilahue | 0742 | Actividad Forestal, Actividad Agrícola | Riego |
| Río Curanilahue | 0743 | Actividad Forestal, Actividad Agrícola | Riego |
| Costeras entre R. Curanilahue y límite Región (E. Pullay) | 0744 | Actividad Forestal, Actividad Agrícola | Riego |

*Fuente: Elaboración propia*

Del análisis realizado, se propuso la incorporación de una estación de monitoreo de calidad de aguas subterráneas en la subcuenca del Río Reloca.

- **(CA050)** ***Diagnóstico y clasificación de los cursos y cuerpos de agua según objetivos de calidad, cuenca Río Maule*** **(DGA, 2004)**

La Dirección General de Aguas llevó a cabo en el año 2004 el estudio denominado Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad, dentro del cual se incluyeron las cuencas del Mataquito y del Maule. En ambos casos, este estudio determinó que los principales factores que inciden en la calidad de las aguas superficiales, considerando tanto aquellos elementos de carácter territorial (geomorfología, geología, suelos, hidrología), como antrópico (asentamientos humanos, actividades económicas, usos del suelo, descargas de residuos líquidos, puntos de contaminación difuso, otros).

Se realizó un análisis sobre los registros históricos de cada parámetro, en los segmentos o tramos definidos por las estaciones de seguimiento de calidad de las aguas de la DGA. En la tabla siguiente se presentan los parámetros que se encontraron por sobre la clase 0.

Para la caracterización de la calidad de agua de la cuenca, se estableció una Base de Datos Integrada (BDI), la cual contiene datos recopilados de monitoreos o muestreos realizados a la fecha (información de nivel 1 al nivel 3), datos del Programa de Muestreo Puntual realizado por CADE-IDEPE durante el desarrollo de la consultoría (información nivel 4) y estimaciones teóricas (información nivel 5) de los parámetros obligatorios DBO5, sólidos suspendidos y coliformes fecales, en caso de carecer de información de nivel superior. El método de cálculo de estos parámetros se presenta en la Sección II del Informe Final, la cual está destinada a presentar la metodología general del estudio.

En forma específica, se consideró lo siguiente:

- En el caso de disponer de un número de registros > 10 por período estacional, se procede a calcular el percentil 66%, lo que equivale según la metodología a información de nivel 1.
- Cuando se dispone de un número de registros entre 5 y 10 por período estacional, se procede a calcular el promedio de los valores, lo que equivale a información de nivel 2 y se representa en las tablas de calidad del agua por el valor entre paréntesis. Ejemplo, OD = (10,5)
- Si sólo se dispone de un número menor que 5 registros por período estacional, se procede a calcular el promedio de los valores, que equivale a información de nivel 3 y se representa en las tablas de calidad del agua por el valor entre dos paréntesis. Ejemplo, OD = ((10,5))

f) Cuenca río Mataquito

El estudio caracterizó los principales factores que incidirían en la calidad de las aguas de la cuenca, distinguiendo entre aquellos de origen natural, y aquellos de origen antrópico. El resumen de estos factores se presenta en la Tabla 2-53 Factores Calidad de las Aguas en la Cuenca del Mataquito.

**Tabla 2-53 Factores Calidad de las Aguas en la Cuenca del Mataquito**

| Cuenca | Subcuenca | Factores Naturales | Factores Antrópicos |
|---|---|---|---|
| Río Mataquito (071) | Río Teno (0710) | Cenizas y nieves ácidas procedentes del volcán Peteroa.<br><br>Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas<br><br>Escorrentía de aluminosilicatos en forma de sedimentos<br><br>Solifluxión de ladera de cerro sobre el río.<br><br>Río de origen lacustre | Contaminación difusa por ganadería<br><br>Contaminación difusa por aguas servidas.<br><br>Contaminación difusa por depósitos de estériles<br><br>RILES mineros.<br><br>Contaminación difusa por aguas servidas de centros poblados |

**Tabla 2-53 Factores Calidad de las Aguas en la Cuenca del Mataquito**

| Cuenca | Subcuenca | Factores Naturales | Factores Antrópicos |
|---|---|---|---|
| | | Filtraciones subterráneas de la Laguna de Teno<br>Derretimiento de glaciales y nieve en la primavera y verano<br>Origina gran cantidad de sólidos. | Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes |
| | Río Lontué (0711) | Lixiviación superficial y subterránea de formaciones geológicas.<br><br>Intercambio napa río | Contaminación difusa por aguas servidas<br>Contaminación difusa por Ganadería.<br>Descarga de RILES<br>Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes |
| | Río Mataquito (0712) | Recarga del río por aguas subterráneas<br>Escorrentía de aluminosilicatos por laderas y quebradas | Descarga de RILES<br>Contaminación difusa por aguas servidas<br>Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes<br>Contaminación difusa por depósitos de estériles |

*Fuente: Elaboración propia*

En complemento, se realizó una caracterización de la calidad de las aguas de la cuenca del Mataquito, en primavera 2013, la que se presenta a continuación.

**Tabla 2-54 Calidad de las Aguas en la Cuenca del Río Mataquito**

| Parámetros | Caracterización |
|---|---|
| Parámetros Físico-Químicos (FQ): Conductividad Eléctrica, DBO5, Color, OD, pH, RAS, SDT, SST. | CE: Todos los valores en clase 0 sin variación estacional.<br><br>DBO5: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en el río Lontué en Panamericana y clase 1 en los ríos Lontué a/j río Teno, Teno y Mataquito.<br><br>Color Aparente: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en los ríos Lontué, Teno y Mataquito. |

**Tabla 2-54 Calidad de las Aguas en la Cuenca del Río Mataquito**

| Parámetros | Caracterización |
|---|---|
| | SD: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en los ríos Lontué, Teno y Mataquito.<br><br>SS: En los ríos Claro y Lontué los valores se encuentran en clase 0 y en el río Teno en clase 1, corresponde a información nivel 3. El muestreo puntual en primavera está asignado a la clase 0 en los ríos Teno y Mataquito, y en clase 1 en el río Lontué.<br><br>OD: En los ríos Claro, Colorado, Lontué, Teno y Mataquito se observan valores en clase 0. El estero Upeo y el río Patos no poseen registros.<br><br>pH: Todos los valores están asignados a la clase 0.<br><br>RAS: Los registros históricos permiten calificar sus valores siempre en clase 0. |
| Inorgánicos (IN): NH4 +, CN-, Cl-, F-, NO2 -, SO4 2-, S2- | Cl- : Siempre en clase 0.<br><br>SO4 2- : Todos los valores observados están en clase 0, a excepción del río Claro en otoño en clase 1.<br><br>NH4+, NO2-, F- , S2-: El muestreo puntual en primavera está asignado a la clase 0 en los ríos Lontué, Teno y Mataquito.<br><br>CN-: El dato muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en los ríos Lontué en Panamericana, Teno y Mataquito, y en clase 3 en el río Lontué a/j río Teno. |
| Metales Esenciales (ME): B, Cu, Cr total, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn | B: No es posible clasificarlo en alguna clase establecida en el Instructivo, por corresponder el dato al límite de detección superior a la clase 0.<br><br>Cu: En los ríos Claro y Lontué los datos existentes se clasifican en clase 2, sin embargo muchos de éstos se encuentran en límite de detección. Lo mismo ocurre en el río Teno a/j río Mataquito. No obstante en la estación los Queñes todos los valores se asignan a la clase 2 sin variación estacional, al igual que en el río Mataquito. En el río Colorado sólo se cuenta con registros en verano en límite de detección. El estero Upeo y el río Patos no poseen registros.<br><br>Cr total: La mayor parte de los registros están en límite de detección analítico lo que no permite clasificarlos. Sin embargo es posible observar valores en clase 2 en primavera en los ríos Claro y Mataquito, y en primavera en el río Lontué. También en el río Teno en primavera y verano |

**Tabla 2-54 Calidad de las Aguas en la Cuenca del Río Mataquito**

| Parámetros | Caracterización |
|---|---|
| | en los Queñes y en verano bajo quebrada Infiernillo. El estero Upeo y el río Patos no poseen información.<br><br>Fe: Valores asignados a la clase 0. Las variaciones se observan en el río Claro en otoño, río Teno en los Queñes en primavera y río Mataquito en invierno en clase 2, y río Claro en verano y río Lontué en Sagrada Familia en invierno en clase 1. La estación del río Teno bajo quebrada infiernillo presenta los valores más altos en clase 4 en primavera y en clase 2 en otoño.<br><br>Mn: El río Lontué después de junta ríos Patos y Colorado y en Panamericana no presenta variación estacional con valores en clase 0, excepto en primavera en clase 1. Aguas abajo de esta estación, en Sagrada Familia, tienden a aumentar los valores, observándose niveles de concentración similares entre primavera y verano en clase 1. El mayor valor se observa en invierno en clase 2. El río Teno bajo quebrada Infiernillo posee un comportamiento disímil con el máximo valor en clase 4 en primavera. En Los Queñes no presenta variación estacional entre otoño y verano (clase 1). El máximo se observa en primavera en clase 4. En la estación a/j río Mataquito los valores tienden a disminuir observándose niveles similares entre otoño, primavera y verano en clase 0. En invierno el nivel de concentración se asigna a la clase 2. Los ríos Claro y Mataquito no presentan variación estacional. Las variaciones se observan en primavera en el río Claro en clase 0, mientras que el resto del año los valores están en clase 1, y en el río Mataquito en verano en clase 1, con el resto del año en clase 2. El estero Upeo y los ríos Colorado y Patos no poseen registros.<br><br>Mo: La mayor parte de los datos están en límite de detección. Sin embargo en casi todas las estaciones de monitoreo es posible observar valores en invierno y otoño en clase 2. El estero Upeo y los ríos Colorado y Patos no poseen registros.<br><br>Ni, Se, Zn: Los registros históricos permiten calificar sus valores siempre en clase 0. |
| Metales no Esenciales (MN): Al, As, Cd, Sn, Hg, Pb | Al: El río Lontué después de junta ríos Patos y Colorado y en Panamericana no presenta variación estacional entre invierno-otoño y primavera-verano con valores en case 2 y 3 respectivamente. En Sagrada Familia los niveles de concentración son similares entre invierno-verano y otoño-primavera en clase 3 y 2 respectivamente. El río Teno en Los Queñes y bajo quebrada Infiernillo no presenta variación estacional entre invierno-otoño y primavera-verano (clases 3 y 4 respectivamente). Aguas abajo de esta |

**Tabla 2-54 Calidad de las Aguas en la Cuenca del Río Mataquito**

| Parámetros | Caracterización |
|---|---|
| | estación, a/j río Mataquito, los valores tienden a disminuir observándose niveles similares entre invierno, otoño y verano en clase 2. En primavera el nivel de concentración se asigna a la clase 3. Los ríos Claro y Mataquito no presentan variación estacional con valores en clase 2 y 3 respectivamente, a excepción de este último en otoño en clase 2. El estero Upeo y los ríos Colorado y Patos no poseen registros.<br><br>As: En los ríos Claro, Lontué, Teno y Mataquito se observan todos los valores en clase 0. El río Colorado posee registros sólo en verano también en clase 0, excepto el río Lontué después de junta ríos Patos y Colorado en otoño en clase 1. El estero Upeo y el río Patos no poseen datos.<br><br>Cd, Hg y Pb: No es posible clasificarlo en alguna clase establecida en el Instructivo, por corresponder el dato al límite de detección superior a la clase 0.<br><br>Sn: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 corresponde al límite de detección analítico superior al de la clase 0, por lo que no es posible realizar un análisis. |
| Indicadores Microbiológicos (IM): CF, CT | CF: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 1 en los ríos Lontué en Panamericana y Teno, clase 2 en el río Mataquito y clase 4 en el río Lontué a/j río Teno.<br><br>CT: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en el río Lontué en Panamericana, clase 2 en el río Teno, clase 3 en el río Mataquito y clase 4 en el río Lontué a/j río Teno. |

*Fuente: Elaboración propia*

De la inspección de la tabla, se infieren las siguientes conclusiones:

- Los metales en solución son gravitantes en la calidad del agua del río Mataquito.
- El cobre, cromo, manganeso, molibdeno y aluminio están presentes en los cursos de agua principales de la cuenca.
- El sulfato se encuentra presente sólo en el río Claro.

g) Cuenca río Maule

Para cada estación de calidad de aguas se evaluó los factores que pudieran estar incidiendo sobre la calidad de sus aguas. En la tabla siguiente se presenta una consolidación de este análisis, resumida a nivel de subcuenca.

**Tabla 2-55 Factores de Calidad de Aguas en la Cuenca del Maule**

| Cuenca | Subcuenca | Factores Naturales | Factores Antrópicos |
|---|---|---|---|
| Río Maule (073) | Río Maule Alto (Hasta antes junta Río Melado) (0730) | Aporte de formaciones geológicas. Arrastre de sedimentos ricos en aluminosilicatos. Incorporación de Aguas termales. | Contaminación difusa producto de ganadería. |
| | Maule Medio (0732) | Aporte de formaciones geológicas. Sedimentos ricos en aluminosilicatos. Aguas termales. | Contaminación difusa producto de ganadería, plaguicidas y fertilizantes. Centros poblados. Regulación de la cuenca por embalses y centrales hidroeléctricas. |
| | Perquilauquén Alto (0733) | Lixiviación por arrastre de aguas subterráneas. Sedimentos. | Contaminación difusa producto de plaguicidas y fertilizantes. Centros poblados. |
| | Río Loncomilla (0735) | Aporte de formaciones geológicas. Arrastre de sedimentos ricos en aluminosilicatos. | Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes. Aporte de aguas servidas. Trasvase de aguas desde río Melado al río Ancoa. |
| | Río Claro (0737) | Aporte de formaciones geológicas. Depósitos piroclásticos Suelos ricos en sales. | Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes. Aporte de aguas servidas. Descarga de RILES. |
| | Maule Bajo (0738) | Recarga del río Maule por aguas subterráneas. Arrastre de sedimentos ricos en aluminosilicatos. | Contaminación difusa por plaguicidas y fertilizantes. |

*Fuente: Elaboración propia*

Se realizó una caracterización de la calidad del agua en la cuenca, a partir de un monitoreo realizado en primavera de 2003.

| Tabla 2-56 Calidad del Agua en la Cuenca del Maule | |
|---|---|
| **Parámetros** | **Caracterización** |
| Parámetros físicos-Químicos (FQ): Conductividad Eléctrica, DBO5, Color Aparente, OD, pH, RAS, SD, SST. | CE: Todos los valores en clase 0 sin variación estacional. |
| | DBO5 : El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en el estero Cauquenes y río Loncomilla, en clase 1 en los ríos Maule en El Forel, Perquilauquén y Longaví, y clase 2 en los ríos Maule en Panamericana y Claro en Rauquén. |
| | Color Aparente: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en el río Maule en Panamericana y estero Cauquenes, en clase 1 en el río Maule en El Forel, y clase 2 en los ríos Loncomilla, Perquilauquén, Longaví y Claro-Talca. |
| | OD: Todos los ríos presentan valores en clase 0, a excepción del río Claro en Rauquén en primavera. El río Ancoa no posee registros. |
| | pH: Todos los valores están asignados a la clase 0. |
| | RAS: Los registros históricos permiten calificar sus valores siempre en clase 0. |
| | SD: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en los ríos Maule en Panamericana y El Forel, Cauquenes, Loncomilla, Perquilauquén, Longaví y Claro-Talca. |
| | SST: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en los ríos Loncomilla, Maule en Panamericana, Perquilauquén antes junta estero Lavadero, y estero Cauquenes. En clase 1 en el río Longaví en la Quiriquina, en clase 2 en el Maule en Forel y clase 4 en Claro en Rauquén. |
| Inorgánicos (IN ) : NH4 | NH4 |
| +, CN-, Cl-, F-, NO2 | +, CN-, F-, NO2 |
| -, SO4 | -, S2-: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en los ríos Loncomilla, Maule, Perquilauquén, Longaví, Claro-Talca en Rauquén y estero Cauquenes. |
| 2-, S2- | Cl-, SO4 2-: Siempre en clase 0. |
| Metales Esenciales (ME): B, Cu, Cr total, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn | B: No es posible clasificarlo en alguna clase establecida en el Instructivo, por corresponder el dato al límite de detección superior a la clase 0. |
| | Cu: Los ríos Maule, Achibueno, Cauquenes, Lircay, Loncomilla, Perquilauquén, Purapel y Putagán poseen la mayoría de sus registros en límite de detección. Sin embargo, es posible observar en algunas épocas del año valores en clase 2, principalmente en invierno y primavera. Los ríos Claro y Longaví tienen todos sus valores en límite de detección analítico. El río Ancoa no posee registros. El río Claro-embalse Colbún antes de la junta del río Maule (en Armerillo) con valores en clase 2. |

## Tabla 2-56 Calidad del Agua en la Cuenca del Maule

| Parámetros | Caracterización |
|---|---|
| | Cr total: Los ríos Maule en Armerillo y en Longitudinal, Claro, Cauquenes en El Arrayán, Loncomilla y Longaví poseen la mayoría de sus registros en límite de detección. Sin embargo, es posible observar en algunas épocas del año valores en clase 2, principalmente en primavera. Los ríos Maule en El Forel, Cauquenes en Desembocadura, Lircay, Perquilauquén, Purapel y Putagán tienen todos sus valores en límite de detección. El río Ancoa no posee registros. Río Claro-embalse Colbún antes de la junta del río Maule (en Armerillo) sin registros. |
| | Fe: Los ríos Maule, Claro, Achibueno, Ancoa, Lircay, Loncomilla, Longaví, Perquilauquén y Putagán tienen todos los valores asignados a la clase 0. Las variaciones se observan en el río Claro en Talca en verano (clase 1), río Claro en Rauquén en primavera (clase 2), Loncomilla y Putagán en invierno (clase 1). En los ríos Cauquenes y Purapel no se observa variación estacional entre otoño y verano con valores en clase 0. En invierno se presentan los valores más altos asignados a la clase 2. |
| | Mn: La concentración de manganeso presenta el mismo comportamiento en las dos estaciones de la parte alta del río Armerillo y Longitudinal, sin variación estacional entre otoño, primavera y verano en clase 0, mientras que en invierno los valores se asignan a la clase 2. En el Forel los niveles de concentración son similares entre primavera y verano en clase 1. En otoño se alcanzan valores en clase 4. El río Claro en Talca no presenta variación estacional con valores en clase 2, que se mantienen hacia Rauquén, salvo en los períodos de invierno y otoño, donde los valores disminuyen a clase 1. Los ríos Achibueno, Longaví y Cauquenes presentan valores similares durante todo el año en clase 0 para los dos primeros y clase 2 en el río Cauquenes respectivamente, con la única excepción del río Cauquenes en Desembocadura en otoño en clase 4. El río Lircay no presenta variación estacional entre invierno-otoño y primavera-verano con valores en clase 0 y 1 respectivamente. |
| | El río Loncomilla mantiene sus niveles de concentración entre invierno-verano y otoño-primavera en también en clase 0 y 1 respectivamente. El río Perquilauquén presenta un comportamiento disímil con el máximo valor en primavera en clase 4. Los ríos Purapel y Putagán presentan sus valores en clase 2, salvo en verano donde los valores son más bajos, en clase 0 y 1 respectivamente. |
| | Mo: Los ríos Maule, Claro, Achibueno, Cauquenes, Lircay, Longaví, Perquilauquén, y Putagán poseen la mayoría de sus registros en límite de detección. Sin embargo, es posible observar en algunas épocas del año valores en clase 2, principalmente en invierno, seguido de la primavera. Los ríos Loncomilla y Purapel tienen todos sus valores en límite de detección. El río Ancoa no posee registros. |
| | Ni, Se, Zn: Los registros históricos permiten calificar sus valores siempre en clase 0. |

| Tabla 2-56 Calidad del Agua en la Cuenca del Maule | |
|---|---|
| **Parámetros** | **Caracterización** |
| Metales no Esenciales (MN): Al, As, Cd, Sn, Hg, Pb | Al: El río Maule tiene sus valores en clase 3, que tienden a disminuir hacia la parte baja, pasando a clase 2 en Longitudinal en verano y en El Florel en otoño y verano. El río Claro-Talca tiene todos sus valores en clase 3, excepto en Rauquén en otoño (clase 2). En los ríos Achibueno y Loncomilla se observan todos los valores e clase 2 sin variación estacional. El río |
| | Perquilauquén tampoco presenta variación durante el año con valores en clase 3. El río Cauquenes tiene todos los valores en clase 2, excepto en invierno, donde la concentración tiende a aumentar hacia la parte baja del río pasando a clase 3 en la estación El Arrayán. Los ríos Lircay y Longaví no presentan variación estacional entre otoño, primavera y verano con valores en clase 3 y 2 respectivamente. En invierno se observan valores en clase 2 y 3. Los ríos Purapel y Putagán presentan sus valores más altos de concentración en clase 3 en invierno-otoño en el río Purapel y en invierno-primavera en el río Putagán. |
| | As: Los registros permiten clasificarlo siempre en clase 0. |
| | Cd, Hg y Pb: No es posible clasificarlo en alguna clase establecida en el Instructivo, por corresponder el dato al límite de detección superior a la clase 0. |
| | Sn: No posee información. |
| Indicadores Microbiológicos (IM): CF, CT | CF: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en el estero Cauquenes en Cauquenes, en clase 1 en los ríos Perquilauquén, Longaví y Maule en Panamericana, en clase 4 en Loncomilla y río Claro-Talca y en clase 3 en el río Maule en El Forel. |
| | CT: El dato del muestreo puntual en primavera 2003 está asignado a la clase 0 en el estero Cauquenes en Cauquenes, en clase 1 en los ríos Longaví y Maule en Panamericana, en clase 4 en Loncomilla, río Claro-Talca y Maule en El Forel, y en clase 3 en el río. Perquilauquén antes de la junta del estero Lavadero |

*Fuente: Elaboración propia*

De la inspección de la Tabla 5-43 Calidad del Agua en la Cuenca del Maule, se infieren las siguientes conclusiones:

- Los metales en solución son gravitantes en la calidad del agua del río Maule.
- El cobre y aluminio están presentes en los cursos de agua principales de la cuenca.
- El manganeso y molibdeno están ampliamente distribuidos por la cuenca.

- **(CA010)** ***Análisis Redes de Vigilancia Calidad de Aguas Terrestres. Estadística Hidroquímica Nacional. Etapa I. Séptima Región*** (DGA, 1994)

Este estudio fue realizado por el Departamento de Conservación y Protección de los Recursos Hídricos de la DGA, en 1994, y ejecutado por la empresa consultora Ayala, Cabrera y Asociados Ltda. Los objetivos del estudio fueron efectuar el ordenamiento y procesamiento de toda la información de calidad de aguas disponible en el Banco Nacional de Aguas y en el Laboratorio Ambiental de la DGA, desde 1980 a la fecha del estudio; y representar gráficamente la estadística hidroquímica nacional, con el objeto de apreciar en forma rápida y clara las características físico-químicas de las aguas superficiales.

Las conclusiones de este estudio son las siguientes:

### h) Cuenca del río Mataquito

Los afluentes principales del río Mataquito, los ríos Teno y Lontué, presentan una buena calidad físico-química en general, con bajos niveles de sales disueltas y metales. La conductividad es baja y la condición de las aguas es ligeramente alcalina.

### i) Cuenca del Río Maule

La cuenca del río Maule presenta en toda su extensión una muy buena calidad físico-química, con muy bajos niveles de salinidad, especialmente cloruros, lo que se traduce en conductividades muy reducidas. De los microelementos, es el boro el que presenta mayor concentración relativa, aunque siempre en niveles muy inferiores al límite establecido como máximo para las aguas de riego. En esta descripción se incluyen, aparte del río

Maule, los ríos Lircay, Claro, Achibueno, Longaví, Perquilauquén, Cauquenes y Purapel.

- **(CA055)** ***Estudio de calidad de aguas subterráneas en la cuenca de los Ríos Huasco y Mataquito*** (CNR, 2006)

Este estudio denominado fue realizado en el año 2006 por la Comisión Nacional de Riego, con la colaboración de la Dirección General de Aguas, y ejecutado por GCF Ingenieros Consultores Ltda. Es complemento del estudio de las aguas superficiales desarrollado en 2003 por la CNR, para estas mismas cuencas.

El objetivo general del estudio fue determinar el estado actual de la contaminación de los acuíferos de Huasco y Mataquito producto de la actividad agrícola y otras fuentes, y analizar ante diversos escenarios de desarrollo y explotación, el comportamiento del sistema subterráneo y los efectos generados sobre los pozos existentes, ya sea de riego como de agua potable.

Se realizó un análisis hidrogeológico y agronómico de la cuenca del río Mataquito, y en complemento, se llevó a cabo una campaña de monitoreo de calidad de agua subterránea en 10 pozos distribuidos por la cuenca (M-1 a M-10).

De acuerdo con los resultados obtenidos para las campañas, sólo algunos parámetros sobrepasan los límites de las normas (la de riego o la recomendación para la norma secundaria). Los parámetros excedidos son:

- Respecto de la norma 1333; Hierro y Manganeso.

- Respecto de la guía sobre normas secundarias; Aluminio.

El Aluminio es especialmente alto en el punto M-1 (Estadio Municipal de Lora), que se ubica en el sector costero de Lora, aguas abajo de Licantén, con valores entre 1.4 mg/l y 0.4 mg/l para la primera y segunda campaña respectivamente. En los valores históricos el aluminio aparece alto en los pozos 340 y 338 ubicados entre Sarmiento y Romeral (en los mismos en que aparece alto el Molibdeno como se señala más adelante).

En el reciente estudio de la DGA sobre calidad objetivo, se señala que: "el origen del Aluminio en la cuenca está ligado a la actividad volcánica de la región. Las ignimbritas y micas, que por efectos de meteorización, originan arcillas más el pH y el efecto del arrastre por escorrentías origina que los compuestos alumínico-silicatos se encuentren siempre presentes en los cursos del Mataquito. Los aumentos puntuales de la concentración de aluminio se producen generalmente durante el derretimiento de nieves ácidas. Por otra parte dado que la cantidad de aluminio insoluble en suelos es grande, cambios muy pequeños en las condiciones del suelo (lluvias levemente ácidas) pueden llevar a incrementos relativamente grandes en aguas naturales cercanas".

El Manganeso se registra alto en el mismo punto ubicado en Lora (M-1), con valores de 0.75 mg/l y 0.76 mg/l en los dos primeros muestreos. En el resto de los pozos los valores varían entre 0.01 mg/l y 0.02 mg/l. Los muestreos históricos también registran esta tendencia, con valores de entre 0.3 mg/l y 0.6 mg/l para pozos del sector de desembocadura (P-284 y P-110 o M-1) y de Hualañé.

El Hierro también es alto en M-1 en términos relativos a los otros puntos, con valores de entre 17 mg/l y 19 mg/l en los dos primeros muestreos. En el resto de los pozos los valores varían entre 0.01 mg/l y 0.02 mg/l. Según los datos históricos también se reporta un valor relativamente alto en el pozo P-11Oo M-1, de 7.9 mg/l.

Hay que tener cuidado al establecer conclusiones respecto de este punto M1, que se ubica aguas abajo de Licantén, pues para ese mismo punto los valores de CE, Cloruros, Sulfatos son bajos incluso menores que para puntos ubicados aguas arriba de Licantén.

Por otro lado está el hecho que tanto el Hierro (segundo elemento más abundante en la corteza terrestre), como el Manganeso (también abundante), son elementos que se encuentran normalmente presentes en el agua subterránea, particularmente en casi la totalidad de las aguas en el entorno a la Cordillera de la Costa entre la 111 y IX Regiones de nuestro país. Esto hace que sean relativamente más altos respecto de los puntos de

aguas arriba, debido al aporte local de minerales provenientes de la meteorización de rocas de la Cordillera de la Costa. En efecto, según el estudio geológico, en esa cordillera las rocas consolidadas son mayoritariamente Intrusivas, Metamórficas (del batolito Costero) y, en menor proporción Sedimentarias y Volcanoclásticas. Una importante fuente natural de Manganeso son los minerales de las rocas ígneas (o Intrusivas) y Metamórficas.

Ocurre lo mismo con el Hierro y Aluminio. Por último, cabe mencionar que el estudio de calidad objetivo de la DGA concluye que el contenido de Manganeso y Hierro de las aguas superficiales estaría asociado a la litología de la cuenca. Asimismo, ese estudio concluye que "en la zona litoral existe una fuerte interrelación entre el acuífero y el río Mataquito, el cual le adiciona metales en solución (al río), los cuales provienen de la lixiviación de toda la litología existente desde la Cordillera de los Andes hasta el litoral mismo".

El Molibdeno según los registros históricos aparece levemente alto, con valores entre 0.02 mg/l y 0.06 mg/l, en sólo tres puntos ubicados en el sector de Sarmiento al Noreste de Curicó. Este metal normalmente se encuentra en trazas en las aguas naturales « 1 mg/l/s).

Según los registros históricos, los Nitritos resultan levemente altos en puntos aislados entre Peralillo y La Huerta (P-241) y en el valle central (al Oriente, al Norte y al Sureste de Curicó), por lo que no reviste mayor incidencia, pudiendo ser atribuido a fuentes puntuales y locales. Además, está el hecho que este compuesto es inestable en la presencia de oxígeno, siendo un nexo entre Amonio y Nitrato dentro del proceso de Nitrificación.

A grandes rasgos no habría hechos que pudieran señalar una contaminación antrópica claramente definida y extendida, salvo casos puntuales en el valle central.

Los casos señalados para el Manganeso, Hierro y Aluminio en el pozo M-1 de Lora, hacen aconsejable no aventurar una conclusión hasta haber concluido el estudio.

- **(RH020)** ***Diagnóstico de Recursos Hídricos en Secano Interior y Costero VI a VIII Región.*** CNR, 2003

Este estudio fue realizado por la Comisión Nacional de riego en el año 2003, y ejecutado por AC Ingenieros Consultores Ltda. En el trabajo se abordó una serie de estudios básicos que constituyen la base para la identificación de los proyectos específicos que se han seleccionado y desarrollado más adelante, además de ser sustento técnico para los mismos.

La zona general del estudio corresponde a la totalidad del secano de las regiones VI, VII y VIII. Dentro de toda esa zona hay sectores en que no es posible pensar en ningún desarrollo potencial, ya sea por carencia absoluta de suelos aprovechables, de recursos hídricos o de perspectivas técnicas, económicas y sociales para el desarrollo de proyectos concursables ante la Ley 18.450.

En la VII Región se abordaron los siguientes sectores:

- Cuenca asociada al río Mataquito desde La Huerta hasta su desembocadura.
- Subcuenca estero Vaquería, dentro de la cuenca del estero Huenchullamí, en torno de la localidad de Gualleco.
- Subcuenca costera asociada a la localidad de Putú.
- Subcuenca del río Purapel (afluente al Maule), desde su confluencia con el río Maule hasta el valle central.
- Subcuenca de estero Reloca.
- Cuenca costera del río Rahue, en torno de la localidad de Chanco.
- Cuencas costeras asociadas a las localidades de Pelluhue y Curanipe (estero Curanilahue).
- Subcuenca del estero Coronel de Maule (afluente del río Cauquenes).

No se consideró la localidad de Iloca, puesto que se trata de una zona casi exclusivamente forestal, en que la gran mayoría de las tierras, e incluso los derechos de aguas de la cuenca costera, pertenecen a un solo dueño. Además, la pequeña subcuenca de Chanco tampoco se incluye, dada la escasa disponibilidad de recursos hídricos, lo que no permite pensar en un

desarrollo importante de aprovechamiento con recursos desde la propia subcuenca.

El caso del agua subterránea es distinto, puesto que no todos los sectores presentan rellenos que contengan agua subterránea factible de ser aprovechada económicamente (acuíferos explotables). Por ello se efectuó un análisis de delimitación y caracterización de los sectores acuíferos, basado en el estudio realizado recientemente para IICA-INDAP, ampliándose y revisándose los resultados de ese estudio.

En el estudio mencionado se identificaron sectores de relleno que pudiesen constituir fuentes de explotación de agua subterránea en cantidad adecuada para pequeños propietarios (menos de 12 ha de riego básico). Para el presente trabajo se ha definido como criterio para seleccionar un sector acuífero el que se pueda obtener de él unos 10 l/s como mínimo.

Para caracterizar la calidad físico y química de las aguas tanto superficiales como subterráneas, se utilizó información que provino de las siguientes fuentes.

- "Modelo de Simulación Hidrológico Operacional Cuenca del Río Maule". Conic-Bf, 1997.
- "Estudio Integral de Riego de la Cuenca del Río Maule", CNR, 1977.
- "Estudio Integral de Riego de la Cuenca del Río Mataquito", CNR, 1978.
- "Diagnóstico del Riego y Drenaje en Chile y su Proyección", CNR, 2000.
- "Exploración de los Recursos Hídricos Subterráneos VII Región", AC Ing., 1999.

En la elección de los parámetros para la caracterización de la calidad del agua, se consideró aquellos que inciden directamente en el uso agrícola del agua (norma NCh 1333 y otras), ya sea porque condicionan la calidad de ésta desde un punto de vista de los cultivos, o porque inciden en las condiciones que determinan el estado del suelo. Además, eventualmente se consideró algunos parámetros asociados al uso potable del agua (norma Nch 409), en la medida que fueran atingentes al presente estudio.

En la región del Maule, las aguas superficiales muestran una buena calidad, no sobrepasándose ninguno de los parámetros por sobre el valor de la

norma de riego, salvo puntuales excepciones, como la conductividad eléctrica y el RAS en las estaciones 1 y 22 (Río Maule en Desembocadura y Estero La Pitigua, afluente del río Purapel). Las aguas subterráneas no presentan restricciones para su uso en riego.

Existen pocos antecedentes respecto a la calidad microbiológica para la región. Sin embargo en todos los casos el grupo Coliformes se encuentra dentro del rango aceptable, para tanto las aguas superficiales como subterráneas, aun cuando respecto de las primeras ello no debiera ser así en los tramos ubicados aguas abajo de las ciudades o centros poblados importantes, que en todo caso se irá revirtiendo paulatinamente a medida que se vayan construyendo plantas de tratamiento.

- **(CA060)** ***Programa gestión de la calidad del agua por parte de organizaciones de regantes de las regiones del Maule y Bío-Bío***. CNR 2009.

En este estudio, realizado para la COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO por la Sociedad río Longaví. Ltda., el objetivo es capacitar a las organizaciones de regantes y sus usuarios, para que puedan gestionar la calidad de sus aguas de riego. De la región del Maule sólo se aplica en el subterritorio de Longaví, que abarca parte de la comuna de Parral, con una superficie de 5.251 ha, a la comuna de Retiro con una superficie de 17.509 ha; y a la comuna de Longaví con una superficie de 14.699 ha. Para lograr la capacitación siguen varias líneas estratégicas:

- Línea Estratégica 1: Transferencia de conocimiento en materia de calidad de agua
- Línea Estratégica 2: Desarrollo de un plan de gestión de la calidad del agua
- Línea Estratégica 3: Coordinación de Instituciones e Instrumentos de apoyo Regional y Nacional

Es interesante la 2ª línea, donde desarrollan varias acciones del plan de gestión que pueden ser extrapolables a la totalidad de la cuenca del Maule.

- **(CA070)** ***Contaminación del agua en la región del Maule y Biobío*****.** Revista Interamericana de Ambiente y Turismo Volumen 6 (2010).

Artículo publicado en la REVISTA INTERAMERICANA DE AMBIENTE Y TURISMO por Estefanía Peredo Núñez que trata de analizar la contaminación del agua en la séptima y octava región de Chile, explicando sus consecuencias, las enfermedades que se producen, los mayores contaminantes, entre otros. Además de especificar los índices de consumo de agua en Chile. El trabajo fue realizado a través de una revisión bibliográfica de fuentes secundarias que se relacionaban con el tema de la contaminación hídrica. Se concluye que la contaminación del agua provoca enfermedades y daños irreversibles para el ser humano y para el medio ambiente.

### 2.3.7. Análisis Situación Ambiental

El análisis de la situación medio ambiental de la zona de estudio permitirá incorporar elementos de criterios cuantitativos a los objetivos perseguidos por el Plan Maestro de los Recursos Hídricos de la Región del Maule.

Lo anterior no debe estar condicionado por el cumplimiento de lo establecido en el Reglamento de la Ley de Bases Generales del Medioambiente, en cuanto a evaluar ambientalmente a los instrumentos de planificación, sino como una forma de que la Dirección General de Aguas pueda disponer de antecedentes y visiones del territorio orientadas a la identificación y análisis de los temas vinculados a la gestión de los recursos naturales regionales. Lo anterior supone, entre otros aspectos, promover el uso sustentable de las cuencas, y sobre todo del agua como elemento aglutinador de los recursos naturales.

Dado que el ambiente, como concepto general, está constituido por la integración del medio natural y el medio cultural, el apartado sobre análisis de la situación ambiental persigue abordar integralmente las características para cada unidad territorial en las cuales se ha divido la zona de estudio.

En el presente apartado se entrega el listado y revisión general de los documentos y fuentes de información sobre la cual se estructurará el análisis de la situación ambiental de la Región del Maule.

2.3.7.1. Pasivos medio ambientales

- **(MA100 y MA180)** ***Reporte del Estado del Medio Ambiente***. Documento del año 2011 y 2015. Ministerio del Medio Ambiente. 2011 y 2015.

  Este informe da respuesta al requerimiento establecido en la legislación vigente, como también respecto a que logra transparentar el acceso público a la información ambiental. Se organiza la información en 3 ejes y 12 capítulos respecto a distintos temas y componentes del medio ambiente. En cada capítulo se presenta la presión, el estado y la respuesta referente a problemas ambientales identificados, entregando antecedentes además sobre causas y acciones desarrolladas para gestionar el medio ambiente.

  La revisión de los informes del 2011 y 2015, junto a identificar los pasivos ambientales en la región del Maule, permitirá realizar análisis temporal sobre la ocurrencia de las acciones listadas. Dará cuenta de una eventual mejora en el registro de pasivos o eventualmente reconocerá la falta de preocupación en cuanto los problemas existentes.

  El Reporte del Estado del Medio Ambiente entrega 67 indicadores, los cuales han sido estructurados en base al modelo fuerza motriz presión-estado- impacto-respuesta, a través del cual se busca mostrar las relaciones causales entre el medio ambiente y la actividad humana, que explican la situación en que se encuentran los distintos componentes del medio ambiente (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente). Este modelo es una extensión del enfoque presión-estado-respuesta (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), con el objetivo de facilitar la identificación de las principales variables que constituyen presiones directas e indirectas para el medio ambiente, el estado de los componentes producto de estas presiones y en aquellos casos en que es posible, el impacto que ello provoca en el medio

ambiente, así como las respuestas o acciones para abordar los problemas o prevenir su generación.

Para la región del Maule destaca la revisión que se hace sobre la Calidad del Aire. Se menciona la estrategia para la Descontaminación Atmosférica en Chile, la cual contempla 14 nuevos planes de descontaminación, para el período 2014-2018, entre los que destaca el que se desarrolla para la ciudad de Curicó y Teno y Talca y Maule (Plan Mp2,5 y Plan MP10).

El reporte además hace mención a la biodiversidad regional, destacando el análisis sobre la superficie de bosque nativo de la Región del Maule. También se caracteriza el agua, en cuanto sus volúmenes, caudales y calidad del recurso.

- **(MA115) Atlas de Faenas Mineras. Región del Maule. Servicio Nacional de Geología y Minería. 2012.**

  El volumen Zona Sur del Atlas de Faenas Mineras lista las faenas mineras de la Región del Maule, Región del Biobío, Región de La Araucanía, Región de Los Ríos, Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y Región de Magallanes y de La Antártica Chilena. Este documento contiene información gráfica y una descripción de todas las Minas y Plantas de las cuales tiene registro SERNAGEOMIN, con antecedentes administrativos y técnicos, entre los cuales es importante destacar:

  - Identificación de las áreas de propiedad minera a nivel regional, clasificadas en concesiones de exploración y explotación (Código Minero de 1932 y actual, de 1983).
  - Listado de faenas mineras que especifica el tipo de faena, pasta, comuna en que está ubicada y estado de situación (activa o paralizada temporalmente).
  - Número de instalaciones y cantidad de trabajadores en el sector minero, subdivididas por región, provincia y comuna.

- Clasificación e identificación de la producción histórica de la minería metálica y no metálica en cada región (2002-2012).

En la región del Maule se identifican las siguientes faenas mineras:

**Tabla 2-57 Resumen de faenas mineras en la región del Maule**

| Comuna | Estado de las Faenas Mineras | | | | N de Faenas |
|---|---|---|---|---|---|
| | Activa | Cerrada | Irregular | Abandonada | |
| Constitución | 6 | 1 | 4 | | 11 |
| Empedrado | 1 | | | | 1 |
| Maule | | | 1 | | 1 |
| Pencahue | 1 | 1 | 1 | 2 | 5 |
| San Clemente | | | 1 | | 1 |
| Cauquenes | 1 | | | | 1 |
| Chanco | 2 | 1 | | | 3 |
| Romeral | 1 | | | | 1 |
| Linares | | | 1 | | 1 |
| Parral | 1 | | | | 1 |
| **Total** | **13** | **3** | **8** | **2** | **26** |

*Fuente: Elaboración propia a partir de Atlas de Faenas Mineras*

- **(MA 176) Catastro de Depósitos de Relave. Servicio Nacional de Geología y Minería. 2015**

En el mes de junio del año 2014 se creó el Departamento Depósitos de Relaves, como parte de la estructura regular del Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin). La creación de esta unidad responde a una necesidad nacional, que posibilita el mejoramiento del control de la normativa que regula la autorización sectorial para el diseño, construcción, operación y cierre de los Depósitos de Relaves (D.S N°248), además de las regulaciones de seguridad minera dadas por el D.S N°132.

El Departamento Depósitos Relaves ha comenzado, como primer paso para sus desafíos, la elaboración de un Catastro Nacional de este tipo de depósitos. Es importante señalar el carácter proactivo de éste, ya que a través de la solicitud de información a empresas y otras entidades afines, se está ingresando una gran cantidad de datos. Asimismo, se está ejecutando un plan de visitas a terreno, con el objetivo de corroborar y levantar la mayor cantidad de información posible. Las actividades señaladas hacen que el catastro este en constante actualización.

La revisión de la información existente en el Servicio permitió identificar cuatro fuentes principales de datos: el Catastro oficial de relaves del año 2010; el Atlas de faenas mineras, del año 2014 (actualización anual); y el Levantamiento catastral de los tranques de relaves de Chile, del año 1990, más las resoluciones y documentos oficiales que autorizan la construcción de este tipo de instalaciones mineras. En datum UTM SIRGAS 19 S.

Para la región del Maule, este catastro identificó dos depósitos de relave, uno abandonado y uno activo, ambos en la comuna de Pencahue. Se debe mencionar que en la comuna está presente el tranque de relave de Las Palmas.

**Tabla 2-58 Catastro de Depósitos de Relave en la Región del Maule**

| Comuna | Estado de los depósitos | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Abandonado | Activo | No activo | Sin Información | Total |
| Pencahue | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |
| Total | 1 | 1 | 0 | 0 | 2 |

*Fuente: Catastro de Depósitos de Relave. Sernageomín. 2015*

- **(MA 075) Evaluación preliminar de contingencia en tranque de relaves Las Palmas, Sector Pencahue, Región del Maule. Fase I. DICTUC. 2010.**

Luego del terremoto ocurrido en Chile el 27 de febrero de 2010, se registró el colapso parcial del relave de la mina Las Palmas (UTM WGS-84: 6102668.16 N, 248923.94 E), ubicado al norte poniente de la ciudad de Talca. Este derrame obstruyó la red de drenaje local y alteró la morfología del sector. De acuerdo a la información disponible, este relave corresponde a la minería del oro, caracterizada por usar sustancias tóxicas (ej., cianuro) y generar residuos con alto potencial de producir impactos ambientales negativos. Los antecedentes de la geología de la zona de la Mina Las Palmas permiten esperar que el relave derramado existan concentraciones potencialmente importantes de Zn, Pb, Cu, y Fe, además del residuo cianurado generado por el procesamiento del mineral. El objetivo de este trabajo fue describir y caracterizar preliminarmente y de manera rápida la magnitud del área impactada, las secciones de la red de drenaje directamente comprometidas, la calidad físico-química del material derramado, y el potencial de movilización del relave e incorporación a la red de drenaje. Asimismo, en virtud de la información anterior, se proponen medidas preliminares orientadas a reducir los efectos ambientales negativos del evento.

Se estimó que 2,44 hectáreas de tranque de relave colapsaron en 10,86 hectáreas de terreno aledaño, bloqueando dos cauces, correspondientes a la Quebrada Los Ladrones y el Estero Las Palmas. El área de la zona noroeste del tranque no colapsó, pero presenta serios riesgos de derrumbe, punto que no es el foco de este estudio y que deberá ser evaluado por otro grupo de especialistas. El volumen total colapsado representa aproximadamente 200.000 m3, las obstrucciones de los cauces se estiman en 23.000 m3 para las dos zonas del Estero Las Palmas y en 42.000 m3 para la Quebrada Los Ladrones. El material colapsado está compuesto principalmente por relave y en parte por la cobertura de suelo dispuesta originalmente sobre el relave para el proceso de cierre. Localmente, el material derrumbado contiene objetos arrastrados durante el evento, incluyendo mangueras, máquinas, y restos de estructuras.

Según los datos de calidad química del relave, del potencial de liberación de contaminantes y de su capacidad de formar drenaje ácido, se puede prever efectos en las zonas no obstruidas actualmente con respecto a: i) contaminación de sedimentos en red de drenaje (principalmente cobre, cinc, plomo), ii) incremento de la concentración de contaminantes disueltos (principalmente sulfato y cinc y en menor medida plomo y cobre), iii) aumento de sólidos suspendidos, y iv) contaminación de aguas subterráneas por sustancias disueltas desde el relave producto del drenaje ácido.

- **Directorio y Observatorio de Residuos de Chile. www.directorioresiduos.cl**

Se revisó el sitio web del Directorio y Observatorio de Residuos de Chile (www.directorioresiduos.cl), con fecha 07 de junio de 2016. En este directorio se obtuvo el detalle de 2 rellenos sanitarios, 1 centro de transferencia, y 7 vertederos, los que se presentan a continuación.

| Nombre: Relleno Sanitario Parque El Guanaco-Curicó | Nombre: Centro de Tratamiento Ecomaule |
|---|---|
| Propietario: Rellenos Sanitarios del Maule S.A. | Propietario: Ecomaule S.A. |
| Cobertura: Curicó-Talca-Cauquenes-Linares-Curicó | Cobertura: Comunas de la Región del Maule-Industrias Agroindustriales-Talca |
| Región: VII | Región: VII |
| Fecha Calificación: 2002 | Fecha Calificación: 2004 |
| **Nombre: Relleno Sanitario El Retamo** | **Nombre: Vertedero Cumpeo-Río Claro** |
| Propietario: Rellenos Sanitarios del Maule S.A. | Propietario: Municipalidad de Constitución |
| Cobertura: Talca-Linares-Maule- San Rafael-Curepto-Yerbas Buenas-Longaví-Villa AlegrePelarco-Colbún-Retiro, Talca | Cobertura: Río Claro-Talca |
| Región: VII | Región: VII |
| Fecha Calificación: 2011 | Fecha Calificación: Sin Autorización |

| Nombre: Vertedero Los Maitenes | Nombre: Vertedero Municipal de Pelluhue |
|---|---|
| Propietario: Arquitectura y Paisajismo Río Maule Ltda. | Propietario: Municipalidad de Pelluhue |
| Cobertura: San Clemente-Maule-Pelarco-Pencahue-Talca | Cobertura: Pelluhue-Curanipe-Chovellen, Cauquenes |
| Región: VII | Región: VII |
| Fecha Calificación: Sin Autorización | Fecha Calificación: Sin Autorización |

| Nombre: Vertedero Vichuquén | Nombre: Vertedero Viñales |
|---|---|
| Propietario: Privado | Propietario: Municipalidad de Constitución |
| Cobertura: Vichuquén-Curicó | Cobertura: Constitución-Empedrado-Talca |
| Región: VII | Región: VII |
| Fecha Calificación: Sin Autorización | Fecha Calificación: 1993 |

*Fuente: www.directorioresiduos.cl, revisión Junio 2016*

- **(MA 191) Reportes de cumplimiento de la normativa aplicable a la descarga de RILES. Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). 2012**

  Se revisó el Catastro de establecimientos sujetos al D.S. SEGPRES N° 90/2000 y N° 46/2002 - (A diciembre de 2012), el cual fue descargado con fecha 07 de junio de 2016 desde el sitio web de la SISS (www.siss.cl). El catastro corresponde a una base de datos en formato Excel, en la cual se detalla cada una de las fuentes emisoras según los decretos que regulan estas emisiones, específicamente el DS 90/2000 (que regula la descarga a aguas superficiales), y el DS 46/2002 (descarga a aguas subterráneas).

**Tabla 2-59 Descargas de riles en la Región del Maule**

| Decreto | Total de descargas |
|---|---|
| DS 46/2002 | 2 |

**Tabla 2-59 Descargas de riles en la Región del Maule**

| Decreto | Total de descargas |
|---|---|
| DS 90/2000 | 80 |
| Total | 82 |

*Fuente: www.siss.cl, revisión, Junio 2016*

En complemento, mediante comunicación por correo electrónico de fecha 12 de abril de 2016, la Sra. Verónica González, del Departamento de Fiscalización de la Superintendencia de Medioambiente, hizo llegar catastro de descargas actualizadas al año 2015, asociadas al cumplimiento del DS 90/2000. En este caso, se dispone de 93 descargas para la región del Maule.

#### 2.3.7.2. Identificación de presiones antrópicas y naturales sobre los recursos hídricos

- **(MA050)** ***Fragmentación y dinámica de regeneración del bosque Maulino: diagnóstico actual y perspectivas futuras***. Ramiro O. Bustamante, Javier A. Simonetti, Audrey A. Grez y José San Martín. 2004.

Se reconoce que la fragmentación deriva de la presión antrópica sobre los bosques en Chile, y en este caso particular en la región de estudio. De lo anterior, el documento a revisar y analizar establece que la fragmentación de un bosque puede provocar cambios significativos en las condiciones abióticas y bióticas en los fragmentos remanentes en comparación con las que existían en el bosque, donde estos cambios pueden afectar las condiciones para la regeneración de las plantas. Ambientes más secos, luminosos y calurosos, como los que prevalecen en los fragmentos más pequeños, pueden inhibir la germinación de semillas y crecimiento de plántulas de las especies de bosque.

De lo anterior, este documento permitirá apoyar en el análisis de los resultados a exponer sobre el fenómeno de fragmentación en la región. Lo anterior es relevante en cuanto la revisión de impactos sobre los

recursos naturales y específicamente sobre el agua, donde se reconoce la función de los bosques y superficies naturales en la protección de laderas y beneficios sobre la calidad del agua, además de establecerse las superficies vegetales nativas como reservorios condicionantes en la cantidad de agua disponibles en los cauces naturales.

Entre los principales resultados del documento se establece que las dinámicas sucesionales de los bosques y de los fragmentos aledaños son diferentes. La matriz de proyección markoviana predice reducciones significativas de la abundancia de al menos cuatro especies de árboles y un incremento significativo de la dominancia del peumo. Este incremento futuro sería consecuencia de la masiva producción de semillas de esta especie esclerófila (Simonetti et al., datos no publicados) y de su abundante "banco" de plántulas tolerantes a la sombra. Sin embargo los autores determinan que no existen datos sobre la sobrevivencia de estas plántulas en el área. En los fragmentos de bosque, la composición de especies de plántulas sugiere que la composición del dosel cambiará en el futuro. Por ejemplo, seis especies bien representadas a nivel de plántulas, pero ausentes hoy del dosel de los fragmentos, sugieren un activo proceso de colonización desde los hábitats circundantes.

- **(MA090)** ***Deforestación en ecosistemas templados de la precordillera andina del centro-sur de Chile***. Adison Altamirano y Antonio Larab. 2010.

  En este documento se realiza análisis multitemporal para determinar los cambios en la cobertura del suelo en una zona de la precordillera andina de la Región del Maule, Chile. Los autores utilizan imágenes satelitales de los años 1989 y 2003, y analizaron las causas probables de la deforestación del bosque nativo presente en estos ecosistemas. De lo anterior obtienen como resultado que el bosque nativo se redujo en un 44%, lo cual se traduce en una tasa de deforestación de 4,1% anual, agregando el antecedente que la superficie de bosque nativo fue

reemplazada preferentemente por coberturas de matorral (29%) y plantaciones de especies exóticas (27%).

Los resultados y conclusiones obtenidas en este estudio permitirán sustentar los resultados a exponer sobre el reemplazo de vegetación nativa con especies exóticas, y la presentación de este fenómeno como una presión sobre los recursos naturales y a la vez sobre los propios recursos hídricos de la región.

- **(DT030)** ***Propuesta de Política Regional de Desarrollo Rural Región Del Maule***. Universidad de Talca. 2009.

  Este estudio se realizó en siete territorios conformados por las 30 comunas de la Región. Sobre esta plataforma territorial se realizaron talleres territoriales en conjunto con la sociedad civil y servicios públicos encargados del desarrollo rural. Esto permitió cruzar información secundaria con primaria, sobre la caracterización de la zona rural de la Región del Maule.

  Entre otros resultados, el estudio da cuenta del como los índices de pobreza rural de la región aún son significativos, y se ven plasmados en un insuficiente desarrollo de estos territorios, en el ámbito social y ambiental. Esto último resulta de la identificación de la relación directa entre pobreza y conciencia sobre el medio natural.

  Sin embargo lo anterior, se reconoce un importante grado de conciencia sobre protección del medio ambiente rural, en donde los habitantes perciben que el crecimiento a largo plazo sólo puede ser garantizado en asociación con la naturaleza. De lo anterior el estudio informa sobre la necesidad de establecer requisitos de mayor exigencia a la hora de autorizar proyectos complejos, y asegurar una fiscalización regular y exigente.

  La información presente en este estudio permitirá cruzar los datos proporcionados con los pasivos ambientales a identificar en la zona de estudio, lo cual a su vez entregará una perspectiva geográfica al sector

rural, pobreza y cuidado del ambiente, en cuanto se conoce la importancia de los sectores rurales y su cuidado del medio natural, con el cual establecen una directa conexión.

- **(MA160)** ***Plan Regional de Ordenamiento Territorial PROT Maule – Evaluación Ambiental Estratégica.*** Unidad de Gestión de Información Territorial, Unidad de Planificación y Desarrollo Regional Gobierno Regional del Maule. 2014

  Este documento aborda temas relevantes, identificando unidades sistémicas y analiza las zonas con restricciones derivadas de parámetros medio ambientales. Esto lo consigue a través de sistematizar la información de componentes físico y ambientales presentes en la región, a los cuales entrega una mirada desde la perspectiva del ordenamiento territorial.

  Se revisan aquellas zonas que cuentan con protección legal vigente y reconocida en otros instrumentos de planificación territorial, de tal manera que sean incorporadas el análisis del Plan Maestro de los Recursos Hídricos de la Región del Maule. El documento además define zonas de interés y relevancia de la región y que cumplen funciones ambientales, las cuales a su vez consideran aspectos relevantes de paisaje, ecosistemas relevantes, zonas naturales de interés turístico, elementos de valor cultural y zonas de importancia para la protección de las cuencas.

- **(MA190)** ***Cuenta Pública del Ministerio del Medio Ambiente del año 2015***. Ministerio del Medio Ambiente. 2016.

  El documento da cuenta de los resultados de la gestión del Ministerio del Medio Ambiente durante el año 2015, explicitando los principales logros alcanzados durante el período mayo de 2014 a mayo de 2015 en los ámbitos de equidad ambiental, regulación ambiental, cambio climático, institucionalidad, recursos naturales y biodiversidad, instrumentos de

gestión y educación ambiental y evaluación de proyectos sometidos al sistema de evaluación de impacto ambiental, y fiscalización y sanción ambiental.

Junto a lo anterior especifica los ejes programáticos y objetivos relevantes para los mismos ámbitos para el período 2015-2016. En esto, da cuenta de iniciativas específicas para la región del Maule, relativas a los alcances de gestión del Ministerio de Medio Ambiente.

Así, el documento será revisado en función de los proyectos, estudios y planes considerados a desarrollar en la Región del Maule.

2.3.7.3. Análisis de impactos y consecuencias

- **(MA150)** ***Balance Ambiental 2014. Sacrificando Chile Por la Inversión***. Fundación Terram. 2014

A través de la revisión de acciones, proyectos y diferentes iniciativas el informe realiza balance sobre sus impactos y alcances de afectación, clasificando además las acciones desarrolladas. Lo anterior permitirá obtener un primer acercamiento sobre los impactos y consecuencia de las diferentes acciones listadas.

En lo específico este documento revisa la Estrategia de Descontaminación 2014-2018, la cual entre otras ciudades, tiene el objetivo de decretar zonas saturadas Talca y Maule; y Curicó y Teno. De esto, el documento se refiere a los resultados arrojados por la estrategia antes referida, de lo cual se menciona que la evaluación entregada por Salud y Medio Ambiente, entre el 1 de abril y el 25 de septiembre, para la zona comprendida entre Rancagua y Osorno, el promedio anual de concentración de PM 2,5 disminuyó un 13%. Respecto del número de días sobre la norma, este año entre las zonas de Rancagua y Talca hubo en promedio una disminución del 12% respecto a 2013.

Otra de las complejidades dice relación con la pesca ilegal, donde apunta los dardos la pesca industrial; el presidente de la Asociación de Industriales Pesqueros (Asipes), se muestra por ello partidario de establecer un sistema de fiscalización efectivo que apunte a recuperar

esta pesquería. Las principales zonas de pesca ilegal de merluza están en las regiones de O'Higgins y del Maule

- **(MA130)** ***Sustentabilidad ambiental para el desarrollo***. Ministerio de Agricultura 2010-2014. 2013.

  El informe reconoce que la actividad silvoagropecuaria se realiza sobre la base los recursos naturales o productivos, los cuales tienen una incidencia directa sobre el desarrollo económico y competitividad del sector agrícola, pero también en la calidad de vida de sus habitantes. Es en este contexto y para contribuir a garantizar el uso racional de dichos recursos, que esta Administración de Minagri declaró formalmente la Sustentabilidad Ambiental para el Desarrollo, como uno de los pilares de su gestión y políticas.

  Sobre lo anterior, el documento entrega un completo diagnóstico sobre la situación del agua y los otros recursos naturales, en cuanto su relación con la actividad agrícola. Hace revisión en este ámbito sobre los recursos genéticos, cambio climático, energías renovables y otros.

  La información proporcionada es importante en cuanto establece a la actividad agrícola como una considerable presión antrópica sobre los recursos naturales de la región del Maule, la cual tiene consecuencias directas sobre el suelo, aire, vegetación y particularmente sobre la calidad de las aguas.

- **Visión Conceptual de la Adaptación al Cambio Climático.** Taller UICN, Proyecto EPIC 2013. Sebastián Bonelli.
  Este documento corresponde a la presentación realizada por Sebastián Bonelli, en el marco del Taller UICN Proyecto EPIC. El proyecto EPIC-Chile investiga el papel de los bosques nativos en la protección contra fenómenos naturales (como las avalanchas de nieve) y busca alternativas para el manejo y conservación de éstos; asimismo

promueve el fortalecimiento de capacidades, concienciación y comunicación sobre el potencial de la gestión ambiental.

En el caso específico del Taller referido los temas tratados fueron: Cambio climático y adaptación: visión conceptual; Iniciativa de adaptación. Proyecto MAPA: Maipo Plan de Adaptación; y Cambio climático, lecciones de estudio en Cuenca río Mataquito.

Sobre la cuenca del Río Mataquito fueron expuestos resultados de estadística hídrica referidas a series diarias, las cuales fueron rellenadas en caso de estar incompletas; Análisis estacional para períodos pluviales y nivales; Variables hidroclimatológicas e índices representativos; Tendencias (Mann-Kendall y Regresión Lineal). Estos resultados serán presentados como parte del diagnóstico y analizados en cuanto el fenómeno de cambio climático sobre la cuenca del Río Mataquito.

- **Conflictos por el Agua en Chile Entre los Derechos Humanos y las Reglas del Mercado.** Editores: Sara Larraín - Pamela Poo, Programa Chile Sustentable

Este documento tiene como editores a Sara Larraín, Pamela Poo y Programa Chile Sustentable, donde además destaca un grupo de más de doce ciudadanos colaboradores, convocados en su calidad de ciudadanos y representantes de organizaciones de sociales.

El informe presenta casos donde las actividades antrópicas, derivadas de proyectos productivos u obras públicas, han originados presiones desmedidas sobre los recursos naturales, generando como resultado presiones sociales y organización por parte de los ciudadanos en contra de las iniciativas. Se entrega una revisión para la Zona Norte, Zona Centro y Zona Sur del país, listando para cada territorio asuntos conflictivos.

En el marco del Plan Maestro destaca la revisión de la instalación del proyecto de generación eléctrica Centinela, el cual se instalará en Altos del Achibueno, el cual se caracteriza como Sitio Prioritario. La autora de este capítulo, Virginia McRostie, profesional del Comité de Defensa del

Río Achibueno, la cual plantea que en este cajón precordillerano no existen caminos vehiculares y por tanto está libre de contaminación masiva, deforestación o caza ilegal; y sus cualidades de pristinidad y riqueza ambiental y cultural se deben precisamente a su condición de aislamiento.

De lo anterior, la autora plantea que no obstante la voluntad pública y privada de mantener este sitio para fines recreativos y de conservación de la naturaleza, se ha visto amenazado y truncado por la empresa Hidroeléctrica Centinela Ltda., propiedad del empresario Isidoro Quiroga, el cual planea la construcción de 2 centrales hidroeléctricas "de pasada" en serie, denominadas El Castillo y Centinela, con una potencia máxima estimada en 135 MW. Ello basado en los derechos de agua que posee en la cuenca, los cuales le fueron otorgados por la autoridad en 1990 en virtud del Código de Aguas de 1981. Los derechos de agua que posee la empresa en la cuenca alta del río Achibueno son de 60 y 30 m3/s.

En general el capítulo presenta una completa revisión sobre el proceso administrativo conducente a la obtención de los derechos de aprovechamiento de aguas y permisos ambientales para la construcción de los proyectos referidos, entregando la visión de las organizaciones sociales locales y su postura clara en contra de las iniciativas de generación. La autora destaca la calidad de Sitio Prioritario de Altos de Achibueno, la importancia ecosistémica del área y el impacto del proyecto sobre los recursos naturales de la cuenca del Río Achibueno.

#### 2.3.7.4. Áreas de protección o conservación existentes

- **(MA030)** ***Las Áreas Silvestres Protegidas Privadas en Chile, Una herramienta para la conservación***., CODEFF, 1999.

Esta publicación da cuenta de los avances en describir las posibilidades existentes para los propietarios privados de establecer sus terrenos como áreas silvestres protegidas privadas, las cuales debiesen transformarse en herramientas efectivas para la conservación, entendida esta última no sólo como un valor en sí mismo, sino también

desde la perspectiva de una lógica privada que puede constituir una actividad económicamente competitiva.

Junto a lo anterior, este documento resulta necesario de revisar y analizar en cuanto entrega datos relativos a la cooperación privada para la conservación en Chile a través de organismos privados y particulares que hoy trabajan para la conservación de áreas silvestres. También se entrega un perfil de las áreas silvestres que se encuentran protegiendo los miembros de la Red de Áreas Protegidas Privadas. Así, estos antecedentes permitirán alimentar la información SIG sobre las superficies protegidas en la Región del Maule.

- **(MA045)** ***Estrategia y Plan de Acción Para la Biodiversidad en la VII Región del Maule***. Elaborado por CONAMA; ONAF; SAG; INIA; DGA; SERNAPESCA; UTAL; UCM. 2002.

  Uno de los compromisos de Chile, como país signatario del Convenio sobre la Diversidad Biológica (o biodiversidad), ratificado por nuestro Congreso en 1994 y promulgado como Ley de la República en 1995, es la elaboración de una Estrategia y Plan de Acción para la Biodiversidad.

  La Comisión Nacional del Medio Ambiente, CONAMA, encargada de la coordinación intersectorial de este proceso, con financiamiento del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD, inició a comienzos de abril de 2002 una nueva etapa para la elaboración de esta Estrategia y Plan de Acción, con el nombramiento de personal asignado a la coordinación regional del proceso.

  Esta iniciativa persiguió elaborar una estrategia para la biodiversidad, diseñando protagonistas involucrados en la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad, interesados en disminuir o evitar la pérdida de diversidad biológica de nuestro territorio. El proceso consistió en que la Estrategia logrará "Conservar la biodiversidad nativa regional a través de la mantención de la sustentabilidad de los ecosistemas y sus especies".

A través de un importante proceso de participación ciudadana, la Estrategia concluye en que es necesario clasificar cinco (5) sitios prioritarios para conservación de la biodiversidad regional.

De acuerdo a los resultados, el Plan Maestro revisará la situación legal y real de los sitios propuestos por la Estrategia en la Región del Maule, a modo de concluir sobre la validación de sus resultados y establecer los criterios de conservación existentes durante la última década en la región.

- **(MA110)** ***Las Áreas Protegidas de Chile, Antecedentes, Institucionalidad, Estadísticas y Desafíos***. División de Recursos Naturales Renovables y Biodiversidad, Ministerio del Medio Ambiente de Chile. 2011.

  Este documento corresponde a una síntesis de la historia, institucionalidad e información sobre las áreas protegidas de Chile. Contiene información sobre todos los tipos de iniciativas de protección del patrimonio ambiental en zonas marino-costeras y terrestres, emprendidas por la administración pública y una breve descripción de su institucionalidad. Junto a esto el título contiene antecedentes detallados sobre las áreas o territorios considerados como áreas protegidas de acuerdo a criterios utilizados internacionalmente.

  De acuerdo a lo expuesto, de este informe se obtendrán datos, estadísticas y análisis sobre las superficies naturales protegidas por el Estado, lo cual permitirá a su vez complementar la base de datos a presentar en el Plan Maestro.

- **(MA060)** ***Análisis de Representatividad Ecosistémico de las Áreas Protegidas Públicas y Privadas en Chile***. Patricio Pliscoff y Taryn Fuentes. 2008

  Este documento tiene como primer objetivo el identificar la representación actual del sistema de protección oficial existente y de

evaluar el aporte del resto de los sistemas de protección existentes en Chile. Con estos resultados desarrolla análisis de representatividad ecosistémica, utilizando para la parte terrestres a la vegetación zonal como descriptor de ecosistemas.

Del análisis realizado se identificaron déficit en la protección del escenario actual, además de la conocida baja representatividad del SNASPE (solo 85 de los 127 ecosistemas terrestres presentan menos del 10% de su superficie remanente actual bajo protección, 43 presentan menos del 1% y 30 no presentan cobertura del SNASPE), en el escenario actual se identifican 23 ecosistemas que no presentan ningún tipo de protección a nivel nacional.

Así mismo los autores concluyen en que debe ser un escenario público-privado el que logre suplir la deficiencia de representación principalmente en la zona costera del norte y en la zona interior de las regiones centrales. Identifican además la representación de cada sistema de protección y se señalan recomendaciones para el desarrollo de un nuevo Sistema de Protección de Áreas Protegidas.

Los antecedentes y conclusiones que contiene este documento entregarán elementos de análisis para establecer el estado de la conservación de la biodiversidad regional, como así mismo referirse a lineamientos generales de la solución de un eventual déficit de lo anterior.

- **Corporación Nacional Forestal**. www.conaf.cl

A través de su portal web la Corporación Nacional Forestal entrega información precisa, completa y actualizada sobre áreas silvestres protegidas por el estado. En esta se detalla la caracterización de cada unidad, en cuanto su superficie, especies, ubicación, entre otros antecedentes administrativos.

De lo anterior, la información disponible será una importante base para definir las superficies protegidas existentes en la Región del Maule.

- **(MA120) Anfibios de Chile, un desafío para la conservación**

  De los autores: Gabriel Lobos, Marcela Vidal, Claudio Correa, Antonieta Labra, Helen Díaz-Páez, Andrés Charrier, Felipe Rabanal, Sandra Díaz & Charif Tala. Profesionales del Ministerio del Medio Ambiente, Fundación Facultad de Ciencias Veterinarias y Pecuarias de la Universidad de Chile Red Chilena de Herpetología.

  En cuanto la conservación de anfibios, el texto especifica que Chile, con 63 especies de anfibios nativos, no está ajeno al contexto global al que se enfrentan los anfibios. Según el Reglamento para la Clasificación de Especies según Estado de Conservación que administra el Ministerio del Medio Ambiente, el 57% de las especies nativas han sido calificadas como amenazadas dentro de las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable. Los anfibios comparten junto con los peces de aguas continentales los mayores niveles de amenaza reportados hasta el momento.

  Frente a este escenario, nuestro país juega un rol fundamental, ya que un poco más del 60% de los anfibios que viven en Chile lo hacen exclusivamente dentro de nuestro territorio nacional, lo que nos convierte en responsables de su conservación a nivel mundial. Por eso es importante que nos hagamos cargo de la conservación de los anfibios y asumamos su cuidado como una responsabilidad y compromiso de todos.

  En el sentido de la información precisada en los párrafos anteriores, este texto permite profundizar sobre el conocimiento de los anfibios, pero por sobre todo, participar activamente en la conservación y protección de estas especies de Chile, un grupo fuertemente endémico, pero también uno de los más amenazados.

Se encuentra información sobre la biología, diversidad, valor ambiental y cultural de los anfibios, estado de conservación y amenazas, conocimiento generado en los últimos 15 años, acciones de conservación que se están desarrollando en nuestro país, así como una muestra de imágenes y texto relativo a algunas de las especies presentes en Chile.

De lo anterior se considera este documento producto que se entiende como un real aporte en el desarrollo del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión de los Anfibios de Chile, herramienta que entrega directrices para evitar la extinción de estas especies

- **(MA210)Plan de Recuperación, Conservación y Gestión de los Anfibios de Chile**

  Este plan tiene relación en que el año 2010, la Ley 20.417 crea la figura de Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies para aquellas especies clasificadas por el Reglamento para la Clasificación de Especies Silvestres, y le confiere al Ministerio del Medio Ambiente facultades para ejecutar programas de investigación, protección y conservación de la biodiversidad.

  El Reglamento que establece el procedimiento para elaborar dichos planes fue aprobado y expedido por Decreto Supremo N° 1 del Ministerio del Medio Ambiente, el 6 de enero de 2014. La promulgación de este decreto da inicio formal al procedimiento para la elaboración de los Planes de Recuperación, Conservación y Gestión de Especies y junto con ello, también comienza el funcionamiento del Comité de Planes, entidad que asesora y apoya al MMA en la formulación de los planes.

  De lo anterior, se compromete la revisión de los resultados del Plan referido, tanto a nivel nacional como a nivel regional.

- **(MA186)Aplicación de los criterios UICN en Chile**

  Mediante el documento "Aplicación de los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) para la

evaluación de riesgo de los ecosistemas terrestres de Chile", Informe Técnico elaborado por Patricio Pliscoff para el Ministerio del Medio Ambiente de Chile.

Del texto se desprende que la Lista Roja de Ecosistemas desarrollada por la Unión internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), busca establecer un estándar internacional para evaluar la condición de los ecosistemas a nivel local, nacional, regional y global. Esta iniciativa nace de la experiencia desarrollada en la lista roja de especies, que se ha transformado en una herramienta efectiva para la conservación y ha permitido el establecimiento de criterios frutos del consenso científico.

El modelo de la UICN se compone de cuatro grandes criterios de análisis de síntomas de riesgo de que el ecosistema pierda sus rasgos característicos. De estos cuatro criterios, dos se relacionan directamente con la distribución espacial del ecosistema. Estos son "reducción de la distribución" y "distribución restringida". Las otras dos categorías se relacionan con síntomas funcionales: el primero evalúa la degradación del ambiente abiótico y, el segundo, la alteración de procesos e interacciones biológicas. Además, cuenta con un quinto criterio relacionado a un modelo de estimaciones probabilísticas del riesgo de colapso de los ecosistemas (Keith et al, 2013).

Lo que el texto consigue es evaluar el estado de riesgo de los ecosistemas nacionales bajo la evaluación de los criterios mencionados en el párrafo anterior. Para esto el primer paso necesario fue la identificación de la unidad de análisis que se definirá como símil de ecosistema en el área a analizar. En el caso de Chile, se utilizó la clasificación de pisos de vegetación (Luebert & Pliscoff, 2006) para realizar este primer ejercicio, es decir, caracterizó todo Chile Continental en unidades ecosistémicas según un sistema de clasificación único, a una escala aproximada 1:100.000. Estas unidades están basadas en elementos físicos como el clima, el relieve y la composición botánica, lo que permite la identificación de distintas unidades con límites definidos.

Como parte de los resultados que expone el documento, se indica que la zona geográfica donde se concentran los ecosistemas terrestres que han sufrido una mayor pérdida de superficie natural en términos históricos como históricos-recientes (Aguayo et al. 2009, Armesto et al. 2010), coincide con el área que ha presentado la mayor dinámica de la cobertura natural y antrópica, siendo esta la zona de Chile Central ubicada entre la V Región de Valparaíso y la X Región de Los Lagos (Schulz et al. 2010, Hernández et al. 2015). También, dentro de esta área, los ecosistemas más amenazados, son los que se relacionan con la dinámica asociada al sector forestal, en los que se ha transformado fuertemente el paisaje del sector costero entre la VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins y la IX Región de la Araucanía (Echeverría et al. 2006, Echeverría et al. 2008, Altamirano y Lara 2010, Altamirano et al. 2013, Miranda et al. 2015). En relación a los criterios de funcionalidad, el único criterio evaluado se abordó desde la perspectiva de los efectos del cambio climático sobre la biota nativa. Respecto a este análisis, los resultados obtenidos presentan concordancia con las evaluaciones globales y nacionales para Chile, identificando a la zona central del país como el área más afectada por la disminución de las precipitaciones a mediano plazo (Vicuña et al. 2011, Quintana y Aceituno 2012).

- **(MA210) Plan de Recuperación Conservación y Gestión del Ruil**

  Este documento tiene relación con el comienzo del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión del Ruil. Así, se especifica que el Ministerio del Medio Ambiente (MMA) informa que mediante la Resolución Exenta N° 0107 del 12 de febrero de 2016 ha dado inicio al proceso de elaboración del Plan de Recuperación, Conservación y Gestión de Ruil, árbol declarado en Peligro. Además se ha abierto un período de información pública, durante el cual la ciudadanía podrá enviar por escrito, información de la especie, de sus amenazas, de las acciones de conservación que se estén realizando o cualquier otro antecedente o sugerencia pertinente para la conservación de la especie.

En el informe de diagnóstico se presentaran los avances, alcances y resultados a la fecha obtenidos por el Plan antes referido. Se consultará el estamento técnico responsable de esta iniciativa y se revisará bibliografía sobre la especie.

#### 2.3.7.5. Antecedentes SEIA

Como antecedente preliminar a lo comprometido, en este informe se entregan los antecedentes correspondientes al número de proyectos sometidos el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Para lo anterior se han levantado los listados desde la web del SEIA de las iniciativas sometidas desde el año 1992 hasta junio de 2016, cuyos resultados se presentan en la Tabla 2-60.

**Tabla 2-60 N° de iniciativas sometidas al SEIA 1992-2016**

| Sometimiento Iniciativas | N° | Porcentaje |
|---|---|---|
| DIAs Tramitación | 18 | 3% |
| DIAs Aprobados | 636 | 94% |
| EIAs Tramitación | 0 | 0% |
| EIAs Aprobados | 21 | 3% |
| **TOTAL** | **675** | **100%** |

*Fuente: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental 2016. http://www.sea.gob.cl/*

En Anexo 2-8 se entrega archivo con el listado de las iniciativas sometidas al SEIA, con detalle que indica las que se encuentran en tramitación y aquellas que cuentan con RCA.

De lo anterior se revisarán los siguientes documentos o fuentes de información.

- **(MA070)** ***Control y Seguimiento del Cumplimiento de Resoluciones de Calificación Ambiental***. Dirección General de Aguas. Departamento de Conservación y Protección de Recursos Hídricos. 2009.

  Este estudio se enmarcó dentro de los compromisos adquiridos en cada una de las RCA de proyectos donde la DGA ha tenido competencia

ambiental directa, respecto de la conservación y protección de los recursos hídricos, superficiales y subterráneos, teniendo como idea central levantar y conocer toda la información generada en el país desde el año 1997 hasta el 2009, en las variables ambientales que dicen relación con la competencia de la DGA, siendo necesario el análisis de la información levantada para cada proyecto.

Este documento si bien presenta desfase con los años de análisis propuesto para el Plan Maestro, su contenido permitirá establecer criterios de análisis y estructurar las conclusiones de la información obtenida directamente del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

- **(MA200) Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. 2005 al 2016.**

  El Plan Maestro, para su etapa de diagnóstico, compromete la revisión de las Declaraciones y Estudios de Impacto Ambiental, aprobados en la Región del Maule desde el año 2005 al 2016. Lo anterior permitirá levantar todos los compromisos establecidos por los titulares de proyectos en el marco de su sometimiento al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Esta información será presentada de manera sistematizada y se entregará perspectiva territorial a los compromisos establecidos, preferentemente a aquellos que tengan relación directa con los recursos hídricos.

- **(MA235) Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental**

  Se revisó la información de fiscalizaciones ambientales llevadas a cabo por la Superintendencia de Medio Ambiente de la Región del Maule, al día 09 de junio de 2016, identificándose un total de 1.560 procesos. Las tipologías de proyectos supervisados en la región corresponden a: agroindustrias (40%), saneamiento ambiental (19%), proyectos forestales (5%), de infraestructura hidráulica (3%), pesca y acuicultura

(2%), energía (1%), e instalación fabril, equipamiento, minería, vivienda e inmobiliarios (<1%). En la información disponible, un 29% no tiene asignada una categoría. En complemento, el 89% de las fiscalizaciones concluyó sin proceso sancionatorio (1.390). De los procesos sancionatorios (170), 113 se encuentran en curso o preinstrucción (7%), 33 se encuentran suspendidos (3%), 23 han terminado sin sanción (1%), y uno cuenta con resolución (0%).

En la tabla siguiente se presenta el resumen de los procesos de fiscalización llevados a cabo, por categoría de proyecto y resultado. El detalle de los procesos se incorporó en formato Excel dentro de los documentos revisados.

**Tabla 2-61 Resumen de procesos de fiscalización ambiental en la Región del Maule**

| Categoría | Resultado del proceso sancionatorio | | | | | | | Total | % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Terminado sin Sanción | En Preins-trucción | En Curso | Suspen-dido | Suspen-dido por PDC en Ejecución | Con Resolu-ción | Termi-nado sin Sanción | | |
| Agroindustrias | 499 | 17 | 72 | 9 | 0 | 0 | 23 | 620 | 40 |
| Instalación fabril | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 3 | 0 |
| Equipamiento | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 |
| Saneamiento Ambiental | 268 | 10 | 1 | 0 | 23 | 0 | 0 | 302 | 19 |
| Pesca y Acuicultura | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 30 | 2 |
| Infraestructura Hidráulica | 52 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 52 | 3 |
| Minería | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Vivienda e Inmobiliarios | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Forestal | 83 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 84 | 5 |
| Energía | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 1 |
| Otros | 446 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 457 | 29 |
| Total | 1.390 | 38 | 75 | 9 | 24 | 1 | 23 | 1.560 | 100 |

**Tabla 2-61 Resumen de procesos de fiscalización ambiental en la Región del Maule**

| Categoría | Resultado del proceso sancionatorio | | | | | | | Total | % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Terminado sin Sanción | En Preins-trucción | En Curso | Suspen-dido | Suspen-dido por PDC en Ejecución | Con Resolu-ción | Termi-nado sin Sanción | | |
| % | 89% | 2% | 5% | 1% | 2% | 0% | 1% | 100% | |

*Fuente: Elaboración propia a partir de antecedentes descargados de www.snifa.sma.gob.cl , revisado el 09 de junio de 2016.*

### 2.3.7.6. Estimación del caudal ecológico

La Dirección General de Aguas, DGA, en coherencia con la disposición transitoria del artículo 9 del Código de Aguas, es responsable de aplicar la política sobre la conservación y protección de las aguas. En el contexto de dicha política, la definición de caudales ecológicos es una de las materias más importantes relacionadas directamente con el uso de fuentes de aguas superficiales.

En conformidad con las directrices de la minuta CDPRH-DGA N° 267/2011, que "Establece criterios y Metodología para la Determinación de Caudal Ecológico en el Marco del SEIA", la DGA tiene dos instancias de evaluación de caudales ecológicos: una a través del proceso de constituciones de derechos de aprovechamiento de aguas superficiales (caudal ecológico mínimo), y otra a través de la evaluación ambiental de proyectos en el marco del SEIA (caudal ambiental).

En lo específico, dentro de sus atribuciones sectoriales, la DGA debe establecer caudales ecológicos mínimos al momento de constituir derechos de aprovechamiento de aguas, de acuerdo a lo establecido en el artículo 129 bis 1[1] de Código de Aguas y en el DS N° 71/2014, que modifica el DS N°

[1] Artículo 129 bis 1: "Al constituir los derechos de aprovechamiento de aguas, la Dirección General de Aguas velará por la preservación de la naturaleza y protección del medioambiente, debiendo para ello establecer un

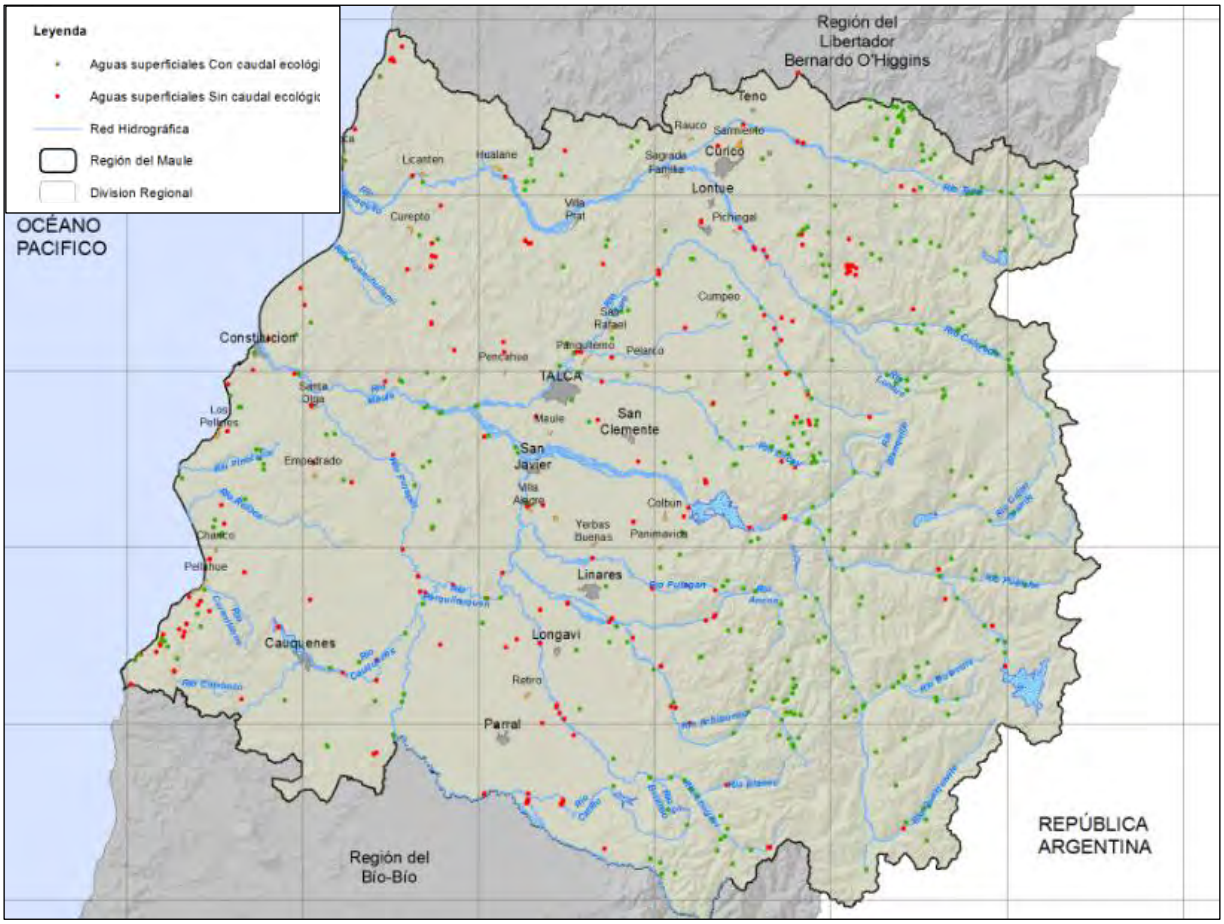
014/2012 del Ministerio de Medioambiente, que aprueba el Reglamento de Determinación del Caudal Ecológico Mínimo.

Sin perjuicio de lo anterior, la DGA participa, junto con otros organismos competentes, en la evaluación de proyectos que se someten al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), siendo la evaluación y determinación de caudales un aspecto relevante en un gran número de casos, tales como centrales hidroeléctricas y embalses de riego, teniendo presente que dicho concepto es más amplio que el cálculo del caudal ecológico mínimo, y que tiene por objeto mitigar algún efecto adverso significativo sobre algún elemento del ecosistema.

En base a lo anterior, la atribución de la DGA queda definida por sus competencias sobre los recursos hídricos y su vínculo inseparable con otras componentes ambientales, debiendo velar por que se establezca un caudal ambiental que asegure la mantención de la cantidad de los recursos hídricos y de las condiciones hidráulicas del escurrimiento que propician el resguardo de los elementos del ecosistema, incluido el medio humano, que se hayan identificado como impactados significativamente por un proyecto o actividad en el marco del SEIA.

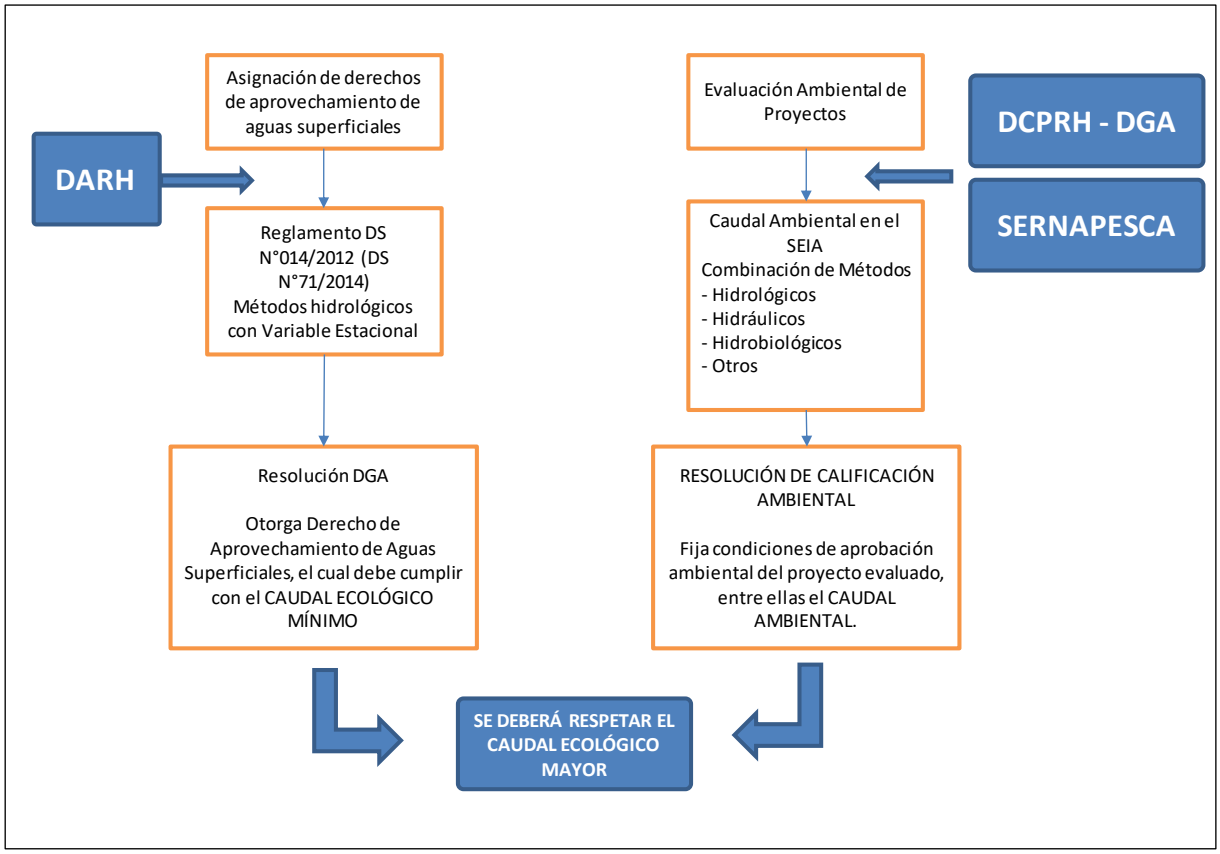
caudal ecológico mínimo, el cual sólo afectará a los nuevos derechos que se constituyan, para lo cual deberá considerar también las condiciones naturales pertinentes para cada fuente superficial".

## Figura 2-21 Captación de aguas superficiales




*Fuente: Elaboración Propia en bases al BPA, DGA 2015*

**Figura 2-22 Diagrama sobre caudal ecológico mínimo y caudal ambiental**




*Fuente Dirección General de Aguas*

Análisis de derechos de aprovechamiento de aguas concedidos en la región

Se descargó la base de datos de derechos de aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneos concedidos en la región, desde el sitio web de la Dirección General de Aguas. Esta base de datos, en formato Excel, da cuenta de un total de 7.932 derechos. De estos, 7.884 cuentan con atributos básicos como cuenca y naturaleza del agua (superficial o subterránea).

La tabla siguiente muestra la distribución de derechos de aprovechamiento de aguas de la región, distinguiendo entre aquellos con información suficiente (99,4%), superficiales y subterráneos (56% y 44% respectivamente), consuntivos, no consuntivos, y con y sin caudal ecológico.

Las estadísticas se refieren al número de derechos de aprovechamiento, no al caudal otorgado.

**Tabla 2-62 Cantidad de derechos de aprovechamiento de aguas concedidos en la región**

| Cantidad de derechos concedidos en la Región | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 7.932 | | | | |
| **Incompletos** | **Completos (Cuenca y naturaleza del agua)** | | | |
| 48 | 7.884 (99,4%) | | | |
| | **Subterráneos** | **Superficiales** | | |
| | 3.461 (43,9%) | 4.423 (56,1%) | | |
| | | **Consuntivo** | **No consuntivo** | |
| | | 3.820 (86,4%) | 603 (13,6 %) | |
| | | **Sin Q Eco** | **Con Q Eco** | **Sin Q Eco** | **Con Q Eco** |
| | | 3.507 | 313 | 59 | 544 |

*Fuente: Elaboración propia a partir de derechos de aprovechamiento de aguas concedidos por DGA*

De la tabla anterior se aprecia que la mayor parte de los derechos de aprovechamiento no consuntivos cuentan con asignación de caudal ecológico (90,2%), y en cambio sólo un 8,2% de los derechos de aprovechamiento cuenta con esta restricción.

En la tabla siguiente se presenta el detalle de los derechos de aprovechamiento superficiales otorgados para cada cuenca de la región, distinguiendo por uso (consuntivo y no consuntivo), y si tienen caudal ecológico asociado.

**Tabla 2-63 Derechos de aprovechamiento de aguas Otorgados en la región**

| Cuenca | SUPERFICIALES | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | No Consuntivo | | | Consuntivo | | |
| | Total | Con Qeco | % con Q Eco | Total | Con Qeco | % con Q Eco |
| Río Mataquito | 193 | 187 | 96,9% | 348 | 48 | 13,8% |
| Río Maule | 399 | 347 | 87,0% | 3.263 | 196 | 6% |

**Tabla 2-63 Derechos de aprovechamiento de aguas Otorgados en la región**

| Cuenca | SUPERFICIALES | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | No Consuntivo | | | Consuntivo | | |
| | Total | Con Qeco | % con Q Eco | Total | Con Qeco | % con Q Eco |
| Costeras entre limite Región y R. Mataquito | 0 | 0 | --- | 15 | 4 | 26,7% |
| Costeras Rapel-E. Nilahue | 0 | 0 | --- | 10 | 4 | 40% |
| Costeras Mataquito-Maule | 1 | 0 | 0% | 38 | 9 | 23,7% |
| Costeras Maule y Limite Región | 4 | 4 | 100% | 145 | 52 | 35,9% |
| Río Rapel | 6 | 6 | 100% | 1 | - | 0% |
| TOTAL | 603 | 544 | 90,2% | 3.820 | 313 | 8,2% |

*Fuente: Elaboración propia a partir de derechos de aprovechamiento de aguas concedidos por DGA*

De tabla anterior se tiene que la mayor parte de los derechos de aprovechamiento de agua superficiales se concentran en la cuenca del río Maule, y le sigue la cuenca del río Mataquito. Sin embargo, en el Maule la mayor parte de los derechos consuntivos no cuenta con asignación de caudal ecológico.

Además en este apartado se realizará revisión sobre el caudal ecológico en la región, como complemento a lo presentando en el capítulo correspondiente a análisis hídrico y poniendo énfasis en relacionar este caudal con la preservación de la biodiversidad en las fuentes naturales.

- **(MA231) Reglamento de Caudal Ecológico Mínimo**

  El Reglamento de Caudal Ecológico Mínimo fue elaborado en conjunto por el Ministerio de Obras Públicas y del Medio Ambiente, el cual tuvo como objetivo principal asegurar la biodiversidad. Se espera que el Reglamento entregue el marco que permita asegurar la preservación de la naturaleza y proteger el medio ambiente, a través de fijar una serie de criterios para el establecimiento del Caudal Ecológico Mínimo. Este documento menciona que el caudal ecológico no podrá ser superior a un 20% del caudal medio anual de la respectiva fuente superficial y en casos

calificados el Presidente de la República, previo informe del Ministerio del Medio Ambiente, podrá fijar caudales diferentes a un 20%, no pudiendo superar un 40%.

Agrega que cualquier persona (no sólo titulares de derechos de agua) podrá solicitar la declaración del Caudal Ecológico Mínimo en una fuente superficial. Del mismo modo, la Dirección General de Aguas podrá fijarlo en aquellos casos que considere pertinente, a diferencia de lo que sucede actualmente, pues sólo se establece habiendo solicitudes de derechos involucradas.

- **(MA232) Reforma Constitucional al Código de Aguas**

  El Gobierno ha presentado una reforma al Código de Aguas vigente. Éste se encuentra, actualmente, en discusión en la Comisión de Recursos Hídricos y Desertificación de la Cámara de Diputados de Chile. Entre otros objetivos, lo que se persigue es modificar el concepto de derechos de aprovechamiento de aguas, limitar su uso, darles un carácter temporal a los derechos a particulares, limitar algunos derechos en situaciones especiales, como por ejemplo, temporadas de sequía, establecer causales de caducidad, facilitar la intervención de las cuencas por el Estado y reformar el sistema de pago de patente por no uso.

  Sobre esta modificación se presentará un análisis en la forma y fondo respecto a las medidas a considerar para la protección de la biodiversidad acuática.

- **(MA233)Introducción al Cálculo de Caudales Ecológicos Endesa Chile, Un análisis de las tendencias actuales**

  Bajo la normativa descrita, el presente documento analiza las observaciones efectuadas por la Autoridad a las propuestas de caudal ecológico de cuatro proyectos hidroeléctricos de Chile (tres aprobados y uno en proceso). Los resultados indican lo siguiente: a) Las "megacentrales" reciben menos observaciones a sus estimaciones de

caudal ecológico (Qeco) que las centrales medianas o pequeñas. Es probable que mientras menos agua disponible tenga el titular, éste trate de optimizarla, estableciendo menos Qeco en virtud de turbinar mayor volumen de agua; b) Existe una relación inversa entre el caudal que el Titular destine a Qeco, con la cantidad de observaciones que emite la Autoridad al respecto, lo que –finalmente- repercute en la duración del proceso de evaluación ambiental; c) El análisis de 160 observaciones efectuadas por la Autoridad a los estudios de Qeco de los cuatro proyectos estudiados, indica que corresponden básicamente a trece tipos. De ellas, siete presentan una frecuencia mayor a 5%, además, requieren tiempo y recursos para ser aclaradas. Otras seis, presentan frecuencia menor a 5% y requieren pocos recursos y tiempo. El porcentaje en el cual se presentan estas observaciones tipo ("difíciles" o "fáciles"), aumenta o disminuye según el modelo empleado por el Titular para definir Qeco; y d) La Autoridad es más afín a la propuesta del titular, cuando los métodos para definir Qeco se basan en las sugerencias de la DGA.

Junto a lo anterior, el documento revisa situaciones similares a Chile, donde se analiza la realidad norteamericana. El modelo PHABSIM (que aporta información al modelo IFIM), es el más empleado en los Estados de Washington y California, cuyas características climáticas e hidrológicas se asemejan a las de la zona centro y sur de Chile.

- **(MA200)** ***Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. 2005 al 2016*****.**

  Relativo al caudal ecológico se compromete la revisión de las Declaraciones y Estudios de Impacto Ambiental, aprobados en la Región del Maule desde el año 2005 al 2016. Lo anterior permitirá revisar criterios empleados de parte de los titulares en cuanto a la estimación del Caudal Ecológico, así como conocer en detalle la real preocupación en su estimación en cuanto a la conservación de la biodiversidad.

Lo anterior se complementará con revisar las fiscalizaciones sobre los compromisos adquiridos y el grado de (in)cumplimiento ejecutado.

- **(RH050)** ***Evaluación de Los Recursos Hídricos Superficiales de la Cuenca del Río Maule*****.** Dirección Regional de Maule, VII Región Departamento Administración de Recursos Hídricos, DGA. 2005.

  El objetivo de estudio es determinar en forma global y detallada, a nivel de cuenca y subcuencas, la situación en que se encuentra la disponibilidad de recursos hídricos de la Cuenca del río Maule. Se hace hincapié en señalar que los alcances de este estudio es determinar la disponibilidad de recursos hídricos en la cuenca de río Maule y servir como herramienta de apoyo en la resolución de solicitudes de derechos de aprovechamiento de aguas superficiales. De lo anterior se desprende que para acceder a una solicitud en particular, es necesario que ésta se encuentre técnica y legalmente correcta y que además exista el recurso solicitado a nivel de la captación estudiada.

  Sobre el caudal ecológico a respetar en cada una de las subcuencas consideradas, se revisa información disponible en Minutas o Informes Técnicos anteriores. En el caso en que no se tenía registro de ellos, se procede a determinar el caudal ecológico de acuerdo a lo señalado en el Manual de Normas y Procedimientos para la Administración de Recursos Hídricos, lo cual es referencia importante para los alcances de la caracterización que persigue el Plan Maestro, sobre todo en el ámbito de entregar los caudales definidos para los principales cauces de la Región del Maule.

- **(MA185) Experiencia en el Establecimiento de Caudales Ambientales en Chile.** Francisco Javier Riestra Miranda, Biólogo Universidad de Valparaíso, Diplomado en Planificación Ambiental de Proyectos – PUC.

Esta presentación será revisada y analizada como guía para profundizar sobre el caudal ambiental en la región del Maule. Se hará hincapié en el análisis en la Metodología Guía Caudales Ambientales para Determinar Caudales Ambientales para Centrales Hidroeléctricas en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. Junto a lo anterior, se revisará además el Reglamento para la Determinación del Caudal Ecológico Mínimo, elaborado en forma conjunta por los Ministerios de Obras Públicas y del Medio Ambiente.

Este reglamento fija una serie de criterios para el establecimiento del Caudal Ecológico Mínimo que será aplicado a los nuevos derechos de aprovechamiento en fuentes superficiales, permitiendo asegurar la diversidad biológica y la preservación del patrimonio ambiental del país. De acuerdo con el documento, el Caudal Mínimo Ecológico no podrá ser superior a un 20% del caudal medio anual de la respectiva fuente superficial y en casos calificados el Presidente de la República, previo informe del Ministerio del Medio Ambiente, podrá fijar caudales diferentes a un 20%, no pudiendo superar un 40%.

Además el texto establece que cualquier persona -no sólo titulares de derechos de agua- podrá solicitar la declaración del Caudal Ecológico Mínimo en una fuente superficial. Del mismo modo, la Dirección General de Aguas podrá fijarlo en aquellos casos que considere pertinente, a diferencia de lo que sucede actualmente, pues sólo se establece habiendo solicitudes de derechos involucradas.

- **(MA161) Determinación de Caudales Ecológicos en Cuencas con Fauna Íctica Nativa y en Estado de Conservación.** Realizado por Centro de Ecología Aplicada Ltda. el año 2008.
  Este informe propone un modelo conceptual para determinar el caudal ecológico de un río incorporando un enfoque multiescalado y jerárquico. En esta metodología se consideran cuatro escalas de análisis: i) Hidroecoregiones, definida por condiciones climáticas e hidrológicas específicas; ii) Sistema, definido por el río en toda su extensión; iii) Tramo de río, definido por la presencia de Áreas con Importancia Ambiental (AIA) y iv) Sección, definido por áreas donde se realiza el

control local de los requerimientos de caudal por cada AIA. Se agrega que el caudal ecológico en un tramo de río quedará definido de este modo por la AIA que presente el requerimiento más elevado de caudal. Y esta AIA con el requerimiento máximo no sería necesariamente estática, por lo que podría variar en el tiempo y el espacio.

De lo revisado los autores obtienen siete Hidroecoregiones definidas (Altiplano, Loa − Camarones, Copiapó, Elqui, Aconcagua − Rapel, Biobío − Valdivia y Aysén), las cuales describen de buena forma los patrones regionales de calidad de agua y fauna íctica, debido a la alta congruencia entre las Hidrozonas con la presencia de peces nativos (Ecozonas). Se plantea que cada una de las Hidroecoregiones debiera tener planes de acción propios y distintivos enfocados a las variables ambientales más importantes. Además, la escala de Hidroecorregión podría utilizarse como referencia de cambio de una cuenca, para proyectos futuros y algunos que ya hayan tenido impactos significativos. La metodología propuesta en este estudio y las Hidroecoregiones identificadas pueden ser aplicadas directamente a las necesidades inmediatas de los diferentes organismos del Estado, incluyendo el desarrollo de criterios y de estándares biológicos de calidad de agua y el establecimiento de metas para la gestión de la contaminación y conservación de especies hidrobiológicas.

En lo medular, lo que este documento plantea es un procedimiento para estimar el caudal mínimo ecológico, el cual considera incorporar la totalidad de los bienes y servicios ecosistémicos que presenta un río o tramo específico, los cuales son el resultado de procesos evolutivos en el caso de los AIE y del crecimiento de comunidades locales en sus riberas. Ambas alcanzan coherencia estructural y funcional con las características hidrológicas de los ríos.

#### 2.3.7.7. Conclusiones

La Región del Maule posee una variada geografía y con ello destaca por su diversidad de ecosistemas. Así mismo, la región se caracteriza por su vocación productiva, actividades económicas y sociales que inevitablemente

han dejado huellas negativas en su medio natural, generando problemas ambientales que han tenido repercusión en su comunidad.

En cuanto sus recursos naturales, la distribución de la flora en las formaciones vegetales se destaca el Bosque Caducifolio de la Montaña como la formación vegetal con la mayor diversidad florística, con 427 especies. El Bosque Caducifolio Maulino presenta 347 especies. La Estepa Altoandina del Maule cuenta con 113 especies. En tanto las restantes formaciones vegetales regionales presentan un número mucho menor de especies. El estado que presenta la flora en la región indica que hay dos especies en peligro, cuatro en estado vulnerable y cinco calificadas como raras. En lo referente a la fauna, del total de 277 especies nativas de la región, 83 están mencionadas en el Libro Rojo de Fauna Terrestre de Chile (CONAF, 1993); de ellas 81 están en alguna categoría de amenaza y dos especies (un ave y un mamífero) están fuera de peligro. Esto entrega como resultado que un 29% de especies están amenazadas. Del total de especies nativas que habitan en la región, 33 son endémicas de Chile, lo que implica un 12% de endemismo. De ellas, once corresponden a peces, seis son anfibios, ocho son reptiles, seis son aves y dos son mamíferos.

Sobre Áreas Silvestres Protegidas (SNASPE), la Región del Maule presenta siete áreas silvestres protegidas con la categoría de reservas nacionales, las que comprenden 187,2 km2 de extensión, considerando que la superficie total de la región es de 30.518 km2, se observa que sólo un 0,6% de la zona está bajo protección. En lo referente al medio marino, la Región del Maule posee un ecosistema costero de una alta productividad biológica, existiendo una alta disponibilidad de costa con bajo esfuerzo pesquero, lo que presenta una alta oportunidad para un mayor desarrollo de la pesca tanto artesanal como industrial en la región.

En lo que respecta a la contaminación del suelo con residuos organoclorados (OC), se revisa que para los suelos aluviales de los valles de Teno, Lontué y Maule, la presencia de OC alcanza un 71 %, lo cual se refiere a un impacto necesario de abordar.

Sobre los recursos hídricos, las dos cuencas que componen la región presentan situaciones bastante disimiles. El río Mataquito, a pesar de no presentar menores regulaciones satisface las demandas que en su mayor parte son agrícolas. Los efluentes principales de los ríos Mataquito, Teno y Lontué, presentan una buena calidad físico - química en general, con bajos niveles de metales y sales disueltas. La conductividad es reducida y la condición de las aguas es ligeramente alcalina. El río Maule, a diferencia del anterior se encuentre casi totalmente regulado, siendo uno de los sectores con los mayores desarrollos hidroeléctricos del país. Dado que también tiene una importante demanda agrícola, es uno de los ríos que presenta mayores problemas, debido al desfase que tienen en el tiempo ambas demandas. La cuenca del río Maule presenta en toda su extensión una muy buena calidad físico - química, con muy bajos niveles de salinidad, especialmente cloruros, lo que se traduce en conductividades muy reducidas.

Los más importantes centros urbanos de la región (Talca, Curicó, Linares y Cauquenes) se constituyen en las principales fuentes generadores de residuos urbanos, principalmente de residuos sólidos domiciliarios, provenientes de la construcción y de ferias libres. Destaca además que Talca, Curicó y Teno, son parte del total de ciudades consideradas en la estrategia de descontaminación 2014-2018.

De los documentos revisados, y los cuales serán profundizados para la entrega del diagnóstico medio ambiental de la región del Maule, destacan los siguientes aspectos como relevantes:

- Pérdida de suelos por erosión.
- Falta de información actualizada referente al recurso suelo. También destaca la pérdida de suelos agrícolas por expansión urbana y la pérdida de terrenos agrícolas por avance de dunas en el litoral de la región.
- Carencia de información referente a calidad del aire en los principales centros urbanos de la región.
- Descargas de aguas servidas y riles en cursos superficiales y en el medio marino.

- La importante presión que existe sobre los recursos hídricos, ya sea para uso agrícola y/o de generación eléctrica. Esto se traduce en la imposibilidad del agua de sostener los ecosistemas que dependen directamente de este recurso.
- Los lugares de disposición final de los residuos sólidos que poseen la categoría de vertedero, tienen fuertes problemas ambientales por escurrimiento de líquidos percolados y contaminación de aguas subterráneas.

De lo expuesto, se considera a la región del Maule como un territorio de importancia vital para el cuidado de los recursos naturales a nivel nacional, considerando que se ubica en una zona de transición bioclimática entre clima mediterráneo y templado lluvioso, generando características especiales de expresión biótica (ecotonos) con alto endemismo. Esto cobra importancia cuando se considera la vocación productiva de la región, actividades que están generando alta presión sobre sus ecosistemas, por lo cual se hace necesario que la región cuente con planificación estratégica que defina el equilibrio entre las superficies silvestres y las actividades y zonas de destino productivo.

### 2.3.8. Análisis de Eventos Extremos

La experiencia nacional demuestra la necesidad de la previsión y mitigación de los eventos extremos en todo el territorio. El impacto de los desastres naturales como terremotos, sequias, inundaciones, incendios, deslizamientos etc., son constantes en todo Chile.

La protección civil en Chile esta ejercida por un sistema integrado de Organismos, Servicios e Instituciones, tanto del sector público como privado, además de las entidades voluntarias, bajo la coordinación de Ministerio del Interior a través de la Oficina Nacional de Emergencia, ONEMI. Por lo tanto no existe un único organismo público encargado de la gestión a

nivel de riesgo, es la ONEMI el ente encargado de promover la gestión del riesgo a nivel nacional.

Actualmente este Sistema no se encarga solo del socorro, sino también de la Prevención, como suspensión del evento; la Mitigación, para reducir al máximo el impacto de un evento destructivo; la Preparación adecuada, mediante Planes concretos de respuesta; ejercitación y clara información, para responder eficaz y eficientemente cuando una emergencia o desastre no ha podido evitarse.

La coordinación de los organismos se hace efectiva con la creación del Comité de Protección Civil. Su convocatoria es amplia, estando representada por las instancias sectoriales, técnicas, científicas de servicios y comunitarias bajo la dirección de la autoridad respectiva. En el caso de estar frente al evento extremo se establece el Comité de Operaciones de Emergencias para la disminución de pérdidas humanas y otros daños.

En este apartado se realiza una recopilación de Planes y Programas relativos a la prevención y mitigación de eventos extremos, y seguidamente una recopilación de estudios e informes sobre acciones de eventos extremos, como son las crecidas y sequias.

#### 2.3.8.1. Planes y Programas en prevención y mitigación ante eventos extremos.

Según la Ley 20.304 del Ministerio de Obras Públicas del 2008, se definió el concepto de embalse de control para crecidas fluviales. El concepto consiste en la capacidad del embalse para absorber la crecida prevista. Para ello la DGA, ONEMI y Dirección Meteorológica con Endesa y Colbún firmaron un protocolo de coordinación para este fin. Con la firma del protocolo "Entrega de Información y Comunicación de Declaratorias de Alerta de Crecidas y Otras Medidas Para la Ley de Embalse N° 20.304" acuerdan el contenido y los mecanismos para la entrega de información y/o datos entre los citados interesados. Permitirá adoptar medidas preventivas destinadas a evitar o mitigar desastres.

Los artículos 304, 314, y 315 del código de Aguas describen con mayor detalle las atribuciones de la DGA en el ámbito de crecidas, inundaciones y sequias.

Los documentos recopilados relativos a mitigación, prevención y respuesta ante eventos extremos de interés para el informe son:

- **(EX020)** ***Plan Nacional de Protección Civil.*** Ministerio del Interior, 2002

El objetivo del documento es disponer de una planificación multisectorial en materia de Protección Civil destinada al desarrollo de acciones permanentes para la prevención y atención de emergencias y/o desastres en el país.

Estructura la gestión que debe seguir cada nivel jurisdiccional -comuna, provincia, región o país- con el Comité de Protección Civil, Comité de Operaciones de Emergencia. Las reuniones de protección civil serán presididas por el Ministro del Interior, Intendente, Gobernador o Alcalde en sus correspondientes niveles, cada uno asesorado técnicamente por el director de protección civil y emergencia respectivo, con coordinador ejecutivo de todo el proceso.

La metodología a utilizar está indicada en el documento con los mínimos puntos a seguir, e incluye un análisis histórico, investigación empírica, discusión, elaboración de mapas y cartografías y planificación en Protección Civil. De acuerdo al tipo de desastres, de manifestación lenta o súbita, se indican los procedimientos establecidos.

- **(EX030)** ***Protocolo ONEMI-DGA,*** ONEMI-DGA, 2014

El Protocolo busca establecer los mecanismos de comunicación para la declaración de alerta de crecidas de ríos y lagos, con el objetivo de adoptar las medidas necesarias preventivas y de mitigación.

El Protocolo define los niveles de responsabilidades de la ONEMI y DGA en el momento de actuar. La DGA debe evaluar y determinar aumentos en los

niveles de agua y consecutivamente informar a la ONEMI, que será responsable de recopilar e informar a las Direcciones Regionales. Se detallan los procesos de alerta y los medios de comunicación para estas acciones.

El Protocolo incluye los umbrales de emergencia de cada estación de monitoreo de la nación. Estos umbrales también se encuentran en la página web oficial de la DGA, para estaciones fluviométricas, pluviometrías o control de embalses.

- **(EX050)** ***Política Nacional de para la Gestión de Riesgo de Desastres***. ONEMI, 2015

Documento que permite desarrollar una gestión integral del riesgo de desastres donde se articulen la política general con las políticas transversales y las políticas sectoriales, y en donde se lleven a cabo las acciones de prevención, respuesta y recuperación ante desastres, dentro del marco del desarrollo sustentable.

Se detallan los ejes estratégicos que son:

- Fortalecimiento Institucional
- Fortalecimiento de la cultura de la prevención y el autoaseguramiento
- Reducción de los factores subyacentes del riesgo
- Fortalecimiento de la Preparación ante los Desastres para lograr una respuesta eficaz

- **(EX070)** ***Plan Regional de Emergencia.*** ONEMI Región Maule, 2015

Pretende potenciar las capacidades preventivas, sin descuidar el continuo perfeccionamiento de las actividades de preparación, atención de emergencias y desastres; constituyéndose en un instrumento indicativo para la realidades particulares de la región. No contiene procedimientos concretos destinados a enfrentar diferentes eventos adversos, sino que

contiene de manera ordenada y organizada los procedimientos, sistemas de alcance, roles y funciones delimitadas y definición de recursos humanos, técnicos y financieros de un accidente, emergencia, desastre o catástrofe.

No obstante, el 15 de febrero de 2012, la Dirección General de Aguas (DGA) junto con la ONEMI firmaron un protocolo a nivel nacional denominado "Declaración de Alerta de Crecidas y Otras Medidas", con el que se pretende establecer el mecanismo de comunicación, para la declaración de alerta de crecidas de ríos y lagos, con el objetivo de adoptar oportunamente las medidas preventivas, destinadas a impedir o mitigar los riesgos asociados a estas crecidas de los cauces de aguas por razones climáticas.

El Plan Regional de Emergencia es un instrumento para la gestión de emergencias en el nivel regional y constituye uno de los pilares en la gestión integral en el manejo de riesgo y reducción de desastres. Contiene los siguientes puntos en el ámbito de gestión:

- *Respuesta técnica Operativa.* El Comité de Operaciones de Emergencia se constituye cuando se registran emergencias, desastres o catástrofes en su respectiva área jurisdiccional. Estos representan a las entidades, organismos y servicios del servicio de Protección Civil cuyos recursos humanos, técnicos y materiales sean necesarios de coordinar. De esta forma la autoridad competente (intendente Regional, Gobernador Provincial) dispondrá de un Centro de Operaciones de Emergencia, centro físico de coordinación. Frente a eventos extremos un organismo o institución deberá emitir un informe normado (informe alfa) al Centro de Alerta Temprana CAT-Maule.

  En el documento se describen los niveles de alerta: Alerta Temprana Preventiva, Alerta Amarilla y Alerta Roja, detallando quien propone cada alerta, quién la resuelve y quién la difunde.

- *Respuesta táctica*. En ese punto se exponen los roles y funciones del COE Regional, el procedimiento de convocatoria del COE y los procedimientos de información pública. Describe los requerimientos de recursos financieros destinados a las intendencias regionales y del proceso que deben llevar.

En base a este documento se forman los Planes de Emergencia Provinciales y Comunales, que se detallan más abajo.

- **(EX120)** ***Plan Invierno Gestión Regional*****.** ONEMI Región del Maule, 2015

De acuerdo a los modelos numéricos y a distintos indicadores se realiza una proyección de las zonas de riesgo para el invierno 2015 en la Región. Se describen los puntos críticos según sean de riesgo bajo, medio, alto, o muy alto. Las posibles amenazas analizadas son acumulación de nieve, anegamientos, desborde de cursos de agua, deslizamientos, aluviones, erosión, interrupción de caminos, rodados, socavamientos, vientos.

Según este análisis se obtiene un número de puntos críticos; para el año 2015 fueron 469, de los cuales 34 eran de muy alto riesgo.

#### 2.3.8.2. Planes de Emergencia Provinciales.

Las Gobernaciones Provinciales han creado "Planes de Emergencia Provincial" en las cuatro provincias de la Región. Contienen aspectos preventivos, de mitigación, de preparación y alerta temprana de acuerdo al Decreto Supremo de Interior Nº 156 del 12 en marzo de 2002.

El objetivo general de estos Planes Provinciales es establecer normas, procedimientos y niveles de coordinación y responsabilidad de los diferentes estamentos públicos y privados, así como, de autoridades civiles, de orden y seguridad, para que en conjunto estructuren un plan preconcebido y con mando único, que permita brindar una respuesta oportuna y satisfactoria a la población, en la probabilidad que suceda una catástrofe que afecte a parte o la Provincia en general, actuando antes (prevención), durante y después de una situación de Emergencia.

El Gobierno Regional asume el control y administración de los recursos de la Región, cuando las urgencias, exigencias y atención de los efectos de la catástrofe superen la capacidad de acción y mitigación de las comunas afectadas. En tal caso, la decisión recae sobre la figura del Intendente

Regional quien debe decidir de acuerdo a los antecedentes y primeras evaluaciones que entreguen las Autoridades Locales.

- **(EX040*) Plan de emergencia provincial Curicó***. Gobierno Provincial Curicó, 2014

Establece el ámbito general de coordinación entre los distintos sectores y actores delimitando las responsabilidades tanto políticas, legales, científicas, técnicas, operativas y del Sistema Provincial de Protección civil; en cada una de las etapas del manejo de riesgos.

El documento pretende normalizar los elementos básicos a considerar en un Plan de Respuesta ante situaciones de emergencia o desastre y restablecer la normalidad si ella es alterada por fuerza mayor.

Detectada una situación de emergencia que amenace la población por catástrofe, y evaluada por parte de los servicios competentes en conjunto con la autoridad comunal, se establecerá contacto a través de la Gobernación Provincial de Curicó con la Intendencia Regional, instancia que se coordinara con la ONEMI.

Para ello el Plan Provincial contiene una serie herramientas útiles de información y gestión.

- Roles y funciones del COE Regional
- Plan de enlace COE con la Gobernación Provincial
- Diagramas de flujo de respuesta según Variables de Riesgo
- Plan de enlace del sistema de Protección Civil

- **(EX080) *Plan de Emergencia Provincial Cauquenes.*** Gobierno Provincial Cauquenes, 2015

El documento detalla las actividades de servicios públicos y privados de la provincia, respecto a planificación, organización, fiscalización, dirección, y control de las actividades de emergencias.

Las tareas de la Oficina Provincial de Emergencias, con responsable el Director Provincial de Protección Civil y Emergencia, son:

- Mantener permanentemente actualizado el Plan Provincial de Emergencia.
- Remitir a todos los organismos públicos y privados de la Provincia, el plan debidamente actualizado.
- Exponer y coordinar el presente Plan ante quienes tengan competencia sobre este a nivel Provincial.
- Deberá estar permanentemente preparado para exponer el presente Plan, cuando sea requerido por la Autoridad.
- Implementar, centralizar, analizar, canalizar y distribuir la información, ante, durante y después de una emergencia.
- Controlar el fiel cumplimiento actividades asignadas a las diferentes secciones a nivel provincial.
- Coordinar y homogenizar políticas de acción con los Jefes Comunales de Emergencia y jefes de servicio
- Cumplir cualquier otra obligación que le impartan sus superiores jerárquicos.
- Elaborar formularios de recursos disponibles de la Provincia.
- Elaborar el estado de situación de la Provincial.

Este Plan Provincial detalla capítulos de Prevención, abastecimiento, difusión, unidad publica, seguridad y orden público, salud pública, albergue, telecomunicaciones, evaluación, movilización, transporte, ayuda y asistencia social, vivienda e infraestructura.

- **(EX090*) Plan de Emergencia Provincial Linares*.** Gobierno Provincial Linares, 2015

Se establece en el documento la organización de mando y coordinación donde se asegura la coordinación de acciones en el control de emergencia con el Comité Operativo de Emergencia (COE) y sus constituyentes.

La Metodología a desarrollar en base a la identificación de los riesgos y recursos de la unidad geográfica debe ser al menos la siguiente:

- Análisis Histórico: Recopilación de eventos de emergencia, registros, con sus respectivos impactos
- Investigación Empírica: Estudios, análisis técnicos y científicos, visitas en terreno
- Discusión: Para priorizar participativamente las amenazas vulnerabilidad y recursos
- Elaboración de planos o mapas: identificación riesgos y recursos para prevención y respuesta
- Planificación de la Gestión: de Prevención , respuesta y rehabilitación

- **(EX100)** ***Plan de Emergencia Provincial Talca***. Gobierno Provincial Talca,2015

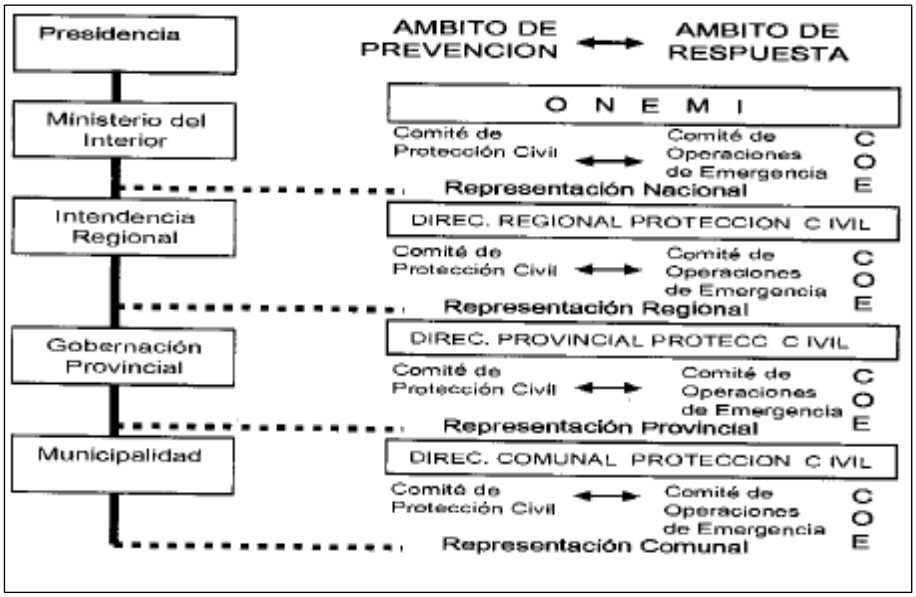
El documento se estructura del marco de aplicación del Plan de Emergencia donde se marcan los objetivos a nivel Provincial organización del mando, participación y coordinación Regional que define la Provincia. También se muestra los procedimientos administrativos y financieros.

Los objetivos que marca el Plan Provincial de Talca se resumen en los siguientes puntos:

- Asegurar que los Planes Comunales, Provinciales y Regionales no se interrumpan
- Restablecer la normalidad por causas de fuerza mayor
- Arbitrar medidas de prevención mediante la educación
- Disponer por parte de las autoridades de gobierno de un sistema que les permita la prevención y control de las catástrofes, sin crear nuevos organismos y utilizando coordinadamente los recursos humanos y materiales existentes.
- Contar con los medios previstos y que la planificación sea antes del evento.

La organización de mando cae en la Dirección Regional de Emergencias, pero a nivel Comunal y Provincial deben nominar a un director Provincial y/o Comunal.

**Figura 2-23 Niveles de reacción y respuesta por todos los niveles de participación**




*Fuente: Plan de Emergencia Provincia de Talca, 2015*

Además los Planes Provinciales se complementan con los propios Planes Comunales. Estos tiene su propia estructura pero con las mismas base general. Entre las responsabilidades de los comités Comunales se encuentran:

- Mantener permanentemente en estado operacional Cuadrillas de Emergencia, que permitan atender con oportunidad y eficiencia, cualquier estado de catástrofe a que sea sometida su comuna.
- Mantendrá un catastro actualizado de todos los albergues susceptible de ser ocupado en un estado de emergencia, coordinado con los responsables de estos su disponibilidad y capacidad.
- Preverá mantener convenios abiertos y vigentes con la Empresa de alimentos, para una vez producida la emergencia empiece a regir la distribución, conforme a lo planificado.
- Mantendrá un stock mínimo de elementos de abrigo y para habilitar albergues.

- Preverá efectuar convenios abiertos y vigentes con casa comerciales que expendan alimentos, para cubrir las necesidades de personal damnificado que no permanezca en albergues.
- Remitir su planificación al Comité Provincial de Emergencia con un plazo no superior a 30 días después de recibido el presente Plan, conforme a las responsabilidades atingentes a sus funciones específicas.

2.3.8.3. Sequias. Declaración de zonas de escases.

La DGA a través de los Decretos de declaración zona de escasez informa de los puntos de la Nación con dificultades en la escasez hídrica. Estos quedan registrados para la región como se detalla en la Tabla 2-64 Listado de Decretos de escasez por la DGA en la Región del Maule.

**Tabla 2-64 Listado de Decretos de escasez por la DGA en la Región de Maule**

| Año | Decreto | Fecha de Caducidad | Cuenca/Comuna/Provincia |
|---|---|---|---|
| **2008** | N°134 de 5 de febrero de 2008 | 6 de agosto de 2008 | Cuenca del río Quilimarí y cuenca del río Mataquito |
| **2008** | N°153 de 15 de febrero de 2008 | 15 de agosto de 2008 | Cuenca de los esteros Canela y Pupío en la provincia de Choapa; las cuencas de los ríos y esteros de la comuna de Zapallar; de los esteros Huaquén y Los Molles en la provincia de Petorca; las cuencas de los ríos y esteros de las comunas de Alhué y Melipilla; las cuencas de los ríos y esteros de las comunas de Colina y Til-Til; la cuenca del río Putagán en la provincia de Linares y la cuenca del río Renegado en la provincia de Ñuble |
| **2011** | N°161, 25 feb de 2011 | 25 de agosto de 2011 | Cuenca del río Mataquito |
| **2011** | N°162, 25 feb de 2011 | 25 de agosto de 2011 | Comuna de San Javier y Provincia de Cauquenes |

| Tabla 2-64 Listado de Decretos de escasez por la DGA en la Región de Maule | | | |
|---|---|---|---|
| **Año** | **Decreto** | **Fecha de Caducidad** | **Cuenca/Comuna/Provincia** |
| **2011** | N°187, 13 de abril de 2011 | 13 de octubre de 2011 | Cuenca del río Purapel |
| **2012** | N°339, de 29 de noviembre de 2012 | 29 de mayo de 2013 | Comuna de Vichuquén |
| **2013** | N° 291, de 21 de octubre de 2013 | 21 de abril de 2014 | Comuna de Vichuquén |
| **2014** | N°147 de 13 de febrero de 2014 | 13 de agosto de 2014 | Comunas de: Pelluhue, Chanco, Cauquenes, Curepto, San Javier, Empedrano, Constitución, Pencahue, Licantén, Rauco, Sagrada Familia y Hualañé. |
| **2014** | N°155 de 27 de febrero de 2014 | 27 de agosto de 2014 | Comunas de: San Clemente, Pelarco, Río Claro, San Rafael, Talca, Maule, Colbún, Yerbas Buenas, Villa Alegre, Linares y Longaví |
| **2015** | N° 225 de 5 de agosto de 2015 | 5 de febrero de 2016 | Provincias de Talca, Cauquenes, Curicó y Linares |

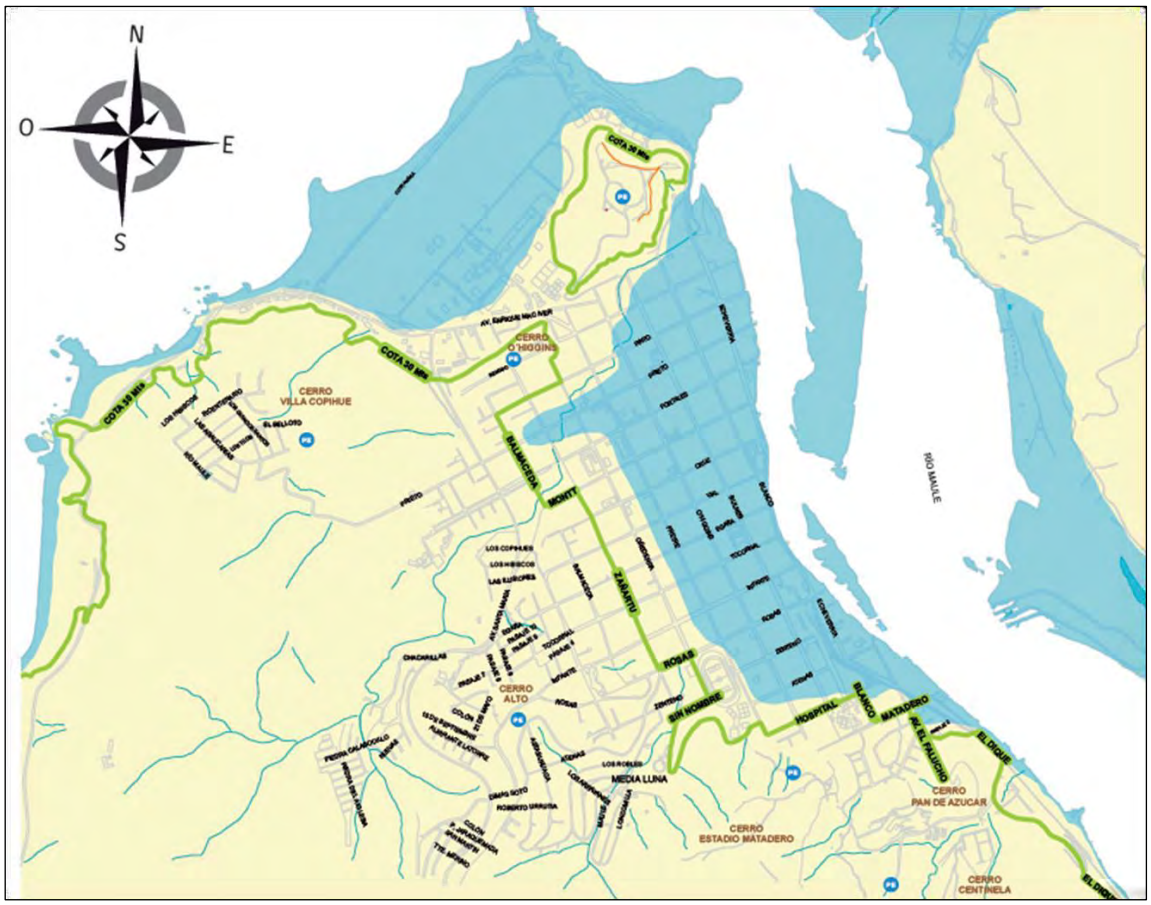
*Fuente: www.dga.cl, 2016*

Las zonas anteriormente señaladas fueron declaradas como zonas de escasez por un período de seis meses, no prorrogables, a contar desde la fecha de la publicación del decreto. La DGA realiza distribuciones para reducir los daños por la escasez de agua según el artículo 314 del Código de Aguas.

### 2.3.8.4. Análisis de Crecidas y Sequias.

La región registra zonas de inundación como se detallan en distintos instrumentos de planificación como los Planes de Desarrollo Comunal (PLADECO) o los Planes Reguladores Comunales (PRC). Es el ejemplo de la Comuna de Constitución incorpora en su PLADECO zonas de mayor riesgo por inundaciones debidos a Tsunamis o desborde del cauce natural.

**Figura 2-24 Figura ilustrativa de la Zona de inundación de la Comuna de Constitución por Tsunami y desborde Natural del Maule.**




*Fuente: PLADECO Municipalidad de Constitución, 2016*

El PLADECO de Hualañe señala el riesgo de inundación por el cauce del Río Mataquito afectando a la ribera, se sugiere la protección de esta con obras de protección. De la misma forma ocurre en la Comuna de Licantén. Estas

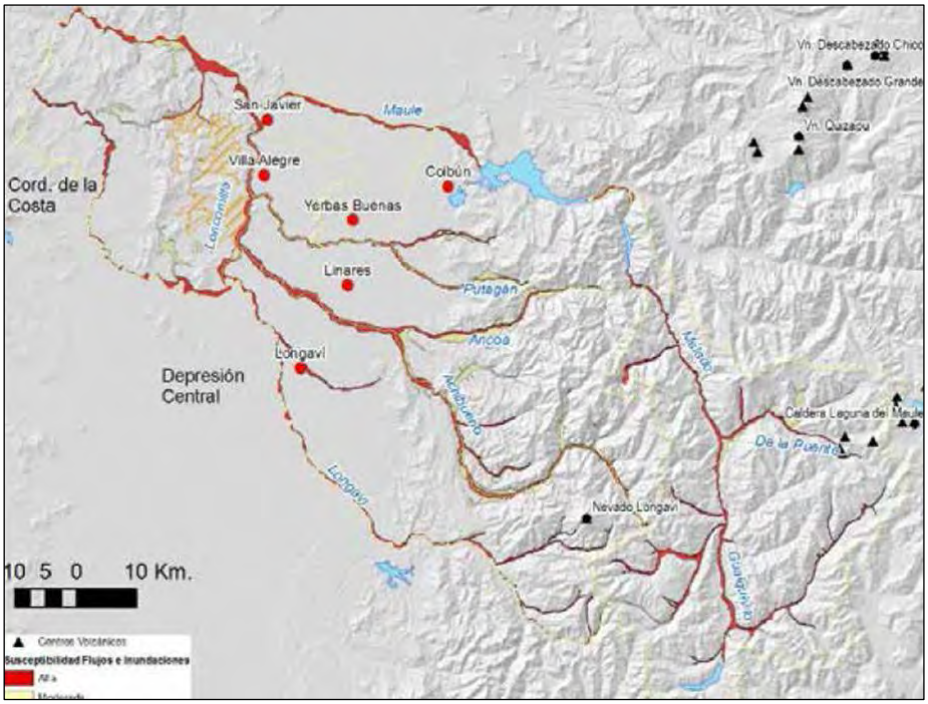
inundaciones provocan la pérdida de la capacidad de los suelos debido a las crecidas. El Río Teno y Lontué producen también graves daños en la agricultura debido a estos eventos afectando a la comuna de Rauco.

El PLADECO de Talca hace hincapié en las inundaciones y sequías, registrando en 1982 el año más lluvioso con 1068 mm y el más seco en 1990 con 434 mm. Las zonas con riesgo por inundaciones están principalmente ubicadas en el valle central o curso medio de los ríos y esteros, agrupándose en torno a las confluencias de los grandes cauces. El Río Claro se desbordo hace más de 45 años por la ribera sur-oriente, afectando a una importante área del sector poniente de la cuidad. Se registró el mayor caudal histórico en la estación fluviométricas Río Claro en Talca, con un valor medio de 2.714 m3/s, correspondiente a un período de retorno de aproximadamente 50 años. La zona afectada por el desborde comprendió aproximadamente hasta las inmediaciones del estadio fiscal por el oriente. En septiembre de 1999 se registró una leve inundación en el sector del Balneario Municipal ribereña Río Claro, sin mayores consecuencias en las zonas pobladas.

Cauquenes es afectado por los Ríos Tutuvén y Cauquenes, donde se identifican cuatro áreas por inundación en la localidad, estas son: José Toribio Merino, Cauquenes, Santa Rosa, Pinochet, presentan problemas de colectores con bajo tiraje de evacuación para decepcionar aguas lluvias, acumulación de sedimento es receptores en la intercesión de escurrimiento de aguas superficiales. Estas zonas de riesgo son definidas por el PRC Cauquenes como Zonas de Riesgo por Inundación (ZRI).

De la misma forma Linares y Villa Alegre marca las zonas de riesgo por los ríos Maule, Longaví, Putagán, Lircay, Achibueno y Loncomilla.

**Figura 2-25 Inundación de los cauces naturales de los ríos Maule, Longaví, Putagán, Liguay, Archibueno y Loncomilla.**




*Fuente: PLADECO Municipalidad de Linares, 2014*

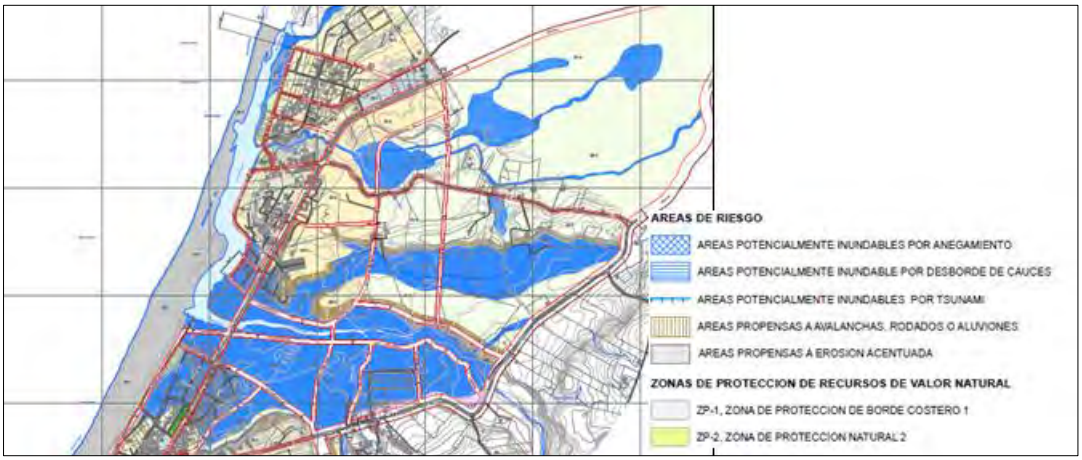
Longaví cuenta con 14 bocatomas en las vías fluviales que lo recorren, y conforman en 14 posibilidades de inundación. Vinculado a lo anterior, se hace necesario un plan de limpieza y canalización de esteros, canales y ríos como el Lircay, que están sucios. En cambio Parral tiene una problemática mayor ya que no cuenta con una red de evacuación, solo cuenta con pequeños colectores que solucionan problemas locales, proponiendo el PLADECO de Parral un mejoramiento de aguas lluvias para la localidad.

Según el Plan Regulador Comunal de Curicó la comuna no presenta riesgos potenciales por inundación. El potencial riesgo por procesos está asociado a un evento de mayor envergadura proveniente desde la cordillera principal a más de 15 km de la localidad.

Los Planes Reguladores comunales marcan las zonas de riesgo por eventos naturales tales como desborde de cauces o inundación por Tsunami. La

comuna de Pelluhue detalla en su Plan Regulador las zonas de riesgo debido a desborde de cauce, anegamientos, Tsunami, Avalancha, Aluviones, y Erosión Acentuada como podemos ver en la figura.

**Figura 2-26 Plano de zonificación urbana perteneciente al PRC Pelluhue donde se detalla las zonas de riegos por inundaciones.**




*Fuente: Plan Regulador comunal Pelluhue*

Como se detalla en el Plan Regulador de Licantén los antecedentes más destacados sobre eventos extremos son el Tsunami de 2010 y la inundación del Río Mataquito del año 2008. El Plan propone una zonificación para la zona afectada por el Tsunami de 2010 según el nivel de amenaza y su posición funcional dentro del territorio.

Se determinan las siguientes áreas de riesgo excluidas al desarrollo urbano.

- Áreas de riesgo de inundación por desbordes de cauces naturales. Incluye toda la zona inundable por el Río Mataquito en 2008.
- Área de riesgo de inundación por tsunami. Se estimó la zona de amenaza con un 95% de probabilidad de inundación que se corroboro con el Tsunami de 2010.

- Área de riego por anegamiento. Corresponde a las áreas bajas de Licantén en las cuales, por estar bajo la cota del terraplén del antiguo ferrocarril y tener soles con mal drenaje, se acumulan aguas lluvias.

**Figura 2-27 Fragmento de Plano del PRC de Licantén, zonas de riesgo.**

*Fuente: Plan Regulador Comunal Licantén, 2011*

**EX027 Ley Embalses 20.304**

Artículo 1°.- La presente ley norma la operación de los embalses de control que, por su capacidad de regulación o por su cercanía a lugares habitados, permita, en casos de crecidas inminentes de caudales de agua, evitar o mitigar los riesgos para la vida, la salud o los bienes públicos y privados, junto con otros derechos y obligaciones que indica.

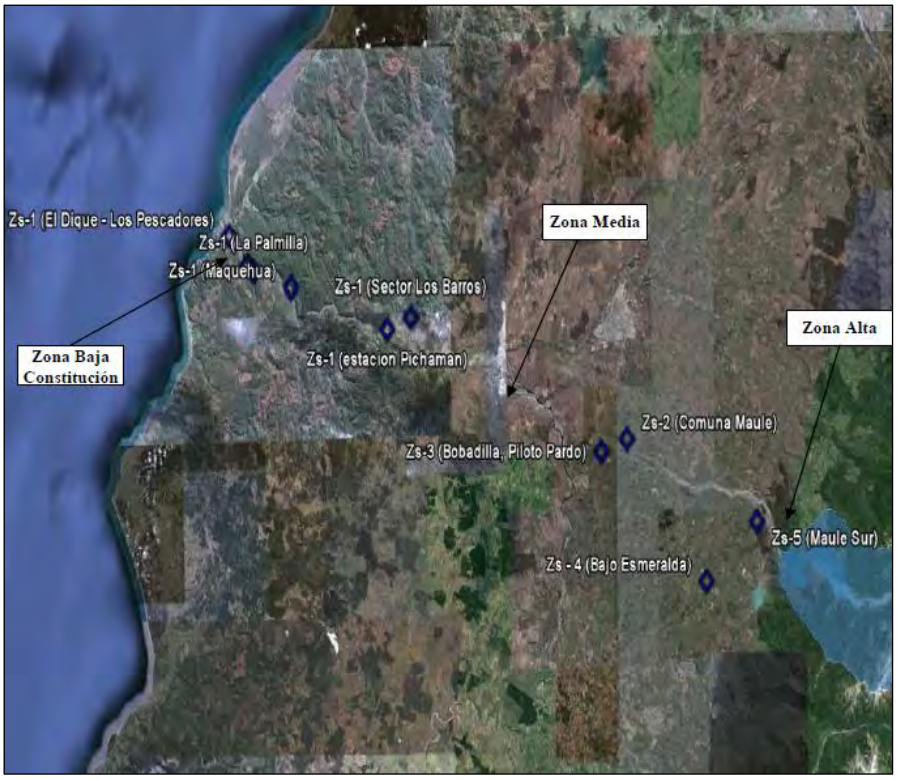
En el Capítulo II la ley define las obligaciones de los operadores de embalses de control seguido de la declaración de estado de alerta de crecidas en el

capítulo III y Las responsabilidades de los operadores, que deberán indemnizar los perjuicios ocasionados terceros.

El análisis del embalse Colbún como embalse de control corresponde a una caracterización de ubicación y zonas de riesgo; y revisión de antecedentes consecutivamente del análisis de caudales asociados a crecidas y curvas de duración.

Se consideran zonas de riesgo aquellos puntos a lo largo de cauce y se dividen en tres zonas. En la Figura se observan en azul las zonas de inundación que corresponde a la zona alta.

**Figura 2-28 Zonificación según riesgo de inundación (alta, media, baja)**




*Fuente: Definición del Embalses Colbún como Embalse de control, 2010*

## Tabla 2-65 Antecedentes de Inundaciones

| Nº | Sector | Comuna | Provincia | Fecha evento | Evento asociado | Acciones de Mitigación Propuestas/Realizadas |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Constitución, poblados en ribera río Maule :<br>Población San Francisco, Los Pescadores.<br>El Dique, Puente Banco Arena, La Palmilla, Bocatoma, Ramales como Forel,<br>Maquehua, Pichaman, y todos aquellos que se encuentran aguas abajo del Río Maule. | Constitución | Talca | Mayo-Junio-Julio | Viviendas, cabañas de veraneo, línea férrea del Ramal Talca-Constitución y viceversa. Interrupción de Servicios Básicos | Limpieza de canales. Se trabajó en defensas fluviales a la altura del Sector Los Barros |
| 2 | Comuna del Maule | Maule | Talca | Mayo-Junio-Julio | Desborde, en sector de Chequén, afectando plantaciones de frutales, terrenos agrícolas. Quiñipeumo, Monte Alegre, San José de Duao, riesgo de salirse el cauce en período de grandes crecidas e inundar sectores agrícolas y poblados, afectando a unas 100 personas. | Limpieza de canales de regadío |

**Tabla 2-65 Antecedentes de Inundaciones**

| Nº | Sector | Comuna | Provincia | Fecha evento | Evento asociado | Acciones de Mitigación Propuestas/Realizadas |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Población Piloto Pardo, Loncomilla, Sector Orilla de Maule y Bobadilla | San Javier | Linares | Mayo-Junio-Julio | Inundaciones por desborde de canales de regadío, dañando terrenos agrícolas, viviendas, alcantarillados y produciendo interrupciones de agua potable y electricidad. | Limpieza de canales de regadío, canal Chivato |
| 4 | Yerbas buenas, Bajo Esmeralda | Yerbas Buenas | Linares | Mayo-Junio-Julio | Interrupción de servicio básicos | Ninguna, canales propiedad de Colbún Machicura |
| 5 | Colbún, Maule Sur | Colbún | Linares | Mayo-Junio-Julio | Inundaciones muy ocasionales | |

*Fuente: Definición del Embalses Colbún como Embalse de control, 2010*

Según información de Embalse Colbún, ONEMI y Vialidad, las fechas de crecida hasta 2010 se presentan en los siguientes cuadros para el Río Maule y alrededores.

**Tabla 2-66 Fechas de crecidas para el Río Maule y alrededores**

| Fuente | Fecha Evento |
|---|---|
| ONEMI | 24-07-1940 / 25-07-1940<br>8-08-1941 / 15-08-1941<br>Mayo 1953<br>Julio 1965 / Agosto 1965<br>Mayo-1972<br>21-05-1974 / 22-05-1974 |
| Vialidad | Julio-1994<br>Julio-1995<br>Junio-1997<br>Agosto-1998<br>Septiembre-1999<br>Junio-2000 / Julio-2000<br>Mayo-2001 / Julio-2001 / Agosto-2001 / Septiembre-2001 |
| Embalse Colbún | 29-Junio-2000 / 3- Julio-2000 |
| Embalse Colbún | 10-Julio-2006 / 13- Julio-2006 |
| Embalse Colbún | 19-Mayo-2008 / 23- Mayo-2008 |

*Fuente: Definición del Embalses Colbún como Embalse de control, 2010*

Según esta información las áreas tributarias de zonas de riesgo en la cuenca del Río Maule serian:

**Tabla 2-67 Zonas de riesgo por inundación, cuenca Maule**

| Zona Riesgo | Puntos Afección | Área Aportante km2] |
|---|---|---|
| Zs-1 | Constitución, poblados en ribera Río Maule: Población San Francisco, Los Pescadores. El Dique, Puente Banco Arena, La Palmilla, Bocatoma, Ramales como Forel, Maquehua, Pichaman, y todos aquellos que se encuentran aguas abajo del Río Maule. | 18575 |
| Zs-2 | Comuna de Maule | 5952 |

**Tabla 2-67 Zonas de riesgo por inundación, cuenca Maule**

| Zona Riesgo | Puntos Afección | Área Aportante km2] |
|---|---|---|
| Zs-3 | Población Piloto Pardo, Loncomilla, Sector Orilla de Maule y Bobadilla | 9643 |
| Zs-4 | Yerbas buenas, Bajo Esmeralda | 5987 |
| Zs-5 | Colbún, Maule Sur | 5894 |
| Zs-0 | Desembocadura | 18993 |

*Fuente: Definición del Embalses Colbún como Embalse de control, 2010*

- **(EX035)** ***Eventos Extremos de Precipitación y Temperatura en Chile: Proyecciones para Fines del Siglo XXI*****.** Claudia Paola Villarroel Jiménez. Universidad de Chile, 2013

El objetivo del documento es analizar y comparar los cambios en las distribuciones y tendencias de los indicadores de eventos extremos (ICE) en clima actual (1961-1990) y futuro (2071-2100), bajo un escenario de cambio climático severo SRES A2.

La Región del Maule se sitúa en el ámbito de estudio de la región Centro para este documento, donde se detalla el diagnóstico del modelo PERCIS. El modelo es capaz de simular satisfactoriamente el ciclo anual y la distribución de frecuencia de temperatura. Respecto a la precipitación el modelo se ajusta a la distribución mensual o ciclo anual, pero el modelo subestima más del 100% en altitudes de 600 m para la precipitación anual y estacional.

Contiene un diagnóstico de las tendencias de los indicadores de eventos extremos climáticos en el clima actual (1961-1990). Los resultados obtenidos indican la cantidad total y precipitación anual entre los 27°S y los 36°S, demuestra tendencias negativas a excepción de la estación de Chillan que marca tendencia positiva 100 mm/décadas.

Los cambios futuros pronosticados de ICE en la región Centro mantienen un cambio positivo de temperatura máxima 1,8°C y 3,1°su temperatura mínima se estima una diminución de la cantidad de precipitación de 32% y un 30% de precipitación extremadamente fuerte (R30mm)

- **(EX010)** ***Experiencia en captación y utilización de agua en el secano de la VII región, Provincia de Cauquenes***. CNR, 1996

El documento presenta un cuadro de precipitación anual mensual y máxima en 24 horas en los años 1959-1994 para el Centro de Experimental Cauquenes. Se observa la precipitación anual de 660 mm y la máxima anual fue en 1972 de 1.203,4 mm con una máxima a 24 horas de 71,1 mm. La máxima anual del período fue de 258,2 mm el año 1968 con una máxima precipitación en veinticuatro horas de 22,8 mm. El año 1992 presento una precipitación total anual de 97,47 mm con y una máxima en el período considerado.

- **(EX025)** ***Eventos meteorológicos severos ocurridos en Chile Continental: Descripción y patrones sinópticos tipos asociados*****.** Dirección Meteorológica de Chile,2006

La base de datos utilizada corresponde a la red de estaciones de la Dirección de meteorológica de Chile para un período de tiempo de 1970-2000. Además utiliza la base de datos de desastres naturales desarrollado por la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres, LA RED. Está disponible en http://www.desinventar.org y de libre utilización.

Realiza un análisis y descripción de eventos extremos según:

- Distribución mensual para el Percentil 95 y 99 en eventos de precipitación extrema, en Chile continental.
- Numero de eventos meteorológicos extremos registrados para cada percentil
- Distribución del número de eventos meteorológicos extremos por año asociados a diferentes percentil

Este documento consigue configuraciones sinópticas de eventos meteorológicos asociados a desastres y un análisis de umbrales de precipitación.

- **(EX026)** ***Construcción de herramientas matemática para la predicción del comportamiento de los caudales punta,*** Universidad de Talca, 2006.

Incluye modelos matemáticos para estimar caudales máximos en la cuenca del Maule y del Mataquito, mediante los análisis de los caudales punta registrados en cuencas altas.

El estudio detalla puntos de interés como selección de crecidas para el estudio, modelos generados para la estimación punta, desfases entre crecidas, y el análisis de dichos puntos.

- **(EX028)** ***Determinación de los umbrales de alerta de caudales, lluvias y temperaturas del sistema de transmisión de datos de la DGA.***2010

Establece los umbrales azul, amarillo y rojo de cada una de las variables de temperatura, pluviometría y fluviométricas. Determina la confiabilidad de los valores umbrales, y el riesgo de que se entreguen alertas falsas o de que se dé la situación contraria a la prevista.

- **(IH150)** ***Mejoramiento del Riego de la Cuenca del Río Teno, Estudio de Perfil,*** *CNR, 2011*

El documento realiza el análisis hidrológico del Río Teno y sus afluentes, incluido el análisis de crecidas. Este análisis se ubica en la junta del Río Teno con el Río Claro para el diseño de las obras de embalse, con los períodos de retorno para cada tipo de obra. En el informe se muestras las estadísticas de caudales máximos en dicha estación.

- **(IH240)** ***Estudio de pre factibilidad "mejoramiento del sistema de riego en río Archibueno, Región del Maule",*** CNR; TYPSA Chile, 2014.

En el volumen III de dicho estudio se presenta los Estudios Hidrológicos donde detalla un exhaustivo estudio de la cuenca del Río Achibueno. En el

punto 1.5.4 Calculo de la Precipitación máxima 24 se realiza el cálculo por diferentes métodos. Además se realiza el cálculo de caudales de crecidas.

- **(EX120)** ***Gestión del Riesgo de sequía y otros eventos extremos en Chile***

Los resultados de los documentos se basan en la caracterización de la vulnerabilidad a sequía, evaluación de impactos de la sequía y análisis de las estrategias para enfrentar la sequía.

Las recomendaciones para mejorar la gestión de la sequía se proponen un conjunto de medidas y acciones en ámbito de gestión de sequias de prevención y rehabilitación de daños.

2.3.8.5. Análisis Climático.

- **(CC010)** ***Análisis de Vulnerabilidad de los Recursos Hídricos de Chile frente a Escenarios de Cambio Climático,*** ODEPA, 2008

El documento realiza un análisis a nivel nacional sobre la vulnerabilidad de los recursos hídricos frente al Cambio Climático. En el secano interior del Maule cabe mencionar el posible aumento del riesgo para la conservación debida a la disminución de cobertura de las praderas y a la topografía compleja que deja a los suelos en condición de vulnerabilidad.

Según González (2006) se determinó una influencia de La Niña en las horas de frío, siendo positivo pero con un aumento en la probabilidad de heladas.

En la región de Maule se aprecia una sensibilidad en los cultivos de riego, se observa una disminución de rendimientos asociada al acortamiento del ciclo vegetativo y a los aumentos de los niveles de estrés térmico.

- **(CC020)** ***Análisis de vulnerabilidad del sector Silvoagropecuario, recursos hídricos y edáficos de Chile frente a escenarios de Cambio Climático,*** ODEPA, 2008

El análisis se ha enfocado a los efectos que sobre estos sectores tiene el escenario A2, adoptando el período 2035 a 2065. En particular, en este informe se aborda el impacto sobre los recursos hídricos futuros.

La cuenca del Perquilauquén en San Manuel realiza análisis para probabilidades de frecuencia de 75%, 85% y 95%. Se destacan mayor estrés compartido para series futuras, concentrando dicho estrés en los meses de enero a abril para los porcentajes de excedencia de 75% y 85, mientras que para el porcentaje de 95%, el período mensual que asocia un mayor estrés es entre febrero y abril.

En relación a la distribución de los caudales máximos observados en la cuenca Perquilauquén en San Manuel se destacan los meses de junio y julio como aquellos que en un mayor porcentaje del tiempo poseen los mayores caudales medios mensuales en el período observado, mientras que para la serie futura, la tendencia arroja una distribución similar, en la cual los meses de junio y julio cubren en un 76% del tiempo los mayores caudales.

- **(SAP030)** ***Análisis del Déficit Hídrico en la Agricultura de la Región del Maule, Chile.*** Enrik Muñoz Henríquez, 2011

El déficit hídrico es un problema que se da como consecuencia de los cambios climáticos que están afectando al país y al mundo, cambios que afectarán especialmente a la zona central de Chile, particularmente a los productores agrícolas de la Región del Maule. Los objetivos específicos de este trabajo son identificar la causa de la variación en la cantidad de agua disponible en embalses para el sector agrícola, describir los problemas productivos a los que se enfrentan los agricultores, y recopilar información sobre las medidas para contrarrestar una posible disminución productiva por dicho déficit, realizando un análisis descriptivo mediante la obtención de datos recopilados de fuentes secundarias, pertenecientes a organizaciones relacionadas a la actividad agrícola y a la climatología. Se concluye, según los antecedentes recopilados, que la agricultura y los procesos productivos de la región deberán adaptarse para enfrentar los efectos del cambio climático tendrá sobre ellos.

- **(CC040)** ***Determinación De La Erosión Actual Y Potencial De Los Suelos***, CORFO, 2010

Para el sector Silvoagropecuario la erosión es uno de los problemas medioambientales importantes en Chile. Este estudio estima la erosiona actual y potencial del territorio de Chile mediante la aplicación de dos modelos cualitativos, usando técnicas de geométrica, Teledetección y SIG.

Para la Región del Maule existe una superficie actual de suelos erosionados de 1,48 millones de hectáreas, lo que se considera un 48% del territorio regional. Las comunas de mayores problemas de erosión son Cauquenes, Curepto, Hualañe y Vichuquén. La mayor parte de las superficies consideradas "severas" y "muy severa" pertenecen a las comunas de Colbún, San Clemente, Romeral y Cauquenes. El riesgo de erosión severa y muy severa está en torno al 50% de la superficie regional, se considera una cifra alta.

#### 2.3.8.6. Conclusiones de eventos extremos

La región del Maule es vulnerable en diferentes niveles ante crecidas de cauces naturales por ejemplo Río Mataquito 2008; Tsunamis; y sequias. Por ello las instituciones y actores deben estar preparados para ello siendo prioritario la prevención y mitigación de los mimos eventos.

Existen instrumentos para la gestión de emergencias y constituye uno de los pilares en la gestión integral en el manejo de riesgo y reducción de desastres a nivel Comuna, Provincial, Regional y Nacional.

No contiene procedimientos concretos destinados a enfrentar diferentes eventos adversos, sino que contiene de manera ordenada y organizada los procedimientos, sistemas de alcance, roles y funciones delimitadas y definición de recursos humanos, técnicos y financieros de un accidente, emergencia, desastre o catástrofe

Según la ONEMI la región contiene suficientes monitorio para el conocimiento de eventos extremos, siendo los actos de robos en estas estaciones la mayor problemática para la gestión.

Se observa necesidades de obras de drenaje y protección ante crecidas, incluyendo la limpieza de los canales para prevenir desbordes de los mismos.

## 2.3.9. Análisis de Gestión y Normativa Legal

En términos jurídicos, al Estado corresponde la regulación del uso de agua o aprovechamiento en función del interés público, de manera que pueda direccionar su ejercicio hacia la conservación y protección del recurso hídrico, igualdad en cómo se obtiene, y por último satisfacer la eficiencia en su uso y prevenir que el derecho pueda ser bien utilizado por toda la población y no solo por algunos actores.

En el año 2011, el Banco Mundial señala que la gestión integrada del agua implica tomar decisiones y manejar los recursos hídricos para varios usos, de forma tal que se consideren las necesidades y deseos de diferentes usuarios y partes interesadas. Agrega que la gestión integrada comprende la gestión del agua superficial y subterránea en un sentido cualitativo, cuantitativo y ecológico, desde una perspectiva multidisciplinaria y centrada en las necesidades y requerimientos de la sociedad en materia de agua.

Por lo anterior, la gestión del agua es un proceso que busca solucionar conflictos entre múltiples usuarios, tanto directos –quienes usan el agua para aprovechamientos sectoriales, como abastecimiento de agua potable y saneamiento, uso industrial, riego, generación hidroeléctrica, pesca y navegación– como indirectos –la sociedad en su conjunto–, quienes, queriéndolo o no, dependen de un recurso compartido.

En este contexto, las principales funciones de la gestión del agua son:

- Aplicación de la legislación respectiva.
- Asignación del agua.
- Control de la contaminación.
- Identificación, evaluación y monitoreo del recurso, tanto en cantidad como en calidad, y la determinación de recursos utilizables y caudales mínimos o ecológicos.
- Inventario, registro y catastro de usos y usuarios y fiscalización de los derechos de aprovechamientos.
- Elaboración de planes de recursos hídricos.

- Evaluación de proyectos y aprobación de obras.
- Determinación técnica de líneas de ribera y de áreas protegidas.
- Adjudicación, en instancia administrativa, de conflictos vinculados al uso del agua.

En general, estas funciones son asignadas a entidades de gobierno pertinentes, no usuarias ni relacionadas con actividades económicas, que además posean un alto nivel jerárquico, tengan capacidad administrativa real y dispongan de autonomía efectiva.

#### 2.3.9.1. Normas Jurídicas Aplicables

- **Código de Aguas**: Actualmente en el país existe el llamado Código de Aguas que se formuló bajo el Gobierno Militar en 1981, y que sigue vigente. Este Código considera las aguas como un bien, un bien tanto social como económico. Separa la propiedad del agua del dominio de la tierra y transfiere la prerrogativa al Estado para que sea éste quien concede los Derechos de Aprovechamiento de Aguas a privados, de forma gratuita y a perpetuidad, dando origen al mercado de las aguas.

  Ese mismo cuerpo legal creó dos categorías de Derechos de Aprovechamiento de Aguas: Consuntivas y No Consuntivas. La diferencia entre ambas radica en la obligatoriedad de devolver al río, o no, el caudal extraído.

  El Código de Aguas establece normas en relación a las Comunidades de Agua, Asociaciones de Canalistas, Juntas de Vigilancia, a la Dirección General de Aguas (DGA) y, principalmente, a los Derechos de Aprovechamiento de Aguas.

- **Decretos que acompañan normas del Código de Aguas**
  - Decreto MOP Nº50, de 2015, que aprueba el reglamento a que se refiere el Artículo 295, Inciso 2º, del Código de Aguas (Obras Mayores).
  - Decreto Supremo Nº 71, de 2014, de Ministerio del Medio Ambiente, modifica Decreto N° 14, de 2012, que aprueba Reglamento para la

determinación de caudal ecológico (publicado en Diario Oficial 15/01/15).

- Decreto Supremo Nº 14, de 2012, de Ministerio del Medio Ambiente, aprueba Reglamento para la determinación de caudal ecológico (publicado en Diario Oficial 30/07/13), modificado por Decreto Supremo N° 71, de 2014, de Ministerio del Medio Ambiente.
- Decreto Supremo N° 203, de 2013, del Ministerio de Obras Públicas, aprueba reglamento sobre normas de exploración y explotación de aguas subterráneas (publicado en Diario Oficial 07/03/14).
- Decreto Supremo N° 40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, aprueba Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (publicado en Diario Oficial 12/08/13).
- Decreto Supremo Nº 285, de 1995, de Ministerio de Obras Públicas, reglamenta procedimiento para la aplicación del D.F.L. Nº 1.123, de 1981, sobre ejecución de obras de riego por el Estado.
- Decreto Supremo N° 179, de 1984, de Ministerio de Economía, fija el texto actualizado del Decreto N° 795, de 1975, que aprobó el Reglamento de la Comisión Nacional de Riego.
- Uso no contemplados en la Tabla de Equivalencia entre caudales de agua y usos (Decreto No. 177 de 02/04/12, publicado en Diario Oficial 20/06/12).
- Decreto Supremo Nº 189, de 2010, de Ministerio de Obras Públicas, aprueba reglamento que fija procedimiento para la aplicación del Artículo 129 bis 21, Inciso 3º del Código de Aguas.
- Decreto Supremo Nº 138, de 2009, de Ministerio de Obras Públicas, aprueba Reglamento de Ley Nº 20.304, sobre operación de embalses frente a alertas y emergencias de crecidas y otras medidas que indica.

Cabe mencionar que, aparte de estas normas específicas, el Régimen Jurídico hídrico de Chile también se basa en términos procedimentales en subsidio a lo que señala el Código de Aguas, conforme a lo que señala la Constitución Política de la República de Chile, y también el Código Civil.

- **Normas aplicables a la región.**

La región del Maule presenta una gran diversidad de actores involucrados en el tema hídrico. Presenta actores púbicos como también privados que tienen una gran injerencia en el desarrollo de los planes hídricos de la región. Nos estamos refiriendo a la empresa eléctrica ENDESA (ENEL*), que ocupa el recurso dentro de la región con vital importancia para la generación de electricidad de sus plantas particularmente en Los Cóndores.

Los usuarios del agua solicitaron desde un primer momento la regularización de la presencia de Endesa en la zona, es por tanto que los Organismos Públicos decretaron dos disposiciones que vienen a poner reglas entre los actores de la zona.

* En octubre 2016, la Junta Extraordinaria de Accionistas aprobó una modificación de estatutos que implicó cambiar la razón social a Enel Generación Chile S.A., reemplazando de esta forma la marca Endesa Chile y la razón social Empresa Nacional de Electricidad

- **Resolución Nº 105 proveniente de la DGA que constituye derechos no consuntivos a favor de Endesa sobre el río Maule.**

En vista de la puesta en marcha del complejo hidroeléctrico Colbún-Machicura, el año 1983 DGA constituye derecho no consuntivo a ENDESA. En este convenio se constituye el derecho de aprovechamiento no consuntivo en el río Maule, en favor de la Endesa.
Estos derechos deben respetar los otros derechos existentes en el río.
Según el acuerdo, Endesa puede hacer uso de un caudal medio anual de 190 $m^3/s$, con un máximo de 280 $m^3/s$.

- **Resolución Nº 434 proveniente de la DGA que constituye derechos no consuntivos a favor de Endesa del embalse de Laguna del Maule.**

En esta situación, se concedieron 25 metros cúbicos por segundo como caudal medio mensual de ejercicio permanente y continuo, con un máximo de 30 metros cúbicos por segundo como caudal medio diario.

El derecho se deberá ajustar a lo establecido en el convenio de riego 1947 entre Endesa – Río Maule.

- **Convenio 1947, departamento de riego con Endesa.**

En el año 1947 se firmó un convenio entre el Director del Departamento de Riego y el Gerente General de la Endesa. La finalidad de este convenio es optimizar el aprovechamiento de las aguas del río Maule, reguladas en las lagunas del Maule y La Invernada. Este convenio define que en la laguna del Maule tiene 1570 millones de m3.
Esta capacidad se encuentra dividida en 3 porciones.
Cuando el nivel del lago se encuentra en la porción superior el agua podrá ser utilizada normalmente para suministrar los gastos deficitarios para la regularización del riego y los gastos necesarios para generación. Mientras el nivel del lago esté en la porción intermedia, el agua se utilizará para los mismos fines, con algunas restricciones respecto al uso normal. Cuando el nivel alcance la porción inferior el agua solo podrá utilizarse en casos especiales. El gasto máximo suministrado para riego corresponde a 200 $m^3$. Según el mes, el gasto suministrado será un porcentaje de este máximo.
De acuerdo a este mismo convenio, el Departamento de Riego podrá regularizar el riego a base del río Maule y sus afluentes en las temporadas de riego.
El acuerdo descrito anteriormente sigue siendo vigente, y a él se refieren algunos documentos más actuales como el manual de operaciones de la laguna del Maule, el acuerdo para la optimización del uso de las aguas de la cuenca del río Maule (2014) y publicaciones oficiales de la Endesa

### 2.3.9.2. Principales instituciones ligadas a la gestión de los recursos hídricos en la Región.

El Banco Mundial, el año 2011, a través del "Diagnóstico de la Gestión de los Recursos Hídricos en Chile", específicamente en aspectos institucionales, hace una distinción entre órganos centralizados y descentralizados, los primeros referidos principalmente a los organismos de la Administración del Estado, incluyendo la gestión de la calidad y cantidad de agua, el sistema judicial, entre otras funciones; y los descentralizados referidos a

organizaciones privadas, que ejercen atribuciones, funciones y potestades que podrían catalogarse de "públicas", como lo son las organizaciones de usuarios.

La institucionalidad ligada a los recursos hídricos en Chile es abundante y compleja. Existen numerosas instituciones, públicas y privadas, tanto a nivel nacional como regional y local, que están relacionadas a la administración de los recursos hídricos, presentándose en algunos casos superposición de funciones.

A continuación se detallan y describen los órganos centralizados y descentralizados más importantes.

- **Órganos Centralizados:**

- **Dirección General de Aguas (DGA)**: Dentro de sus funciones se encuentran:

1) El conocimiento, medición, monitoreo e investigación de los recursos hídricos en el País.
2) La planificación del recurso y formulación de recomendaciones para su aprovechamiento.
3) La constitución y regularización de los derechos de aprovechamiento mediante la autorización de extracciones legítimas.
4) La fijación de limitaciones y modificaciones a la extracción del agua.
5) La policía y vigilancia de las aguas.
6) El ejercicio de atribuciones decisorias o auxiliares a los tribunales.
7) La supervisión del funcionamiento de las Juntas de Vigilancias, seguimiento del funcionamiento de las asociaciones de canalistas y comunidades de aguas.
8) La autorización de uso de cauces naturales y artificiales y autorización de obras hidráulicas mayores.

Con la reforma del Código de Aguas de 2005, las funciones regulatorias de la DGA han aumentado significativamente.

- **Dirección de Obras Hidráulicas (DOH)**: al igual que la DGA es una unidad del Ministerio de Obras Públicas que tiene la función de coordinar y supervisar las funciones de las dos entidades. Mientras la DGA es responsable de la gestión de los recursos hídrico, la DOH ejerce funciones que afectan a la planificación del recurso incluyendo la construcción directa o indirecta −vía concesiones, por ejemplo− de las obras públicas hidráulicas mayores. Sus programas de inversión incluyen, no sólo infraestructuras de riego y de manejo de cauces −relacionado con las funciones de la DGA−, sino también infraestructuras primarias de aguas lluvias, de control aluvial, y de infraestructuras para servicios sanitarios rurales que no atañen a la DGA.

- **Comisión Nacional de Riego (CNR):** entidad que elabora las políticas y programas del sub-sector del riego, que corresponde al mayor uso del agua en Chile.

  La CNR está compuesta por un Consejo de Ministros, conformado por los ministros de Agricultura, de Economía, Fomento y Reconstrucción, de Hacienda, de Obras Públicas, y de Planificación, para coordinar las instituciones involucradas en riego y drenaje; y una Secretaría ejecutiva, que realiza estudios y ejecuta programas y proyectos con la finalidad de presentar propuestas al Consejo de Ministros.

  Por otro lado, es responsable de la administración de la Ley Nº 18.450, que permite al sector privado obtener subsidios para acceder a infraestructura y sistemas de riego tecnificado con vistas a modernizar la agricultura y aumentar su competitividad internacional.

La CNR además tiene un convenio institucional con el INDAP, cuyo objetivo es contribuir a facilitar la postulación a la Ley Nº18.450 a los pequeños agricultores, agregando subsidios propios del INDAP a los subsidios de la CNR dentro de los mismos proyectos de inversión.

En 2009, la Ley Nº 20.401 modifica algunos artículos de la Ley Nº 18.450. Entre los principales cambios están el aumento de las bonificaciones hasta un 90%, y la segmentación de los beneficiarios entre pequeños productores agrícolas y otros.

- **Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS):** responsable de regulación y control de las empresas de agua potable, controlar el cumplimiento de las normas medioambientales para los residuos industriales líquidos, fijar tarifas a sanitarias y otorgar concesiones para producción y distribución de agua potable y recolección y disposición de aguas servidas.

- **Sistema Judicial:** varias entidades importantes forman parte del sistema judicial. Dado que ni la DGA ni otra agencia gubernamental tienen autoridad para regular usos privados o para intervenir en conflictos de agua, los propietarios de derechos de aprovechamiento resuelven sus conflictos ya sea mediante negociaciones voluntarias, implicando a la respectiva asociación de usuarios, o acudiendo a los Tribunales de Justicia, esto es, en las Cortes Civiles ordinarias.

Conflictos más amplios sobre el agua, como entre usos no agrícolas y entre usuarios particulares y la DGA, se resuelven en la Corte de Apelaciones Regional. Las decisiones de la Corte de Apelaciones se pueden apelar a la Corte Suprema nacional.

Además, la Contraloría General de La República es responsable del control preventivo de la legalidad de diversos actos en el sistema judicial. Esto puede incluir la constitución de derechos de aprovechamiento y las

declaraciones de reducción, prohibición, restricción, agotamiento y escasez.

Respecto a la Gestión de la Calidad del Agua, en Chile, la mayoría de las funciones relacionadas con la calidad del agua están separadas institucionalmente de las relacionadas con la cantidad. En este sentido, en el año 2010 se introdujeron unos cambios en la Ley Nº 20.417, dentro del marco de la Ley Nº 19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente de 1994. La Ley N° 20.417 creó tres nuevas entidades que a continuación se indican:

- **Ministerio del Medio Ambiente (MMA):** con competencias en la formulación y aplicación de políticas, planes y programas en materia ambiental, así como de protección y conservación de los recursos naturales renovables e hídricos.

- **Servicio de Evaluación Ambiental (SEA)**: responsable, a través de sus Direcciones Regionales de Evaluación Ambiental, de administrar, fomentar y facilitar la participación ciudadana en la evaluación de los proyectos, lo que se realiza antes de la calificación ambiental final, Resolución de Calificación Ambiental (RCA) de los proyectos por una comisión integrada por diferentes ministerios.

- **Superintendencia del Medio Ambiente (SMA):** con competencias en la fiscalización de los instrumentos de gestión ambiental: RCA, medidas de planes de prevención y descontaminación, normas de calidad y de emisión y planes de manejo de la Ley Nº 19.300.

- **Tribunales Ambientales:** comenzaron a funcionar a partir de diciembre de 2012, en concreto, en la Región del Maule es constituyó en enero de 2013; son dependientes del Ministerio de Justicia y sus principales competencias están relacionadas con el daño ambiental, reclamaciones a resoluciones de la SMA y reclamaciones relacionadas con la Ley Nº19.300 de Bases Generales del Medio Ambiente.

- **Órganos Descentralizados:**

- **Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Aguas**: tienen como finalidades captar las aguas a que tienen derecho sus integrantes desde el cauce natural, conducirlas mediante los cauces artificiales que les son propios, distribuirlas de acuerdo a los derechos de los integrantes y entregarlas en los puntos de captación. Además tienen atribuciones para ejercer jurisdicción arbitral sobre sus miembros para resolver problemas relacionados con el agua, con los derechos de aprovechamiento sobre ellas, con las obras de conducción y los dispositivos de distribución. También están facultadas para recaudar de sus asociados los pagos de las cuotas necesarias para solventar la operación del canal y hacer los aportes necesarios a la Junta de Vigilancia que corresponda.

  El sistema de gobierno es idéntico para ambas organizaciones, y se basa en una Junta General, que representa la voluntad de la institución, previa convocatoria o citación y conformación de un quórum legal para producir sala; un Directorio, que elegido por la Asamblea debe cumplir con las resoluciones de ésta, además de las funciones que le encomienda la ley; y finalmente con un Presidente que es elegido por el Directorio y que representa judicial y extrajudicialmente a la entidad.

- **Junta de Vigilancia**: todas sus competencias y poderes jurídicos se refirieren al agua como un bien público regulado especialmente por el Código de Aguas. Entre sus principales actividades se encuentran:

  - administración de las extracciones de volúmenes de agua
  - vigilancia
  - sanción a los infractores de las medidas de administración de las aguas
  - ejecución forzosa de sus decisiones
  - información a sus usuarios sobre los datos y previsiones hidráulicas

- cooperación con la DGA en la gestión de las redes de monitoreo de las aguas.

La importancia del rol que ocupan las Juntas de Vigilancia se ve fortalecidas por las pocas atribuciones directivas u ordenadoras que la DGA tiene sobre ellas. Sólo en caso de extraordinaria sequía o de reiteración de faltas o abusos de distribución de aguas, la DGA puede suspender transitoriamente las atribuciones o intervenir una determinada Junta de Vigilancia.

2.3.9.3. Gestión del agua. Organizaciones de Usuarios de Agua

El Banco Mundial, en su Diagnóstico del año 2011, menciona que la DGA, como primer órgano de la Administración del Estado, es responsable de ejecutar un amplio número de tareas que en cierto sentido forman la columna vertebral del sistema de gestión hídrica de Chile.

La DGA apoya a las organizaciones de usuarios, proporcionando el apoyo técnico y la capacitación necesaria para una buena administración de las aguas; administra las aguas donde no se han constituido organizaciones de usuarios; trata las solicitudes de constitución y regularización de derechos de aprovechamiento; e incentiva la constitución de comunidades de aguas subterráneas. Entre otros aspectos claves como, por ejemplo, en caso de crisis de cantidad y calidad de agua que se experimente, puede tomar medidas preventivas con el fin de que estas no se incrementen.

La Legislación de aguas en Chile consagra, como principio, que la gestión de los recursos hídricos corresponde a los titulares de derechos de aprovechamiento, quienes, conforme lo establece el Título III del Libro II del Código de Aguas, se constituyen en Organización de Usuarios de Agua (OUA), con el objeto de tomar las aguas del caudal matriz, repartirlas entre los titulares de derechos, construir, explotar, conservar y mejorar las obras de captación, acueductos y otras que sean necesarias para su aprovechamiento.

Entre las OUA cabe destacar:

- **Juntas de Vigilancia**: quedan definidas en el Código de Aguas según su Artículo 263: "Las personas naturales o jurídicas y las organizaciones de usuarios que en cualquier forma aprovechen aguas de una misma cuenca u hoya hidrográfica, podrán organizarse como Junta de Vigilancia".
- **Asociaciones de Canalistas**: Son OUA constituidas en torno de cauces artificiales y normalmente se organizan en los canales matrices de los sistemas de riego extraprediales, cuya fuente es el río. Están normadas en el artículo 257 y siguientes del Código de Aguas.
- **Comunidades de Aguas**: pueden ser clasificadas como organizadas o no organizadas (de hecho). Las comunidades organizadas fueron formadas a partir de la existencia de usuarios en torno a una captación, conducción y distribución común que decidieron conformarse formalmente. En algún momento fue comunidad de hecho pero se formalizó y organizó mediante los trámites que indica la Ley, mientras que la comunidad de hecho, o no organizada, es aquella que no ha formalizado su existencia. La diferencia fundamental entre las dos, es que la Comunidad no organizada no tiene atribuciones para imponer ciertos acuerdos de forma obligatoria a sus miembros.

En el ***Diagnóstico de la Gestión de los Recursos Hídricos*** (Banco Mundial, 2011) se indica que esta gran labor se encuentra limitada debido a que estas organizaciones tienen una escasa implantación, capacitación, profesionalización, no son eficientes en la entrega del recurso hídrico y tienen desconocimiento de sus atribuciones. En efecto, de las 101 cuencas y 1.484 subcuencas, sólo existen 46 Juntas de Vigilancia registradas, de las cuales 7 corresponden a la Séptima Región del Maule.

En cuanto a las Asociaciones de Canalistas, existe un total de 200 registradas en el Registro Público de Aguas y, en específico, en la Región del Maule un total de 35. En el caso de las Comunidades de Agua superficiales el total país refleja un número alto pues existen 3.232

comunidades inscritas, y en la séptima región 563 Comunidades, siendo en términos porcentuales la segunda con mayor representación país.

Respecto a las comunidades de aguas subterráneas, únicamente existen 11 comunidades constituidas y registradas en todo Chile, ninguna de ellas en la Región del Maule.

En este contexto, y específicamente en la Región del Maule, en el sistema de la DGA existen 563 Comunidades de Agua registradas desde el año 1985 a 2015 como expediente tipo NC.

En cuanto a las Juntas de Vigilancia podemos mencionar que se encuentran registradas en la DGA las siguientes Juntas:

1.- Junta de Vigilancia del río Lontué registrada en el año 1954

2.- Junta de Vigilancia del río Seco de Lontué registrada en el año 2012.

3.- Junta de Vigilancia del río Lircay y sus afluentes registrada en el año 2004

4.- Junta de Vigilancia del río Maule Primera sección registrada en el año 1957

5.- Junta de Vigilancia del río Achibueno Primera sección registrada en el año 1964

6.- Junta de Vigilancia del río Ancoa y sus Afluentes registrada en el año 1997

7.- Junta de Vigilancia del río Longaví y sus afluentes registrada en el año 1957

Existen Juntas de Vigilancia en formación, entre las cuales se encuentran la del río Perquilauquen, la del Achibueno Segunda Sección y la del río Putagan.

- **Embalses**

Dentro de esta región también podemos encontrar embalses que ayudan

con la correcta utilización del recurso para las áreas de riego de la zona.

Los embalses tienen como funciones principales:

1.-Para abastecer a la población de pueblos y ciudades, También se usa en las fuentes ornamentales, las piscinas y los parques acuáticos, o para producir nieve artificial. Además, con ella se riegan los cultivos agrícolas, los parques urbanos y los jardines. El agua recogida en un embalse puede transportarse por canales, que son cauces artificiales.

2.-Para producir energía eléctrica en centrales hidroeléctricas localizadas en las proximidades

3.-Para regular el caudal de un río: el agua puede retenerse en la presa para evitar inundaciones.

4.- Para su aprovechamiento en la industria y la construcción.

Los embalses que encontramos dentro de la región son los siguientes:

**a.- Embalse Colbún**: es un embalse artificial de la Región del Maule, en Chile, compartido territorialmente entre las comunas de San Clemente, en la provincia de Talca, y Colbún, en la provincia de Linares. Se encuentra ubicado a 48 km al sureste de la ciudad de Talca, la capital regional, y a 35 km al noreste de la ciudad de Linares. Con una extensión de 5.700 ha y una capacidad de 1.490 millones de $m^3$, constituye el mayor embalse artificial en Chile y el mayor lago de la zona central del país.

Fue construido, entre los años 1980 y 1985, con el objetivo de retener las aguas del río Maule, para su utilización en centrales hidroeléctricas y riego agrícola y se encuentra ubicado a una altitud de 440 metros sobre el nivel del mar.

En el período estival, sus aguas no contaminadas alcanzan una temperatura de 23°. Por esta razón, y por el clima cálido existente durante los meses de verano, es además ampliamente utilizado para la práctica de deportes náuticos. Ofrece también una amplia gama de

actividades, hospedajes y servicios turísticos para los visitantes.

**b.- Embalse Laguna del Maule:** es una laguna de origen volcánico, formada por la acción de la caldera volcánica que lleva el mismo nombre. Se encuentra situada en plena cordillera de Los Andes, y da origen al río homónimo, que constituye el principal río de la región del Maule. Está ubicada a 150 km de la ciudad de Talca, capital regional, y 250 km al sur de la ciudad de Santiago, y a solo 7 km del límite con Argentina.

Antes existían pozones de aguas termales en lugares de la laguna, pero quedaron bajo las aguas debido a la construcción de un dique para el abastecimiento agrícola y humano del valle central de la región del Maule.

**c.- Embalse Digua:** El Sistema Digua coordina la utilización de los excedentes de los ríos Longaví, Perquilauquén y Cato, los cuales son regulados con los recursos generados por el Embalse Digua el que tiene una capacidad de 225.000.000 de m3.

La disponibilidad total anual para el sistema, con un 85% de seguridad de riego, se ha calculado en 400.579.000 de m3, distribuidos en 31.850 acciones de 12.577 m3 c/u. De este total 27.314 acciones corresponden al área Parral (canales Matrices Digua y Perquilauquén) y 4.536 al área Ñiquen (canal Matriz Ñiquen).

A nivel de obras mayores, el sistema cuenta con el Embalse Digua, el canal Alimentador Longaví, el canal Alimentador Perquilauquén Cato y el nudo Hidráulico de Remulcao, todos los cuales corresponden a las obras de acumulación y captación desde las fuentes. Para los efectos de distribución se cuenta con tres canales matrices: Digua, Perquilauquén y Ñiquen.

El Embalse Digua se ubica sobre el río Cato, 30Km. al oriente de la ciudad de Parral

**d.- Embalse Bullileo:** El Embalse Bullileo se ubica a 49 kilómetros al

oriente de la ciudad de Parral. El coronamiento del muro de contención tiene una longitud de 280 metros. El muro de presa es de tierra y el volumen total del muro alcanza a 1.300.000 metros cúbicos de material, sin incluir las fundaciones. La altura de su presa de 73 metros de altura. Su capacidad de almacenamiento es mayor a 60.000.000 (m3). Este embalse, prácticamente todos los años rebalsa durante el invierno y se agota al fin de la temporada de riego.

**e.- Embalse Tutuvén:** Es un Embalse construido para fines de regadío en la llamada zona del secano costero, en la región del Maule.

## ***Resoluciones de áreas de restricción para cuencas de la VII Región***

En la Región del Maule, existe una situación particular dentro de todas las cuencas del país, puesto que no existen áreas de restricción decretadas. Esto incluye zonas de restricción de naturaleza superficial como subterránea y para distintos usos, como riego y/o Agua Potable.

## 2.3.10. Análisis Sistema Integrado de Planificación Territorial

En este apartado se muestra la recopilación y revisión de las políticas, planes y programas regionales que se vinculan con los recursos hídricos y su gestión, principalmente por su carácter indicativo y orientador que tiene que en el proceso de toma de decisiones.

En general, aportan con criterios y principios de política pública, que permiten al ente administrador de los recursos y a las instituciones públicas y privadas que actúan como actores directos e indirectos de dichos recursos planificar de mejor forma su uso y gestión.

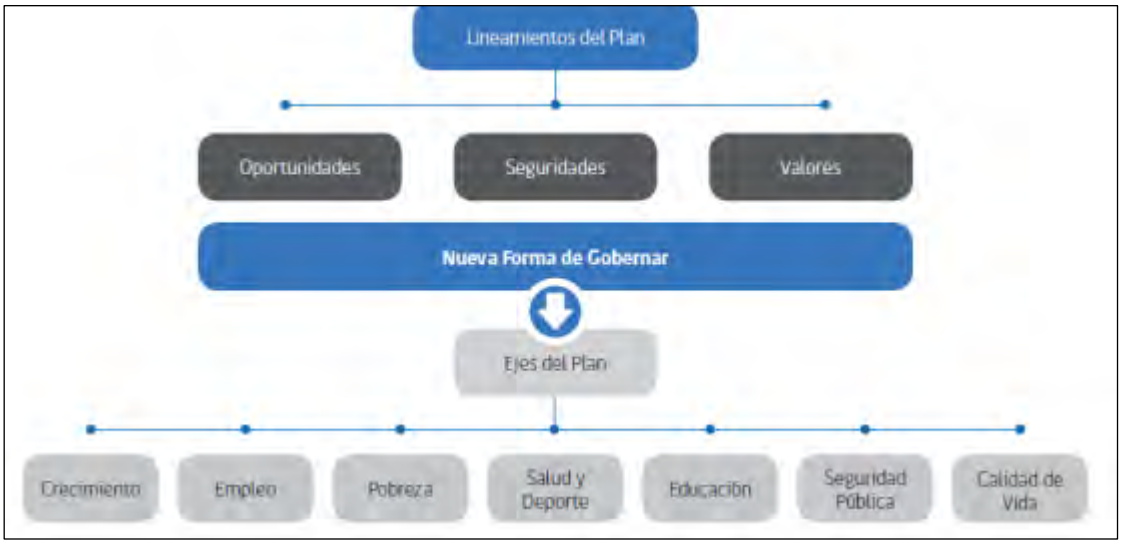
Se considera como un buen insumo para la definición de los objetivos del Plan Maestro Regional, ya que éstos deben estar en sintonía con los instrumentos que definen los lineamientos de desarrollo de la Región.

Las Políticas, Planes y Programas Regionales más importantes en la región del Maule, son los siguientes:

- **(RH 110)** ***PLAN REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA Y GESTIÓN DEL RECURSO HÍDRICO AL 2021 REGIÓN DEL MAULE,*** MOP, 2012

De acuerdo con el Plan de Gobierno 2011 -2014 para la Región establecido en el "Plan Regional de Infraestructura y Gestión del recurso hídricos al 2021" del MOP Región del Maule, los ejes que lo sustentan son la expresión del compromiso del conjunto de los Servicios Regionales para impulsar el desarrollo socioeconómico de la región y el de sus habitantes. Corresponde a siete ejes temáticos: Crecimiento; Empleo; Pobreza; Salud y Deportes; Educación; Seguridad Publica; y Calidad de Vida. Esto implica que la institucionalidad regional pública, considere en su accionar tres dimensiones transversales: el Buen Trato; la Perspectiva Territorial y el Enfoque de Género.

**Figura 2-29: Diagrama de los lineamientos del Plan**




*Fuente: Plan Regional de Infraestructura y Gestión del recurso hídricos al 2021, MOP, 2012*

El objetivo del Plan es constituirse en instrumento de planificación ministerial que permita especializarse en las líneas de acción definidas en el Plan Director de Infraestructura y en las políticas y estrategias regionales. Los objetivos específicos del Plan son:

- Contribuir al desarrollo de la Competitividad y Logística Regional
- Apoyo al Desarrollo Urbano y Territorial
- Mejoramiento de la Calidad de Vida Rural
- Apoyo al Fomento Productivo Regional
- Contribuir al desarrollo y fortalecimiento de la gestión de los Recursos Hídricos

Se desarrolló un análisis territorial sobre la base de aspectos y componentes relevantes de la región Maule diferentes ámbitos tales como políticos, físicos, socio-demográfico, económico-productivos, urbanos, legales, normativos y estratégicos. Por otra parte el análisis de la Infraestructura Publica destaca a la inversión del MOP hasta el 2012, donde se observa una mayor inversión en el año 2010, la cual se detalla a continuación:

- Infraestructura portuaria: Donde se detallan las infraestructuras portuarias asociadas a caletas pesqueras e infraestructuras de intervención en el borde costero.
- Infraestructuras de Obras Hidráulicas: integra los puntos de defensa fluvial y ribereñas; infraestructuras de riego; red primaria de aguas lluvias; agua potable rural; y otros.

Como se ha comentado en otros capítulos, el amplio punto de Gestión de Recursos Hídricos aborda infraestructura hidrométrica, sistema de información de recursos hídricos, certeza jurídica y perfeccionamiento de títulos, productos estratégicos de la DGA y situación de los recursos hídricos respecto de la disponibilidad.
Finalmente, el Plan realiza una determinación de brechas y déficit de los temas analizados y forma una imagen objetivo y diferentes escenarios.

- **(DT010) Informe *diagnóstico y prospectiva proceso de Actualización ERD Maule 2008-2020, Universidad de Talca,2007 y DT025 Estrategia Regional de Desarrollo*,** Universidad de Talca, 2009
  La Estrategia Regional de Desarrollo Maule 2020 contiene la actualización de la Estrategia Regional de Desarrollo del Maule del año 2006, instrumento de Planificación Regional que orientará la acción hacia el año 2020.

  Este instrumento es el resultado del trabajo coordinado entre el Gobierno Regional del Maule y la Universidad de Talca, y tiene como objetivo final contar con una visión actualizada del desarrollo regional y sus objetivos estratégicos, como asimismo precisar los ejes orientadores que resulten determinantes para su progreso.

La Estrategia Regional de Desarrollo de la Región del Maule busca establecer, "Una Región del Maule próspera y atractiva, con mejor calidad de vida para sus hombres y mujeres, donde exista mayor equidad y oportunidades, superando con ello las brechas territoriales y de género. Una

Región rural-moderna, con tradición y futuro, que apuesta a convertir a Chile en potencia alimentaria y forestal en base al conocimiento, innovación y el emprendimiento, fruto de una sostenida articulación público-privada. Con una fuerte identidad regional asociada a su patrimonio histórico, natural y cultural, fortaleciendo así el desarrollo del turismo de intereses especiales y posicionando al Maule en el concierto nacional y mundial. Una Región en que sus habitantes vivan seguros, en paz y armonía, no sólo con su prójimo, sino que también con su entorno. Una Región del Maule con una elevada capacidad de gobierno y capital social, donde los maulinos y maulinas, sean protagonistas en la construcción de su propio desarrollo".

En función de la Imagen Objetivo Maule 2020 y el ejercicio de actualización de la ERD durante el año 2008 se definen 12 variables-efecto que representan nuestro concepto de desarrollo de las cuales se destaca en el ámbito de los recursos hídricos la Sustentabilidad ambiental y territorial.

Por otra parte, los factores o variables causa que determinan el desarrollo de la región del Maule, se ordenan en cinco grandes ejes orientadores o subsistemas:

- Dimensión social;
- Economía regional;
- Territorio, infraestructura y medioambiente;
- Identidad y cultura; y finalmente,
- Gobernabilidad y gobernanza regional.

Los cuatro primeros corresponden a una validación de los definidos en la Estrategia Regional de Desarrollo 2000-2006, mientras que el quinto ha sido levantado del diagnóstico actualizado. Es importante mencionar que la relación de dependencia entre los ejes y cada una de las variables causa y efecto es compleja y desconocida, sin embargo, en la Figura 2-30, aclara que las variables efecto son determinadas por una serie de variables causa contenidas en los cinco ejes orientadores. Es por esto que las estrategias o medidas propuestas en este documento deben apuntar a obtener avances

en dichas variables causas, por lo cual son definidas como "lineamientos estratégicos", y los objetivos estratégicos son formulados en términos de las 12 variables efecto que definen el grado de desarrollo de la Región del Maule. La figura trata así de representar que el desarrollo territorial es consecuencia de diversas variables causa emergentes de la interacción del entorno y el interno de la Región, mientras que el entorno (nacional e internacional) define las condiciones de borde para el desarrollo.

**Figura 2-30: Esquema global de causas, efectos y variables de medición del grado de desarrollo de la Región**

*Fuente: Estrategia Regional de Desarrollo, 2006.*

Las principales conclusiones de las problemáticas analizadas son las siguientes:

- Aspectos sociales deficitarios se identifican salud, educación formal, infraestructuras básicas y redes regionales.
- Economía regional y su falta de competitividad a nivel nacional se agrupan en dos temas inversión privada y el rol de los encadenamientos productivos desemboca en niveles de pobreza

- La planificación del territorio y la complementariedad en los procesos de crecimientos urbanos; la conectividad física y digital; y buenas prácticas correctoras. Esto deriva en efectos sobre las personas y nivel de pobreza.
- Problemática del subsistema cultural.
- La gobernabilidad y gobernanza debe carencias en el proceso de modernización , primero del Estado Nacional; y consecutivamente del Gobierno Regional y comunal

- **(DT020)** ***Actualización Plan Regional de Desarrollo Urbano***. URBE Arquitectos. 2007

El documento se divide en síntesis diagnostica, elaboración de escenarios de desarrollo regional, visión de desarrollo regional, elementos estructuraste del territorio regional y proposición de alternativas ante lineamientos.

Los objetivos específicos del informe es disponer de un instrumento territorial y de gestión que permita planificar el espacio Regional en forma armónica, que estimule y regule el crecimiento. Además de proporcionar las relaciones de complementariedad entre ellas, recoger las demandas y aspiraciones de la sociedad.

Entre los objetivos específicos se encuentra la estimación de potencialidades de desarrollo urbano y turístico del área y dimensionar las demandas de ocupación de las zonas de valor natural paisajístico existentes.

Otorga especial tratamiento al borde costero, a los embalses, lagunas, etc. Con relación al libre acceso a las Playas y los lugares de valor natural, ecológico paisajístico, siempre que estos no afecten negativamente el patrimonio cultural, monumental arqueológico especialmente.

- **(DT030)** ***Propuesta de Política Regional de Desarrollo Rural Región del Maule***, Universidad de Talca. 2009

El documento se sustenta en los lineamientos establecidos por la Estrategia Regional de Desarrollo 2020 como en la participación ciudadana, donde participaron 300 actores relevantes de la región.

Obtienen seis objetivos estratégicos:

- Sustentabilidad del medio ambiente y del recursos hídrico
- Incrementar la competitividad económica
- Aumentar el alfabetismo, cobertura y calidad de la educación
- Fomentar la empleabilidad poliestacional
- Mejorar el acceso y la calidad de la salud en el medio rural
- Perfeccionar la gobernanza territorial rural

Se detallan cuatro ejes estratégicos de los cuales destacamos el Medio Ambiente Infraestructura y Territorio Rural del cual se sacan dos lineamientos que son Agua y riego; y Territorio. Las iniciativas para estos lineamientos son:

- Fortalecer programas subsidio para tecnificar el riego en la agricultura campesina de la región del Maule
- Ajustar y georeferenciar el modelo de gestión territorial en un solo sistema, con el 90% de los programas territoriales

- **(DT040) Plan Regional de Ordenamiento Territorial**

Este Plan es un instrumento para realizar ordenamiento a nivel regional con mayor amplitud y generación que los de planificación sectoriales. Posibilita la especialización de objetivos económicos, sociales, culturales y ecológicos de la sociedad todos los cuales están contenidos en las Estrategias de Desarrollo Regionales. Más que un instrumento restrictivo, se trata entonces de un instrumento orientador de usos que posibilita evaluar la compatibilidad entre ellos y la sustentabilidad ambiental para los diferentes usos del territorio.

Como instrumento de acción pública, el PROT integra las visiones sectoriales –horizontales, verticales y de interdependencia–, esto es, los distintos componentes de análisis que tienen impactos sobre el territorio regional – Éstas son: componente de análisis rural, el componente de análisis urbano; el componente de análisis costero; y el componente de análisis de cuencas hidrográficas–, y los diferentes niveles de gobierno que comparten responsabilidades sobre el mismo. Luego el Plan asume que el ordenamiento territorial es un tema de carácter transversal que requiere una mirada integral, y de manera específica, el análisis de riesgos asociados a amenazas naturales

- **(DT 055) Plan De Regional De Gobierno- Región Del Maule 2014-2018,2004**

En el documento se divide en los siguientes puntos: Metodología; Diagnóstico Regional, Propuestas, lineamientos estratégicos, objetivos estratégico y Programas Prioritarios; y Flujo de inversiones. EL Diagnóstico Regional se divide en tres ejes: Desarrollo social; desarrollo económico; e infraestructura.

Dentro de los lineamientos del desarrollo estratégicos económicos se encuentran los siguientes objetivos específicos y programas prioritarios.

Los objetivos específicos son:

- Posicionar a la Región del Maule como proveedora de productos Silvoagropecuario de calidad.
- Potenciar la Acuicultura a Pequeña escala Regional
- Fortalecer el manejo sustentable de los recursos naturales de la región
- Fortalecer la institucionalidad medioambiental regional
- Controlar el avance de la erosión y suelos degradados
- Mejorar el uso productivo del recurso hídrico
- Prevenir efectos de cambio climáticos

- Fortalecer la generación y uso de energía en base a ERNC (Energías Renovables no Convencionales)
- Disminuir los volúmenes de residuos domiciliarios e industriales

Programas prioritarios:

- Programa Fortalecimiento de la producción Agroalimentaria y forestal
- Programa de mejoramiento uso de los Recursos Acuícolas
- Programa de Protección daño patrimonial forestal
- Programa de fomento y desarrollo forestal
- Programa de recuperación Productividad de los territorios
- Programa Mejoramiento administrativo del servicio de evaluación ambiental
- Programa eficiencia uso de agua
- Estudio de efectos del cambio climático
- Programa disminución impacto de cambio climático
- Programa Fomento a la generación y uso de ERNC
- Programa para fortalecer compromiso con sustentabilidad ambiental
- Programa para disminución de residuos domiciliarios e industriales

- **(DT060) Programa Gestión Territorial Para Zonas Rezagadas. GORE Maule 2014**

Este documento realiza una identificación del territorio; evaluación social, económica y productiva; determina las principales brechas existentes priorizando las ideas de los ejes estratégicos para lograr un desarrollo social integral.

Las brechas identificadas en el diagnostico con interés para ámbito del estudio son:

- Vocación Silvoagropecuaria con énfasis en las actividades agrícolas tradicionales, con bajo nivel de valor agregado, poca especialización y bajos volúmenes de comercialización
- Actividad agropecuaria con bajo nivel de riego, cercano al 2% de la superficie cultivada del territorio
- Desarrollo turístico endógeno en etapa inicial, con amplia dotación de oferta turística informal, sin encadenamientos productivos

La escasez de agua o los sistemas poco eficientes en el Territorio, han generado brechas competitivas que se manifiestan en el volumen de producción interanual, que afectan la rentabilidad del negocio y la posibilidad de expandir el rubro, lo que conlleva a que algunos productores dejen de cultivar la frutilla, así como también provoca una disminución de la superficie, causando que algunos de ellos abandonen el rubro en busca de zonas con mejores condiciones de producción.

La gestión del agua por parte de los productores de Frutillas en relación a la superficie a regar, captación, acopio y manejo del agua, para producir frutillas en condiciones amigables con el medio agroecológico del Territorio, es indispensable para el desarrollo sostenible en el tiempo

- **(RH120) *Política* Nacional Para Los Recursos Hídricos 2015,2012**

Esta política está orientada a asignar un nuevo rol al Estado y rediseñar la institucionalidad pública, incorporando mayores grados de descentralización y una mayor capacidad operativa de los gobiernos regionales. Para la construcción de las propuestas de políticas y de las principales iniciativas, se constituyó Mesas Territoriales del Agua. Estas han contado con la participación de distintos actores. Se incorporan varias iniciativas sobre el cuidado de las fuentes del agua, recargas de acuíferos, reutilización de los

recursos, proyectos de utilización y captación de aguas no aprovechadas, mejoramiento de los sistemas de medición y control de los acuíferos, nuevas tecnologías de telemetría para monitorear pozos y flujos de aguas, mecanización de los sistemas de compuertas de los canales de riego. La política tiene una mirada directa a las demandas futuras que debe afrontar.

- **(DT090) Planes de Desarrollo Comunal (PLADECO) Región del Maule**

El Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) es el principal instrumento de planificación y gestión de la organización municipal. Su propósito es contribuir a una administración eficiente de la Comuna y promover iniciativas de estudios, programas y proyectos destinados a impulsar el progreso económico, social y cultural de sus habitantes.

El PLADECO debe representar la visión de futuro de la Comuna y sus estrategias para alcanzarla. Para esto, el PLADECO debe ser abordado como una tarea común, fruto del trabajo conjunto entre Municipio y Comunidad, asumido como un proceso continuo y dinámico en el tiempo.

Tanto la metodología como las técnicas propuestas están orientadas hacia la autoelaboración, a la reflexión crítica y a la intuición, para que sean los propios ciudadanos (funcionarios municipales y la sociedad civil) quienes, a partir de los saberes locales y su mayor conocimiento de la realidad comunal, elaboren el PLADECO.

A continuación se realiza un análisis de las comunas más relevantes de la región.

## Plan de Desarrollo Comunal Comuna de Talca (2007-2010)

Los objetivos referidos al Medio Ambiente en este documento son:

- Disponer de una instancia formal responsable de la conservación del medio ambiente comunal.
- Conocer la realidad medio ambiental de la comuna, los problemas medio ambientales existentes
- Comprometer a la comunidad en la preservación del medio ambiente.

Por donde se detallan los lineamientos estratégicos y políticas comunales de medio ambiente.

Los principales problemas ambientales identificados son sitios eriazos, contaminación de aire, actividades ambientales, criaderos de ganados, fumigadores, calles no pavimentadas, falta de alcantarillado, mala educación y perro vagos.

El PLADECO incorpora iniciativas para los solucionar los principales problemas ambientales de la comuna.

## Plan de Desarrollo Comunal Comuna de Constitución

Los temas medioambientales se presentan como detractores para el desarrollo turístico, mediante la existencia de microbasurales en diferentes sectores de la comuna. Por otra parte la falta de conciencia ambiental y la necesidad de contar una solución definitiva a la disposición de los residuos domiciliarios, se presentan como las mayores carencias en este tema.

Finalmente señalar la necesidad de que el municipio experimente un cambio en la forma que se relaciona con la comunidad de tal manera de generar un mayor vínculo con las organizaciones sociales y así dar respuestas más rápidas a sus inquietudes.

Por otra parte, es necesario que la entidad edilicia difunda mejor las ayudas y actividades que desarrolla en pro de la comunidad

## Plan de Desarrollo Comunal Comuna de Cauquenes

En la comuna de Cauquenes el área que concentra el mayor porcentaje de propuestas es Infraestructura Pública con iniciativas que involucran a gran parte del territorio, abarcando además un importante número de habitantes, destacando el mejoramiento de caminos, veredas, conectividad telefónica, alumbrado público y saneamiento sanitario

El área de Desarrollo Económico posee un consenso generalizado en la comuna respecto a la carencia de fuentes y empleos bien remunerados y trabajadores con escasa capacitación. Dentro de esta área, el Turismo busca potenciar a Cauquenes como una comuna relevante en el circuito turístico nacional, generando una nueva fuente laboral para las comunidades locales. Y especialmente el fomento de las articulaciones público − privadas para la generación de eslabones o encadenamientos productivos virtuosos que agreguen valor a la producción local, mayor valor, percibido y apreciado por los consumidores se traduce en mayores retornos a la inversión y en un circuito virtuoso al cual como territorio se pretende generar en el mediano y largo plazo para y por el bienestar de la población de la comuna de Cauquenes.

Dentro del documento se estructura con tres capítulos de los cuales destacamos los dos últimos que son:

- Diagnostico Global Comunal
- Desarrollo del PLADECO

Dentro de las iniciativas propuestas contemplan el mejoramiento de saneamiento sanitario. Todas estas iniciativas contemplan un presupuesto estimado de $ 31.810.000 Pesos Chilenos.

## Plan de Desarrollo Comunal Linares (2014-2018)

Este documento se concentra en el diagnóstico, primero de las cuatro etapas del estudio de Actualización del Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO) para Linares, realizado por la Consultora PAC-Consultores Ltda., teniendo como unidad técnica a la Ilustre Municipalidad de Linares.

El documento se estructura en 4 grandes capítulos que son Diagnostico participativo, Imagen objetivo de la Comuna, Programas y proyectos, y Diseño del sistema de evaluación y gestión.

Las cuatro áreas temáticas del Plan son:

- Calidad de vida, para generar las condiciones que permitan el bienestar de la comunidad;
- Base productiva comunal, para impulsar un desarrollo económico estable;
- Ordenamiento territorial y preservación del medio ambiente;
- Fortalecimiento institucional de la Municipalidad para llevar a cabo el plan

Los lineamientos a seguir en el ámbito de medioambiente son según el Plan de erradicación de la basura, que incluyan sistema de reciclaje.

- Impulsar programas de concientización de la población, con publicidad permanente, en favor cuidado de la protección del medio ambiente y el manejo de la basura.
- Aumentar las áreas verdes, mejorar su mantención, y equipar con mobiliario e infraestructura cultural, recreativa y deportiva las distintas localidades.
- Orientar y reglamentar zonas de protección ecológica, zonas de crecimiento y zonas de densificación urbana, entre otras.
- Incorporar nuevas tecnologías y el uso de energías alternativas y limpias, además de generar conocimiento específico sobre el impacto

de determinadas actividades productivas sobre las personas y el patrimonio arqueológico, arquitectónico y paisajístico presente en la comuna.

## Plan de Desarrollo Comunal Curicó

En las líneas de acción de ordenamiento Territorial contempla la creación de la unidad de Medio. Unidad creada por la Dirección de Obras Municipales con las siguientes funciones propias

- Evaluación y seguimiento de proyectos localizados en la comuna de Curicó, que ingresan al Sistema de Evaluación Ambiental.
- Coordinación de acciones con la Secretaría Regional Ministerial de Medio Ambiente VII Región.
- Elaboración del Reglamento de la Leña

Derivadas de Sistema de Certificación Ambiental Municipal (SCAM) del Ministerio de Medio Ambiente Que consta de tres fases consecutivas que establecen distintas exigencias que el municipio se compromete a desarrollar como se detalla en el documento

2.3.10.1. Turismo

En cuanto al Turismo, se puede comentar del **RH110** Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021 Región del Maule, 2012

La Región presenta siete áreas pertenecientes al Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Estado (SNASPE).

**Tabla 2-68 Número de visitantes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas(SNAPES), 2009**

| Unidad SNASPE | Total | Chilenos | Extranjeros |
|---|---|---|---|
| Región del Maule | 87.509 | 84.913 | 2.596 |

**Tabla 2-68 Número de visitantes al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas(SNAPES), 2009**

| Unidad SNASPE | Total | Chilenos | Extranjeros |
|---|---|---|---|
| R.N. Altos de Lircay | 12.616 | 11.408 | 1.208 |
| R.N. Federico Albert | 24.200 | 24.166 | 1.208 |
| R.N. Laguna Torca | 11.806 | 11.723 | 83 |
| R.N. Los Bellotos Del Melado | 308 | 308 | 0 |
| R.N. Los Queules | 126 | 115 | 11 |
| R.N. Los Ruiles | 2.821 | 2.787 | 34 |
| R.N. Radal Siete Tazas | 35.632 | 34.406 | 1.226 |
| Total General | 2.056.218 | 1.424.914 | 631.604 |

*Fuente: Plan Regional de Infraestructura y Gestión del Recurso Hídrico al 2021 Región del Maule, 2012*

El documento distingue 27 lugares de concurrencia específica en la región, en tanto añade información sobre circuitos turísticos establecidos como recorridos de varios destinos integrados.

- **(DT060)** ***Programa gestión territorial para zonas rezagadas***, 2014

El documento señala cuatro principales destinos turísticos priorizados por SERNATUR. Uno de ellos, Costa Maulina se considera todo el borde costero con las comunas de Vichuquén, Licantén, Curepto, Constitución, Chanco y Pelluhue. Estas dos últimas fueron declaradas como Zona de Interés Turístico (ZOIT).

Las principales brechas identificadas en el documento respecto a turismo relevante a los recursos hídricos son:

Carencia de agua potable en muchos sectores en donde se emplazan alojamientos turísticos lo que les impide formalizarse como empresa ante la autoridad sanitaria

Carencia de Planes de desarrollo turístico

Es necesario desarrollar una planificación estratégica y consensuada para el destino territorial, así como desarrollar equipamiento, instalaciones e infraestructura en el espacio público orientado a dar soporte a los turistas que prefieren esta clase de turismo.

### 2.3.11. Análisis de la Situación Funcional e Institucional

El creciente desarrollo de la región ha motivado la realización de un plan que permita el aprovechamiento de los recursos de agua, que ha ido generando un progresivo aumento de la competencia por este recurso, entrando en conflicto los distintos usos con la operación de importantes obras de regulación y trasvase, que tienen por objeto la generación hidroeléctrica o el aprovechamiento de recursos para el regadío de zonas agrícolas u otras necesidades.

Este manejo del recurso es bastante complejo y pueden plantearse varias alternativas, con criterios relativos a la regulación de los recursos en los embalses del sistema, criterios de trasvase entre diversos cursos superficiales para satisfacer los diferentes centros de demanda de agua, parece de toda la conveniencia de disponer de antecedentes, herramientas y criterios que permiten ordenar las acciones futuras con respecto a la gestión y al manejo de los recursos de agua en la región, que permitan prever los efectos globales que producirán los distintos desarrollos de obras hacia el futuro y orientar las decisiones que al respecto deben asumir los organismos del Estado basados en criterios de acciones para permitir a las instituciones de la región coordinar la acción de los distintos actores y usuarios del agua.

Cabe señalar que debe hacerse una diferencia entre instituciones públicas e instituciones privadas, que se encuentran relacionadas en el recurso del agua. Las instituciones públicas involucradas que tienen participación en la administración en materias del agua son las siguientes:

- **Presidente de la República:**

  Para materias referentes al agua, la presidencia de la República, puede tener injerencia en los siguientes temas.

  - Fijar caudales Ecológicos.
  - Reservar recursos para el aprovechamiento de la población
  - Constituir derechos
  - Aprobar estatutos de las asociaciones de Canalistas

- **Dirección General de Aguas del MOP (DGA):**

  Es el organismo del estado que regula principalmente en materias del agua, las principales atribuciones son:

  - Planificación el desarrollo del recurso en las fuentes naturales, con el fin de realizar recomendaciones para su mejor aprovechamiento.
  - La red hidrométrica nacional sea mantenida y se encuentre operativa.
  - En los cauces naturales de uso público, ejercer la policía y vigilancia de las aguas.

- **Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas (DOH):**

  Las competencias que tiene este organismo del estado son:

  - La planificación.
  - Estudio.
  - Proyección.
  - Construcción.

- Reparación, mantención y explotación de obras de riego que se realicen con fondos fiscales.

También la realización del estudio, su proyección, construcción, mejoramiento, defensas fluviales.

- Reparación, conservación y señalización de los caminos y obras complementarias.
- Reparación, conservación y señalización de los puentes rurales y sus obras complementarias que se ejecuten 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.
- Participa en proyectos de construcción de instalaciones de agua potable para localidades rurales.

- **Secretaria Ejecutiva de Medio Ambiente y Territorio dependiente de la Dirección General del Ministerio de Obras Públicas (SEMAT):**

  Su función, 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 Unidad de Gestión Ambiental y Territorial.

- **Dirección de Planeamiento del MOP (DIRPLAN):**
  La función de esta Dirección es de 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.

- **Servicio Agrícola y Ganadero (SAG):**
  Este servicio, efectúa los estudios y elabora 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 suelos.

- **Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP):**
  El rol es de promover y fomentar el desarrollo y la consolidación de la agricultura familiar campesina, a través de lo cual se busca contribuir a la disminución de la pobreza rural y al logro de un desarrollo productivo sustentable y a una modernización del mundo rural.

- **Corporación Nacional Forestal (CONAF):**
  Su principal tarea es administrar la política forestal de Chile y fomentar el desarrollo del sector.

- **Comisión Nacional de Riego (CNR):**

Su rol es de planificar, estudiar y elaborar proyectos integrales de riego, además tiene facultades para fomentar el riego a través de la Ley 18.450

- **Servicio de Salud (SNS):**
  Los servicios de salud, tienen un compromiso en contribuir a mejorar la calidad de vida de la población, 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.

- **Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS):**
  Fiscaliza a los prestadores de servicios sanitarios, cumplimiento de las normas relativas a 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):**
  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.

- **Consejo de Defensa del Estado (CDE):**
  Realiza la 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 más de sus componentes

- **Dirección Meteorológica de Chile (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):**
  Su principal misión es de 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):**
  Su acción se relaciona con las aguas internacionales, y recursos hídricos compartidos o aguas fronterizas.

- **Servicio Nacional de Turismo (SERNATUR):**
  Se relaciona este organismo con el uso de aguas para fines turísticos y de recreación.

En cuanto a las instituciones privadas relacionadas con el agua son las siguientes:

- **Juntas de Vigilancia:**
  Estas organizaciones se encuentran conformadas por personas naturales o jurídicas y las organizaciones de usuarios que en cualquier forma aprovechen aguas superficiales o subterráneas de una misma cuenca u hoya hidrográfica.

- **Comunidades de Agua:**
  Si dos o más personas tienen derechos de aprovechamiento en las aguas de un mismo canal, embalse, o las aprovechen de un mismo acuífero, podrán reglamentar la comunidad que existe como consecuencia de este hecho.

- **Asociaciones de Canalistas:**
  Si dos o más personas tienen derechos de aprovechamiento en las aguas de un mismo canal, embalse, o las aprovechen 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.

- **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, acuícolas.

- **Cooperativas de riego:**
  Son administradores de los canales, velando por el funcionamiento de las obras relacionadas con el transporte de agua, hacia los regantes, como por ejemplo la cooperativa de servicios de riego del centro Ltda.

Se ha observado que en cada institución u organismo que realiza un estudio o iniciativa entorno al recurso hídrico, tiene sus propias visiones no hay una visión común de las políticas públicas que se desarrollan en este ámbito, esto se hace más notable cuando hay una interacción con los usuarios tanto público como privado

En el marco del estudio se realizaron entrevistas realizadas a diferentes personalidades relacionadas con el mundo del agua y pertenecientes a distintos Organismos, a fin de recabar información y opiniones de primera mano sobre los aspectos relevantes

Cabe señalar, que cada una de estas entrevistas se encuentra en el siguiente capítulo de Participación Ciudadana y se puede reunir en los siguientes aspectos.

Entrevistas:

1. Sr. Johan Marholz Lavín, SEREMI, Ministerio de Obras Públicas del Maule
2. Sr. Carlos Cruz Trujichett, Profesional, Ex – Director, DGA
3. Sr. Pedro Bravo, Profesional, Ex – DGA.
4. Sr. Pablo Meza D, Intendente de la región del Maule.
5. Sr. Edmundo Aravena Jaque, Presidente Asociación Canalistas Embalse Tutuvén.
6. Sr. Marcelo Mourges, Ingeniero Civil, Gerente General de CEPIA Ingenieros Consultores Ltda.
7. Sr. Roberto Pizarro, Director del Centro de Hidrología de la Universidad de Talca
8. Sr. Víctor Hugo González, Arquitecto, Unidad de gestión de suelos, SERVIU.
9. Sr. Alexis Villa, Unidad para la Conservación de la Biodiversidad, CONAF.
10. Sr. Gonzalo Sepúlveda Gajardo, Jefe de Unidad de Proyectos de riego y aguas lluvias, Dirección Regional de Obras Hidráulicas del Maule.

Además a jefaturas y funcionarios de la Dirección de Aguas a nivel Central y Regional se realizaron las entrevistas a las siguientes personas:

- Sr. Claudio Ramírez T, DGA Maule, Jefe Subrogante del Departamento de Hidrología.
- Srta. Andrea Osses, DGA Central, Estudios.
- Sr. Claudio Ramírez B, DGA Maule, Jefe Departamento Hidrología.

- Sr. Enrique Osorio A, DGA Maule, Jefe de Unidad de Fiscalización y Medio Ambiente.
- Sr. Vicente Maturana P, DGA Maule, Fiscalizador.
- Srta. Susan Valenzuela A, DGA Maule, Agente de Expedientes.
- Sr. Enrique Ugarte S, DGA Maule, Director Regional de la Dirección Regional de Aguas.

## Funciones de la Dirección Regional del Aguas del Maule

La Dirección General de Aguas (DGA) es el organismo del Estado que se encarga de promover la gestión y administración del recurso hídrico en un marco de sustentabilidad, interés público y asignación eficiente, como también de proporcionar y difundir la información generada por su red hidrométrica y la contenida en el Catastro Publico de Aguas con el objeto de contribuir a la competitividad del país y mejorar la calidad de vida de las personas.

Las funciones de la Dirección General de Aguas están indicadas en el D.F.L. N° 850 de 1997 del Ministerio de Obras Publicas y referidas a las que le confiere el Código de Aguas, D.F.L. N° 1.122 de 1981 y el D.F.L. MOP N° 1.115 de 1969.

## Principales funciones de la DGA

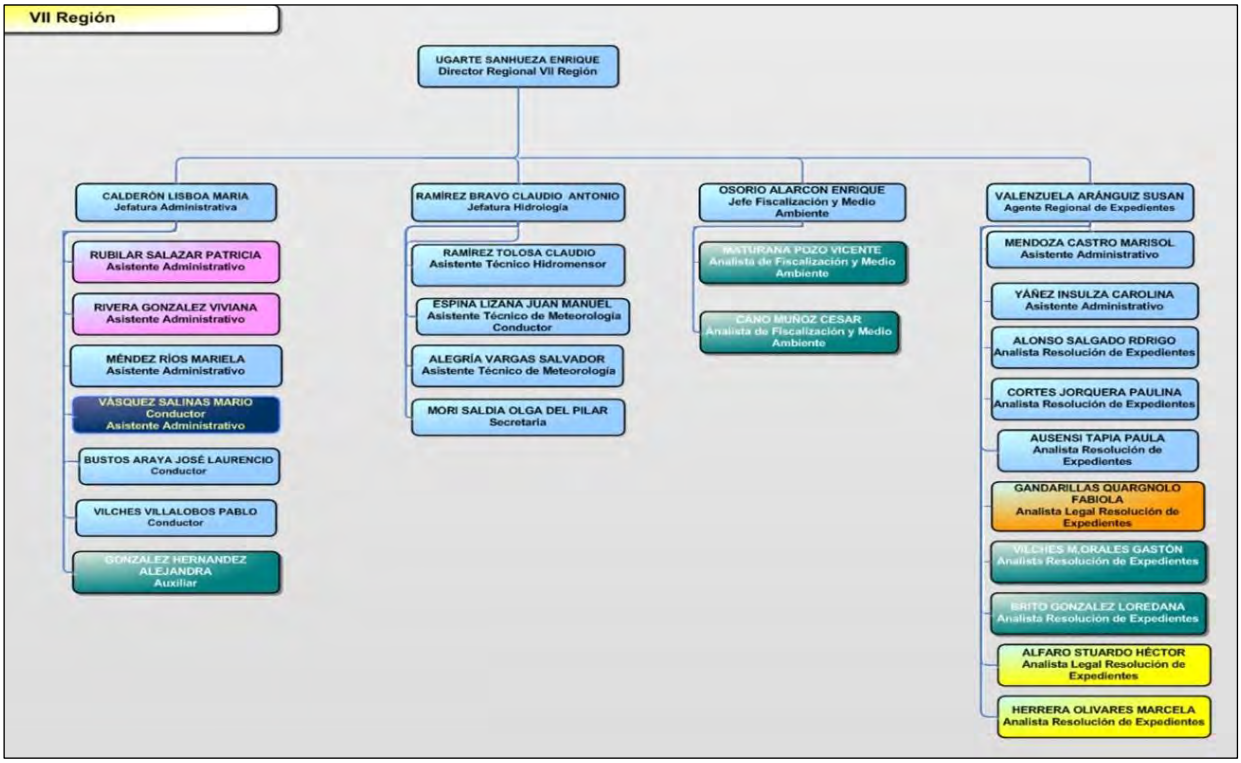
- Planificar el desarrollo del recurso hídrico en las fuentes naturales, con el fin de formular recomendaciones para su aprovechamiento.
- Constituir derechos de aprovechamiento de aguas.
- Investigar y medir el recurso hídrico.
- Mantener y operar el servicio hidrométrico nacional, proporcionar y publicar la información correspondiente.
- Propender a la coordinación de los programas de investigación que corresponda a las entidades del sector público, así como de las

privadas que realicen esos trabajos con financiamiento parcial del Estado.

- Ejercer la labor de policía y vigilancia de las aguas en los cauces naturales de uso público e impedir que en éstos se construyan, modifiquen o destruyan obras sin la autorización del Servicio o autoridad a quien corresponda aprobar su construcción o autorizar su demolición o modificación.
- Supervigilar el funcionamiento de las Organizaciones de Usuarios, de acuerdo con lo dispuesto en el Código de Aguas.

En la DGA Región del Maule, las funciones se ejercen a través de la organización que se indica, de acuerdo con el organigrama que se muestra a continuación:

- Departamento de Administración de Recursos Hídricos,
- Departamento de Hidrología
- Departamento Administrativo
- Unidad de Fiscalización y Medio Ambiente




*Fuente*: *Dirección General de Aguas Región del Maule*

A continuación, se describen los Perfiles de cargos, de los funcionarios que ocupan Jefaturas en la Dirección Regional de Aguas Región del Maule.

| 1. IDENTIFICACIÓN DEL CARGO | |
|---|---|
| **NOMBRE DEL CARGO** | **DIRECTOR(A) REGIONAL** |
| **UNIDAD DE DESEMPEÑO** | DIRECCION REGIONAL |
| **NOMBRE DEL CARGO DE LA JEFATURA DIRECTA** | SUBDIRECTOR |
| **UNIDAD SUPERIOR DIRECTA DE DEPENDENCIA** | DIRECCION GENERAL DE AGUAS |

| DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL CARGO | | | |
|---|---|---|---|
| OBJETIVO DEL CARGO | | | |
| **FUNCIONES PRINCIPALES** | | **ACTIVIDADES** | **RESULTADO FINAL ESPERADO DE LA FUNCION** |
| **1** | Representar al Director Nacional en los temas propios del Servicio en la Región. | Ejerce las funciones delegadas por el Director Nacional. | Ejercer la representación eficientemente y validar al servicio en la región. |
| | | Atiende los requerimientos del Director Nacional y autoridades regionales. | Ser validado en la región |
| | | Participa en reuniones de trabajo con autoridades regionales y locales, organizaciones públicas y privadas, ciudadanía, en temas de interés regional del ámbito de su competencia. | |
| **2** | Planificar las actividades de la Dirección Regional a su cargo según lineamientos ministeriales, objetivos de la Dirección y normativa vigente. | Detecta, analiza y canaliza los requerimientos e iniciativas regionales de su competencia. | Programa de actividades |
| | | Establece agenda de trabajo, asigna recursos y responsabilidades a su equipo regional. | |
| | | Define indicadores de control. | |
| **3** | Controlar la ejecución del presupuesto asignado para la Dirección Regional. | Revisa, programa y actualiza el presupuesto asignado | Asegurar el cumplimiento de la ejecución presupuestaria. |
| | | Realiza seguimiento periódico del avance de la ejecución presupuestaria | |
| | | Implementa medidas de ajuste para el cumplimiento del programa presupuestario | |
| **4** | Administrar los recursos humanos, financieros y bienes materiales e inmuebles a su cargo. | Recopila y organiza información de recursos a su cargo. | Asegurar el eficiente empleo de los recursos. |
| | | Analiza y asigna responsabilidades a los encargados de las áreas respectivas. | |
| | | Controla la gestión recursos a su cargo. | |
| **5** | | Propone y asume los compromisos de gestión a su cargo | |

| DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL CARGO | | | |
|---|---|---|---|
| OBJETIVO DEL CARGO | | | |
| FUNCIONES PRINCIPALES | | ACTIVIDADES | RESULTADO FINAL ESPERADO DE LA FUNCION |
| | Velar por el cumplimiento de los compromisos de gestión a su cargo. | Da a conocer los compromisos al equipo y define responsabilidades | Cumplir con los compromisos de gestión a su cargo |
| | | Monitorea el avance de los compromisos asignados | |
| 6 | Atender, orientar y asesorar en términos técnicos, administrativos y/o legales a clientes internos y/o externos en materias propias de su especialidad. | Dispone de los medios | Satisfacción del cliente |
| | | Conoce los alcances legales del ámbito de acción del cargo | |
| | | Entrega respuestas oportunas en los plazos estipulados | |

| REQUISITOS PARA EL DESEMPEÑO DEL CARGO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ESTUDIOS/ FORMACIÓN INDISPENSABLE | NIVEL EDUCACIONAL | ENSEÑANZA MEDIA | ENSEÑANZA TECNICA | ENSEÑANZA SUPERIOR |
| | | | | X |
| | ESTUDIOS ACADÉMICOS | NOMBRE TÍTULO (S) | | SEMESTRES (N°) |
| | | Título Profesional de las áreas de la Ingeniería Civil, Ingeniería Comercial, Construcción Civil, Arquitectura, Abogado, Administración Pública. | | 10 semestres |
| | ESTUDIOS DE POSTGRADO | ÁREA DE FORMACIÓN SEGÚN DIRECTORIO DE ACREDITACIONDES MINEDUC | | |
| | | Gestión pública (deseable) | | |

| COMPETENCIAS REQUERIDAS PARA EL CARGO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| COMPETENCIAS TRANSVERSALES | | | | |
| NOMBRE COMPETENCIA | | NIVEL ESPERADO | DEFINICION NIVEL | PESO DE LA COMPETENCIA |
| 1 | ORIENTACION AL CLIENTE | 3 | 1. Conoce cabalmente las necesidades y expectativas de los clientes internos y externos de la Institución. | 15% |

## COMPETENCIAS REQUERIDAS PARA EL CARGO

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

| | NOMBRE COMPETENCIA | NIVEL ESPERADO | DEFINICION NIVEL | PESO DE LA COMPETENCIA |
|---|---|---|---|---|
| | | | 2. Establece estándares para los procesos de que es responsable, adecuándolos a los criterios de calidad de los clientes. | |
| | | | 3. Motiva al personal a su cargo en la valoración del cliente y sus necesidades, comprometiéndolos en su satisfacción. | |
| | | | 4. Promueve acciones que permitan anticiparse a los requerimientos de los clientes. | |
| **2** | ORIENTACION A LA EFICIENCIA | **3** | 1. Declara la importancia de los objetivos de gestión establecidos por el Gobierno y promueve su cumplimiento dentro de la Institución | 15% |
| | | | 2. Respalda nuevos proyectos destinados a incrementar la eficiencia de la Institución | |
| | | | 3. Estimula a los funcionarios a hacer un uso cuidadoso y racional de los recursos | |
| | | | 4. Crea condiciones que le permitan tomar decisiones con rapidez, cautelando los intereses de la Institución | |

### COMPETENCIAS ESPECIFICAS CONDUCTUALES

| | NOMBRE COMPETENCIA | NIVEL ESPERADO | DEFINICION NIVEL | PESO DE LA COMPETENCIA |
|---|---|---|---|---|
| **1** | LIDERAZGO | 2 | 1. Presenta conductas que generan condiciones de reconocimiento por parte de los otros integrantes del equipo de trabajo. | 20% |
| | | | 2. Integra el equipo de trabajo en la gestión de la unidad, departamento y/o dependencia a la que pertenecen. | |
| | | | 3. Promueve de manera constante la participación de los miembros del equipo de trabajo, motivándolos para el logro de los objetivos y metas del Servicio. | |
| | | | 4. Genera las condiciones de confianza necesarias dentro del equipo para desarrollar las tareas y/o proyectos, logrando un buen ambiente de trabajo. | |
| | | | 5. Retroalimenta esporádicamente a sus colaboradores en su desempeño. | |

| COMPETENCIAS ESPECIFICAS CONDUCTUALES | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **NOMBRE COMPETENCIA** | | **NIVEL ESPERADO** | **DEFINICION NIVEL** | **PESO DE LA COMPETENCIA** |
| **2** | TOMA DE DECISIONES | 2 | 1. Determina la sistematización de la información recabada de distintas fuentes para su posterior procesamiento y análisis. | 15% |
| | | | 2. Integra en el análisis las variables en pro de un resultado satisfactorio. | |
| | | | 3. Prioriza los costos y beneficios de la decisión a corto y mediano plazo. | |
| **3** | PERSPECTIVA GLOBAL | 2 | 1. Propone líneas de análisis, respecto del quehacer de la institución, que aseguren una permanente inclusión de los avances técnicos, operativos y de gestión, que se pueden vincular a los proyectos emergentes del área | 15% |
| | | | 2. Coordina las acciones de los proyectos del área, de manera que son adecuadamente consideradas las expectativas, necesidades y exigencias formales de otras dependencias del Ministerio. | |
| | | | 3. Comprende el quehacer general de cada Servicio, informándose del impacto interno y externo. | |
| | | | 4. Mantiene equipos de trabajo multidisciplinarios con participación de personas de diversas organizaciones a fin de garantizar la cooperación al logro de objetivos institucionales. | |
| **4** | PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN | 3 | 1. Logra delegar tareas priorizando las acciones del equipo de trabajo para el logro de los objetivos y metas consideradas en la planificación. | 10% |
| | | | 2. Planifica las tareas propias y del equipo de trabajo elaborando planes de acción a mediano y largo plazo, permitiendo la reorganización y anticipación de manera eficaz en función de posibles imprevistos. | |
| | | | 3. Promueve, dentro de los(as) integrantes del equipo de trabajo, la priorización de las tareas y el cumplimiento de metas, fortaleciendo un clima que facilite la organización eficiente y la prevención de posibles dificultades. | |
| | | | 4. Realiza seguimiento sistemático al avance de lo planificado, sugiriendo mejoras. | |

| COMPETENCIAS ESPECIFICAS FUNCIONALES | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **NOMBRE COMPETENCIA** | | **NIVEL ESPERADO** | **DEFINICION NIVEL** | **PESO DE LA COMPETENCIA** |
| **1** | DESARROLLO DE PERSONAS | 2 | 1. Apoya constantemente al equipo de trabajo y a quienes le rodean para que mejoren continuamente. | 10% |
| | | | 2. Retroalimenta y comparte sus conocimientos, contribuyendo al logro de los objetivos del Servicio y al crecimiento de los equipos de trabajo que integra. | |
| | | | 3. Mantiene un clima laboral, en su entorno inmediato, propicio para favorecer el intercambio de información y el continuo aprendizaje. | |

## 2. IDENTIFICACIÓN DEL CARGO

| | |
|---|---|
| **NOMBRE DEL CARGO** | **AGENTE REGIONAL DE EXPEDIENTES** |
| **UNIDAD DE DESEMPEÑO** | UNIDAD DE ADMINISTRACION DE RECURSOS HIDRICOS |
| **NOMBRE DEL CARGO DE LA JEFATURA DIRECTA** | DIRECTOR REGIONAL DE AGUAS |
| **UNIDAD SUPERIOR DIRECTA DE DEPENDENCIA** | DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS |

**DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL CARGO**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **OBJETIVO DEL CARGO** | | Planificar, coordinar y supervisar las labores de la Unidad de Administración de Recursos Hídricos regional, orientadas a la tramitación integral de las solicitudes relacionadas con la adquisición y ejercicio de derechos de aprovechamiento de aguas, y atender a los solicitantes. | |
| **FUNCIONES PRINCIPALES** | | **ACTIVIDADES** | **RESULTADO FINAL ESPERADO DE LA FUNCIÓN** |
| **1** | Supervisar y coordinar toda la tramitación de solicitudes de adquisición y ejercicio de derechos y aprovechamiento de aguas, e involucrados en la solicitud | Distribuye expedientes (solicitudes) a los profesionales técnicos a su cargo. | Total tramitación de expedientes |
| | | Supervisa la tramitación de cada solicitud en sus distintas etapas. | |
| | | Supervisa el cumplimiento de las normas y criterios establecidos por ley. | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **2** | Atender a los solicitantes y otros usuarios. | Atiende a los usuarios en forma personaliza, vía correo electrónico, telefónicamente y vía OIRS. | Resolución de consulta de los usuarios, adecuada y en plazos. |
| | | Responde en forma presencial, a través de la web, y por medio de respuestas escritas, las consultas de los usuarios internos y externos. | |
| **3** | Velar por el cumplimiento de las metas de gestión asignadas a la unidad. | Programa mensualmente la cantidad de expedientes a tramitar por técnico. | Cumplimiento de metas anuales programadas. |
| | | Realiza reuniones de ajuste de programación y monitoreo del avance del cumplimiento. | |
| | | Valida la información ingresada al sistema CPA. | |
| **4** | Interactuar con el Departamento de Administración de Recursos Hídricos. | Comunica consultas técnicas para resolver solicitudes en trámite, e informa solicitudes de requerimientos para avanzar en la tramitación de expedientes detenidos por estudios específicos del Departamento de Administración de Recursos Hídricos. | Gestión coordinada con el Departamento de Administración de Recursos Hídricos. |
| | | Recibe lineamientos, criterios e información general para resolver solicitudes. | |
| | | Participa en diversas instancias de entrega de criterios, lineamientos e información general por parte del Departamento de Administración de Recursos Hídricos. | |

## COMPETENCIAS REQUERIDAS PARA EL CARGO

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

| | NOMBRE COMPETENCIA | NIVEL ESPERADO | DEFINICION NIVEL | PESO DE LA COMPE-TENCIA |
|---|---|---|---|---|
| 1 | ORIENTACION AL CLIENTE | 3 | 1. Conoce cabalmente las necesidades y expectativas de los clientes internos y externos de la Institución. | 15% |
| | | | 2. Establece estándares para los procesos de que es responsable, adecuándolos a los criterios de calidad de los clientes. | |
| | | | 3. Motiva al personal a su cargo en la valoración del cliente y sus necesidades, comprometiéndolos en su satisfacción. | |

| COMPETENCIAS REQUERIDAS PARA EL CARGO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| COMPETENCIAS TRANSVERSALES | | | | |
| | NOMBRE COMPETENCIA | NIVEL ESPERADO | DEFINICION NIVEL | PESO DE LA COMPE-TENCIA |
| | | | 4. Promueve acciones que permitan anticiparse a los requerimientos de los clientes. | |
| 2 | ORIENTACION A LA EFICIENCIA | 3 | 1. Declara la importancia de los objetivos de gestión establecidos por el Gobierno y promueve su cumplimiento dentro de la Institución | 15% |
| | | | 2. Respalda nuevos proyectos destinados a incrementar la eficiencia de la Institución | |
| | | | 3. Estimula a los funcionarios a hacer un uso cuidadoso y racional de los recursos | |
| | | | 4. Crea condiciones que le permitan tomar decisiones con rapidez, cautelando los intereses de la Institución | |

| COMPETENCIAS ESPECIFICAS CONDUCTUALES | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | NOMBRE COMPETENCIA | NIVEL ESPERADO | DEFINICION NIVEL | PESO DE LA COMPE-TENCIA |
| 1 | LIDERAZGO | 2 | 1. Presenta conductas que generan condiciones de reconocimiento por parte de los otros integrantes del equipo de trabajo. | 20% |
| | | | 2. Integra el equipo de trabajo en la gestión de la unidad, departamento y/o dependencia a la que pertenecen. | |
| | | | 3. Promueve de manera constante la participación de los miembros del equipo de trabajo, motivándolos para el logro de los objetivos y metas del Servicio. | |
| | | | 4. Genera las condiciones de confianza necesarias dentro del equipo para desarrollar las tareas y/o proyectos, logrando un buen ambiente de trabajo. | |
| | | | 5. Retroalimenta esporádicamente a sus colaboradores en su desempeño. | |
| 2 | TOMA DE DECISIONES | 2 | 1. Determina la sistematización de la información recabada de distintas fuentes para su posterior procesamiento y análisis. | 15% |
| | | | 2. Integra en el análisis las variables en pro de un resultado satisfactorio. | |

| COMPETENCIAS ESPECIFICAS CONDUCTUALES | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **NOMBRE COMPETENCIA** | | **NIVEL ESPERADO** | **DEFINICION NIVEL** | **PESO DE LA COMPE-TENCIA** |
| | | | 3. Prioriza los costos y beneficios de la decisión a corto y mediano plazo. | |
| 3 | PERSPECTIVA GLOBAL | 2 | 1. Propone líneas de análisis, respecto del quehacer de la institución, que aseguren una permanente inclusión de los avances técnicos, operativos y de gestión, que se pueden vincular a los proyectos emergentes del área | 15% |
| | | | 2. Coordina las acciones de los proyectos del área, de manera que son adecuadamente consideradas las expectativas, necesidades y exigencias formales de otras dependencias del Ministerio. | |
| | | | 3. Comprende el quehacer general de cada Servicio, informándose del impacto interno y externo. | |
| | | | 4. Mantiene equipos de trabajo multidisciplinarios con participación de personas de diversas organizaciones a fin de garantizar la cooperación al logro de objetivos institucionales. | |
| 4 | PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN | 3 | 1. Logra delegar tareas priorizando las acciones del equipo de trabajo para el logro de los objetivos y metas consideradas en la planificación. | |
| | | | 2. Planifica las tareas propias y del equipo de trabajo elaborando planes de acción a mediano y largo plazo, permitiendo la reorganización y anticipación de manera eficaz en función de posibles imprevistos. | |
| | | | 3. Promueve, dentro de los(as) integrantes del equipo de trabajo, la priorización de las tareas y el cumplimiento de metas, fortaleciendo un clima que facilite la organización eficiente y la prevención de posibles dificultades. | |
| | | | 4. Realiza seguimiento sistemático al avance de lo planificado, sugiriendo mejoras. | 10% |

| COMPETENCIAS ESPECIFICAS FUNCIONALES | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **NOMBRE COMPETENCIA** | | **NIVEL ESPERADO** | **DEFINICION NIVEL** | **PESO DE LA COMPE-TENCIA** |
| **1** | DESARROLLO DE PERSONAS | 2 | 1. Apoya constantemente al equipo de trabajo y a quienes le rodean para que mejoren continuamente. | 10% |
| | | | 2. Retroalimenta y comparte sus conocimientos, contribuyendo al logro de los objetivos del Servicio y al crecimiento de los equipos de trabajo que integra. | |
| | | | 3. Mantiene un clima laboral, en su entorno inmediato, propicio para favorecer el intercambio de información y el continuo aprendizaje. | |

## 3. IDENTIFICACIÓN DEL CARGO

| | |
|---|---|
| **NOMBRE DEL CARGO** | **JEFATURA HIDROLOGIA** |
| **UNIDAD DE DESEMPEÑO** | UNIDAD DE HIDROLOGIA |
| **NOMBRE DEL CARGO DE LA JEFATURA DIRECTA** | DIRECTOR REGIONAL DE AGUAS |
| **UNIDAD SUPERIOR DIRECTA DE DEPENDENCIA** | DIRECCION REGIONAL DE AGUAS |

| DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL CARGO | | | |
|---|---|---|---|
| **OBJETIVO DEL CARGO** | | Coordinar, controlar y supervisar la operación y mantención de la red hidrometeorológica regional, así como de la planificación, ejecución y control de la asignación presupuestaria de la Unidad orientadas a efectuar las labores de mantención de las estaciones la red hidrometeorológica regional. | |
| **FUNCIONES PRINCIPALES** | | **ACTIVIDADES** | **RESULTADO FINAL ESPERADO DE LA FUNCIÓN** |
| **1** | Coordinar, controlar y supervisar la operación y mantención de la red hidrometeorológica regional. | Coordina a nivel provincial y regional de las tareas y labores inherentes a la operación y mantención de la red hidrometeorológica regional | Porcentaje de estaciones de la red hidrometeorológica que se mantienen operativas, respecto del total de estaciones que componen la red hidrometeorológica |
| | | Supervisa el correcto funcionamiento de las estaciones de la red hidrometeorológica regional | |

| DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL CARGO | | | |
|---|---|---|---|
| **OBJETIVO DEL CARGO** | | Coordinar, controlar y supervisar la operación y mantención de la red hidrometeorológica regional, así como de la planificación, ejecución y control de la asignación presupuestaria de la Unidad orientadas a efectuar las labores de mantención de las estaciones la red hidrometeorológica regional. | |
| **FUNCIONES PRINCIPALES** | | **ACTIVIDADES** | **RESULTADO FINAL ESPERADO DE LA FUNCIÓN** |
| | | Revisa la información generada por la red hidrometeorológica regional, así como planifica, coordina y supervisa el trabajo de todo el personal que conforma el equipo técnico de la Unidad, sin perjuicio de la necesaria coordinación con la División de Hidrología de la DGA y con la Dirección Regional. | |
| **2** | Planificar, ejecutar y controlar la asignación presupuestaria de la Unidad orientadas a efectuar las labores de mantención de las estaciones la red hidrometeorológica regional. | Planifica, elabora y somete a la aprobación de la Dirección Regional el presupuesto y programa de inversión anual necesario para | Cumplimiento de la ejecución presupuestaria asignada a la Unidad. |
| | | La óptima y segura operación y mantención de la red Hidrometeorológica regional. | |
| | | Prepara bases en licitaciones de mantención de estaciones, arriendo maquinarias, etc., y evalúa las propuestas; fiscalizar y recepcionar obras licitadas y autoriza pagos a contratistas. | |
| | | Controla e informa periódicamente a la Dirección Regional y a la División de Hidrología del avance y ejecución presupuestaria asignada a la Unidad. | |
| **3** | Coordinar, controlar y ejecutar las gestiones inherentes a las responsabilidad de Encargado Regional de Prevención de Riesgos | Planifica, elabora y somete a la aprobación de la Dirección Regional las necesidades de elementos de protección personal para los funcionarios de la Dirección Regional. | Cumplimiento de la ejecución presupuestaria asignada y del programa anual del Sistema de higiene, seguridad y mejoramiento de los ambientes de trabajo de la Dirección Regional. |
| | | Ejecuta y controla la asignación presupuestaria respecto Prevención de Riesgos. | |

| DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL CARGO | | | |
|---|---|---|---|
| **OBJETIVO DEL CARGO** | | Coordinar, controlar y supervisar la operación y mantención de la red hidrometeorológica regional, así como de la planificación, ejecución y control de la asignación presupuestaria de la Unidad orientadas a efectuar las labores de mantención de las estaciones la red hidrometeorológica regional. | |
| **FUNCIONES PRINCIPALES** | | **ACTIVIDADES** | **RESULTADO FINAL ESPERADO DE LA FUNCIÓN** |
| | | Planifica y ejecuta el programa anual del Sistema de higiene, seguridad y mejoramiento de los ambientes de trabajo de la Dirección Regional, así como de la entrega de informes inherentes a la función. | |
| **4** | Coordinar y gestionar la operación y entrega oportuna de información respecto de las estaciones asociadas a la Operación del Sistema de Alerta de Crecidas. | Coordina y gestiona la operación y entrega oportuna de información respecto de las estaciones asociadas a la Operación del Sistema de Alerta de Crecidas. | Entrega oportuna de información respecto de las estaciones asociadas a la Operación del Sistema de Alerta de Crecidas. |

| COMPETENCIAS ESPECIFICAS CONDUCTUALES | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **NOMBRE COMPETENCIA** | | **NIVEL ESPERADO** | **DEFINICION NIVEL** | **PESO DE LA COMPETEN-CIA** |
| **1** | LIDERAZGO | 2 | 1. Presenta conductas que generan condiciones de reconocimiento por parte de los otros integrantes del equipo de trabajo.<br>2. Integra el equipo de trabajo en la gestión de la unidad, departamento y/o dependencia a la que pertenecen.<br>3. Promueve de manera constante la participación de los miembros del equipo de trabajo, motivándolos para el logro de los objetivos y metas del Servicio.<br>4. Genera las condiciones de confianza necesarias dentro del equipo para desarrollar las tareas y/o proyectos, logrando un buen ambiente de trabajo.<br>5. Retroalimenta esporádicamente a sus colaboradores en su desempeño. | 20% |
| **2** | TOMA DE DECISIONES | 2 | 1. Determina la sistematización de la información recabada de distintas fuentes para su posterior procesamiento y análisis. | 15% |

| COMPETENCIAS ESPECIFICAS CONDUCTUALES | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **NOMBRE COMPETENCIA** | | **NIVEL ESPERADO** | **DEFINICION NIVEL** | **PESO DE LA COMPETEN-CIA** |
| | | | 2. Integra en el análisis las variables en pro de un resultado satisfactorio. | |
| | | | 3. Prioriza los costos y beneficios de la decisión a corto y mediano plazo. | |
| **3** | PERSPECTIVA GLOBAL | 2 | 1. Propone líneas de análisis, respecto del quehacer de la institución, que aseguren una permanente inclusión de los avances técnicos, operativos y de gestión, que se pueden vincular a los proyectos emergentes del área | 15% |
| | | | 2. Coordina las acciones de los proyectos del área, de manera que son adecuadamente consideradas las expectativas, necesidades y exigencias formales de otras dependencias del Ministerio. | |
| | | | 3. Comprende el quehacer general de cada Servicio, informándose del impacto interno y externo. | |
| | | | 4. Mantiene equipos de trabajo multidisciplinarios con participación de personas de diversas organizaciones a fin de garantizar la cooperación al logro de objetivos institucionales. | |
| **4** | PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN | 3 | 1. Logra delegar tareas priorizando las acciones del equipo de trabajo para el logro de los objetivos y metas consideradas en la planificación. | 10% |
| | | | 2. Planifica las tareas propias y del equipo de trabajo elaborando planes de acción a mediano y largo plazo, permitiendo la reorganización y anticipación de manera eficaz en función de posibles imprevistos. | |
| | | | 3. Promueve, dentro de los(as) integrantes del equipo de trabajo, la priorización de las tareas y el cumplimiento de metas, fortaleciendo un clima que facilite la organización eficiente y la prevención de posibles dificultades. | |
| | | | 4. Realiza seguimiento sistemático al avance de lo planificado, sugiriendo mejoras. | |

| COMPETENCIAS ESPECIFICAS FUNCIONALES | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **NOMBRE COMPETENCIA** | | **NIVEL ESPERADO** | **DEFINICION NIVEL** | **PESO DE LA COMPETENCIA** |
| **1** | DESARROLLO DE PERSONAS | 2 | 1. Apoya constantemente al equipo de trabajo y a quienes le rodean para que mejoren continuamente. | 10% |
| | | | 2. Retroalimenta y comparte sus conocimientos, contribuyendo al logro de los objetivos del Servicio y al crecimiento de los equipos de trabajo que integra. | |

| COMPETENCIAS ESPECIFICAS FUNCIONALES | | | | |
|---|---|---|---|---|
| NOMBRE COMPETENCIA | | NIVEL ESPERADO | DEFINICION NIVEL | PESO DE LA COMPETENCIA |
| | | | 3. Mantiene un clima laboral, en su entorno inmediato, propicio para favorecer el intercambio de información y el continuo aprendizaje. | |

| 4. IDENTIFICACIÓN DEL CARGO | |
|---|---|
| NOMBRE DEL CARGO | JEFATURA DE FISCALIZACIÓN Y MEDIO AMBIENTE |
| UNIDAD DE DESEMPEÑO | UNIDAD DE FISCALIZACIÓN Y MEDIO AMBIENTE |
| NOMBRE DEL CARGO DE LA JEFATURA DIRECTA | DIRECTOR REGIONAL DE AGUAS |
| UNIDAD SUPERIOR DIRECTA DE DEPENDENCIA | DIRECCIÓN REGIONAL DE AGUAS |

| DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL CARGO | | | |
|---|---|---|---|
| OBJETIVO DEL CARGO | Planificar, coordinar y supervisar las labores de la Unidad de Fiscalización y Medio Ambiente Regional, cumpliendo adecuadamente con las facultades de fiscalización que entrega el Código de Aguas a la D.G.A., ya sea en el área relacionada con obras en cauces naturales y artificiales, organizaciones de usuarios/as, extracciones de aguas superficiales y subterráneas y acciones en épocas de sequía. Además, cumplir con la competencia ambiental que otorga a este Servicio la Ley de Bases del medio Ambiente y su reglamento | | |
| FUNCIONES PRINCIPALES | | ACTIVIDADES | RESULTADO FINAL ESPERADO DE LA FUNCION |
| 1 | Velar por el cumplimiento de la normativa y procedimientos ministeriales | Ejerce todas las funciones y facultades de fiscalización del Servicio establecidas en el Código de Aguas, siguiendo los procedimientos y criterios técnicos establecidos por la Unidad de Fiscalización Nivel Central | Cumplir adecuadamente con las facultades de fiscalización que entrega el Código de Aguas a la D.G.A., ya sea en el área relacionada con obras en cauces naturales y artificiales, organizaciones de usuarios/as, extracciones de aguas superficiales y subterráneas y acciones en época de sequía |

| DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL CARGO | | | |
|---|---|---|---|
| **OBJETIVO DEL CARGO** | | Planificar, coordinar y supervisar las labores de la Unidad de Fiscalización y Medio Ambiente Regional, cumpliendo adecuadamente con las facultades de fiscalización que entrega el Código de Aguas a la D.G.A., ya sea en el área relacionada con obras en cauces naturales y artificiales, organizaciones de usuarios/as, extracciones de aguas superficiales y subterráneas y acciones en épocas de sequía. Además, cumplir con la competencia ambiental que otorga a este Servicio la Ley de Bases del medio Ambiente y su reglamento | |
| **FUNCIONES PRINCIPALES** | | **ACTIVIDADES** | **RESULTADO FINAL ESPERADO DE LA FUNCION** |
| **2** | Planificar las actividades del departamento / unidad a su cargo según lineamientos ministeriales y objetivos de la unidad a su cargo | Planifica coordina y supervisa las labores y cumplimiento de metas de la Unidad de Fiscalización Regional, cumpliendo adecuadamente con las facultades de fiscalización y con la competencia ambiental que se otorga a la DGA por Ley de Bases del medio Ambiente y su reglamento | Cumplir los objetivos y metas propuestas, según los lineamientos ministeriales y facultados en la unidad de fiscalización según lo dispuesto en el Código de Aguas. |
| **3** | Gestionar el cumplimiento de los indicadores de gestión a su cargo | Supervisar el planteamiento de metas de la Unidad, como resultado de la gestión en labores de tramitación de los expedientes VV relativo a denuncias por infracciones al Código de Aguas | Supervisar el planteamiento de metas de la Unidad, cumpliendo con los objetivos y lineamientos que se facultan a la D.G.A. del Ministerio de Obras Públicas |
| **4** | Apoyar en términos técnicos a clientes internos y externos en materias propias de su especialidad | Emite Informes técnicos por recursos de reconsideración a resoluciones regionales a expedientes VV (expedientes de fiscalizaciones) | Cumplir adecuadamente con las facultades de fiscalización dispuestas en el Código de Aguas |
| | | Realiza peritajes e informes solicitados por Juzgados, Cortes, Ministerio Publico, Consejo de Defensa del Estado y otros relacionados con la causa por infracción al Código de Aguas. | |
| | | Apoyar con gestión declarada en época de sequía o escasez hídrica. | |
| | | Revisa y da visto bueno (V° B°) a los informes de evaluación ambiental emitidos por la unidad, respecto de proyectos que ingresen al Sistema de Evaluación Ambiental. | |

## COMPETENCIAS REQUERIDAS PARA EL CARGO

### COMPETENCIAS TRANSVERSALES

| | NOMBRE COMPETENCIA | NIVEL ESPERADO | DEFINICION NIVEL | PESO DE LA COMPETEN-CIA |
|---|---|---|---|---|
| **1** | ORIENTACION AL CLIENTE | 3 | 1. Conoce cabalmente las necesidades y expectativas de los clientes internos y externos de la Institución. | 15% |
| | | | 2. Establece estándares para los procesos de que es responsable, adecuándolos a los criterios de calidad de los clientes. | |
| | | | 3. Motiva al personal a su cargo en la valoración del cliente y sus necesidades, comprometiéndolos en su satisfacción. | |
| | | | 4. Promueve acciones que permitan anticiparse a los requerimientos de los clientes. | |
| **2** | ORIENTACION A LA EFICIENCIA | 3 | 1. Declara la importancia de los objetivos de gestión establecidos por el Gobierno y promueve su cumplimiento dentro de la Institución | 15% |
| | | | 2. Respalda nuevos proyectos destinados a incrementar la eficiencia de la Institución | |
| | | | 3. Estimula a los funcionarios a hacer un uso cuidadoso y racional de los recursos | |
| | | | 4. Crea condiciones que le permitan tomar decisiones con rapidez, cautelando los intereses de la Institución | |

## COMPETENCIAS ESPECIFICAS CONDUCTUALES

| | NOMBRE COMPETENCIA | NIVEL ESPERADO | DEFINICION NIVEL | PESO DE LA COMPETENCIA |
|---|---|---|---|---|
| **1** | LIDERAZGO | 2 | 1. Presenta conductas que generan condiciones de reconocimiento por parte de los otros integrantes del equipo de trabajo. | 20% |
| | | | 2. Integra el equipo de trabajo en la gestión de la unidad, departamento y/o dependencia a la que pertenecen. | |
| | | | 3. Promueve de manera constante la participación de los miembros del equipo de trabajo, motivándolos para el logro de los objetivos y metas del Servicio. | |
| | | | 4. Genera las condiciones de confianza necesarias dentro del equipo para desarrollar las tareas y/o proyectos, logrando un buen ambiente de trabajo. | |
| | | | 5. Retroalimenta esporádicamente a sus colaboradores en su desempeño. | |
| **2** | TOMA DE DECISIONES | 2 | 1. Determina la sistematización de la información recabada de distintas fuentes para su posterior procesamiento y análisis. | 15% |

## COMPETENCIAS ESPECIFICAS CONDUCTUALES

| NOMBRE COMPETENCIA | | NIVEL ESPERADO | DEFINICION NIVEL | PESO DE LA COMPETENCIA |
|---|---|---|---|---|
| | | | 2. Integra en el análisis las variables en pro de un resultado satisfactorio. | |
| | | | 3. Prioriza los costos y beneficios de la decisión a corto y mediano plazo. | |
| **3** | PERSPECTIVA GLOBAL | 2 | 1. Propone líneas de análisis, respecto del quehacer de la institución, que aseguren una permanente inclusión de los avances técnicos, operativos y de gestión, que se pueden vincular a los proyectos emergentes del área | 15% |
| | | | 2. Coordina las acciones de los proyectos del área, de manera que son adecuadamente consideradas las expectativas, necesidades y exigencias formales de otras dependencias del Ministerio. | |
| | | | 3. Comprende el quehacer general de cada Servicio, informándose del impacto interno y externo. | |
| | | | 4. Mantiene equipos de trabajo multidisciplinarios con participación de personas de diversas organizaciones a fin de garantizar la cooperación al logro de objetivos institucionales. | |
| **4** | PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN | 3 | 1. Logra delegar tareas priorizando las acciones del equipo de trabajo para el logro de los objetivos y metas consideradas en la planificación. | 10% |
| | | | 2. Planifica las tareas propias y del equipo de trabajo elaborando planes de acción a mediano y largo plazo, permitiendo la reorganización y anticipación de manera eficaz en función de posibles imprevistos. | |
| | | | 3. Promueve, dentro de los(as) integrantes del equipo de trabajo, la priorización de las tareas y el cumplimiento de metas, fortaleciendo un clima que facilite la organización eficiente y la prevención de posibles dificultades. | |
| | | | 4. Realiza seguimiento sistemático al avance de lo planificado, sugiriendo mejoras. | |

## COMPETENCIAS ESPECIFICAS FUNCIONALES

| NOMBRE COMPETENCIA | | NIVEL ESPERADO | DEFINICION NIVEL | PESO DE LA COMPETENCIA |
|---|---|---|---|---|
| **1** | DESARROLLO DE PERSONAS | 2 | 1. Apoya constantemente al equipo de trabajo y a quienes le rodean para que mejoren continuamente. | 10% |
| | | | 2. Retroalimenta y comparte sus conocimientos, contribuyendo al logro de los objetivos del Servicio y al crecimiento de los equipos de trabajo que integra. | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | 3. Mantiene un clima laboral, en su entorno inmediato, propicio para favorecer el intercambio de información y el continuo aprendizaje. | |

## 5. IDENTIFICACIÓN DEL CARGO

| | |
|---|---|
| **NOMBRE DEL CARGO** | **JEFATURA ADMINISTRATIVA REGIONAL** |
| **UNIDAD DE DESEMPEÑO** | DIRECCIONES REGIONALES |
| **NOMBRE DEL CARGO DE LA JEFATURA DIRECTA** | DIRECTOR REGIONAL |
| **UNIDAD SUPERIOR DIRECTA DE DEPENDENCIA** | DIRECCIÓN REGIONAL |

## DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL CARGO

| | | | |
|---|---|---|---|
| **OBJETIVO DEL CARGO** | | Administrar en forma eficiente y eficaz, los recursos humanos, materiales y financieros de la Dirección Regional. | |
| **FUNCIONES PRINCIPALES** | | **ACTIVIDADES** | **RESULTADO FINAL ESPERADO DE LA FUNCIÓN** |
| **1** | Apoyar al Director Regional en su gestión de administración de los recursos humanos, financieros y materiales y algunos tópicos transversales a los Servicios Regionales. | Realiza reuniones de coordinación y revisión de materias administrativo-financieras. | Gestión eficaz y eficiente de la Dirección Regional |
| | | Revisa normativa y disposiciones vigentes aplicables a estos ámbitos de acción | |
| | | Revisa y aplica instrucciones impartidas desde el Nivel Central en estas áreas | |
| **2** | Planificar las actividades del departamento Administrativo, según lineamientos ministeriales y objetivos de la unidad a su cargo | Revisa instrucciones impartidas por el Nivel Central, atingentes al área administrativa | Cumplir con objetivos de la unidad |
| | | Realiza reuniones de trabajo con su equipo a cargo, a objeto de planificar las actividades a desarrollar | |
| **3** | Controlar la ejecución del presupuesto asignado para el período. Formular y administrar el presupuesto de gastos comunes y consumos básicos de la Dirección Regional | Revisa instrucciones impartidas por el Nivel Central en materias de ejecución presupuestaria | Ejecución cabal e íntegra del presupuesto asociado |
| | | Revisa estados de avance de la ejecución presupuestaria de manera periódica | |
| | | Revisa desviaciones o situaciones críticas que pudieran presentarse durante la ejecución del presupuesto | |
| **4** | | Revisa las metas que son de responsabilidad del área administrativa | Cumplimiento de metas e informes que |

| DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL CARGO | | | |
|---|---|---|---|
| **OBJETIVO DEL CARGO** | | Administrar en forma eficiente y eficaz, los recursos humanos, materiales y financieros de la Dirección Regional. | |
| **FUNCIONES PRINCIPALES** | | **ACTIVIDADES** | **RESULTADO FINAL ESPERADO DE LA FUNCIÓN** |
| | Gestionar el cumplimiento de los indicadores de gestión a su cargo | Prepara los informes y la documentación de respaldo para la verificación del cumplimiento de los indicadores | respalden la ejecución de los indicadores |
| | | Solicita los antecedentes a otras unidades o a los actores involucrados que se requieran y que participen de la ejecución de los indicadores | |
| **5** | Apoyar en términos técnicos a clientes internos y externos en materias propias de su especialidad | Realiza reuniones con los clientes internos para coordinar acciones de trabajo en conjunto | Satisfacción de los usuarios en cuanto a que sus consultas han sido resueltas |
| | | Resuelve consultas de clientes externos, canalizando las solicitudes de información a las unidades que correspondan | |
| **6** | Adquirir activos físicos y materiales para el funcionamiento de la Dirección Regional, por medio del sistema Chilecompra | Planifica plan de compras para la Dirección Regional y lo aplica | Ejecución del plan de compras |
| | | Revisa catálogo de compras vigentes en el portal Chilecompra | |
| | | Realiza compras de acuerdo a presupuesto y necesidades de la Seremi | |

| COMPETENCIAS REQUERIDAS PARA EL CARGO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **COMPETENCIAS TRANSVERSALES** | | | | |
| **NOMBRE COMPETENCIA** | | **NIVEL ESPERADO** | **DEFINICION NIVEL** | **PESO DE LA COMPETENCIA** |
| **1** | ORIENTACION AL CLIENTE | 3 | 1. Conoce cabalmente las necesidades y expectativas de los clientes internos y externos de la Institución. | 15% |
| | | | 2. Establece estándares para los procesos de que es responsable, adecuándolos a los criterios de calidad de los clientes. | |
| | | | 3. Motiva al personal a su cargo en la valoración del cliente y sus necesidades, comprometiéndolos en su satisfacción. | |
| | | | 4. Promueve acciones que permitan anticiparse a los requerimientos de los clientes. | |

| COMPETENCIAS REQUERIDAS PARA EL CARGO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| COMPETENCIAS TRANSVERSALES | | | | |
| NOMBRE COMPETENCIA | | NIVEL ESPERADO | DEFINICION NIVEL | PESO DE LA COMPETENCIA |
| **2** | ORIENTACION A LA EFICIENCIA | 3 | 1. Declara la importancia de los objetivos de gestión establecidos por el Gobierno y promueve su cumplimiento dentro de la Institución | 15% |
| | | | 2. Respalda nuevos proyectos destinados a incrementar la eficiencia de la Institución | |
| | | | 3. Estimula a los funcionarios a hacer un uso cuidadoso y racional de los recursos | |
| | | | 4. Crea condiciones que le permitan tomar decisiones con rapidez, cautelando los intereses de la Institución | |

| COMPETENCIAS ESPECIFICAS CONDUCTUALES | | | | |
|---|---|---|---|---|
| NOMBRE COMPETENCIA | | NIVEL ESPERADO | DEFINICION NIVEL | PESO DE LA COMPETEN-CIA |
| **1** | LIDERAZGO | 2 | 1. Presenta conductas que generan condiciones de reconocimiento por parte de los otros integrantes del equipo de trabajo. | 20% |
| | | | 2. Integra el equipo de trabajo en la gestión de la unidad, departamento y/o dependencia a la que pertenecen. | |
| | | | 3. Promueve de manera constante la participación de los miembros del equipo de trabajo, motivándolos para el logro de los objetivos y metas del Servicio. | |
| | | | 4. Genera las condiciones de confianza necesarias dentro del equipo para desarrollar las tareas y/o proyectos, logrando un buen ambiente de trabajo. | |
| | | | 5. Retroalimenta esporádicamente a sus colaboradores en su desempeño. | |
| **2** | TOMA DE DECISIONES | 2 | 1. Determina la sistematización de la información recabada de distintas fuentes para su posterior procesamiento y análisis. | 15% |
| | | | 2. Integra en el análisis las variables en pro de un resultado satisfactorio. | |
| | | | 3. Prioriza los costos y beneficios de la decisión a corto y mediano plazo. | |
| **3** | PERSPECTIVA GLOBAL | 2 | 1. Propone líneas de análisis, respecto del quehacer de la institución, que aseguren una permanente inclusión de los avances técnicos, operativos y de gestión, que se pueden vincular a los proyectos emergentes del área | 15% |

| COMPETENCIAS ESPECIFICAS CONDUCTUALES | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **NOMBRE COMPETENCIA** | | **NIVEL ESPERADO** | **DEFINICION NIVEL** | **PESO DE LA COMPETEN-CIA** |
| | | | 2. Coordina las acciones de los proyectos del área, de manera que son adecuadamente consideradas las expectativas, necesidades y exigencias formales de otras dependencias del Ministerio. | |
| | | | 3. Comprende el quehacer general de cada Servicio, informándose del impacto interno y externo. | |
| | | | 4. Mantiene equipos de trabajo multidisciplinarios con participación de personas de diversas organizaciones a fin de garantizar la cooperación al logro de objetivos institucionales. | |
| **4** | PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN | 3 | 1. Logra delegar tareas priorizando las acciones del equipo de trabajo para el logro de los objetivos y metas consideradas en la planificación. | 10% |
| | | | 2. Planifica las tareas propias y del equipo de trabajo elaborando planes de acción a mediano y largo plazo, permitiendo la reorganización y anticipación de manera eficaz en función de posibles imprevistos. | |
| | | | 3. Promueve, dentro de los(as) integrantes del equipo de trabajo, la priorización de las tareas y el cumplimiento de metas, fortaleciendo un clima que facilite la organización eficiente y la prevención de posibles dificultades. | |
| | | | 4. Realiza seguimiento sistemático al avance de lo planificado, sugiriendo mejoras. | |
| | | | | |

| COMPETENCIAS ESPECIFICAS FUNCIONALES | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **NOMBRE COMPETENCIA** | | **NIVEL ESPERADO** | **DEFINICION NIVEL** | **PESO DE LA COMPETENCIA** |
| **1** | DESARROLLO DE PERSONAS | 2 | 1. Apoya constantemente al equipo de trabajo y a quienes le rodean para que mejoren continuamente. | 10% |
| | | | 2. Retroalimenta y comparte sus conocimientos, contribuyendo al logro de los objetivos del Servicio y al crecimiento de los equipos de trabajo que integra. | |

| COMPETENCIAS ESPECIFICAS FUNCIONALES | | | | |
|---|---|---|---|---|
| NOMBRE COMPETENCIA | | NIVEL ESPERADO | DEFINICION NIVEL | PESO DE LA COMPETENCIA |
| | | | 3. Mantiene un clima laboral, en su entorno inmediato, propicio para favorecer el intercambio de información y el continuo aprendizaje. | |

La falta de recursos tanto humano como económico son unas de las causas más recurrentes para cumplir a cabalidad con las funciones y atribuciones en la Dirección Regional por cuanto no le es posible realizar con regularidad las fiscalizaciones tanto por denuncias como por inspecciones que se presentan en la oficina regional, así mismo la sobre recarga de los analistas de expedientes para tramitar el gran número de solicitudes de constitución, regularización y traslados de derechos de aprovechamiento, aprobación de proyectos, etc. que se presentan en el Servicio reafirma la situación expuesta. Es también importante destacar la rotación de profesionales que han llegado al Servicio por la renuncia de otros, los cuales deben contar con un período de aprendizaje para realizar su trabajo, situación que atrasa en el Depto. correspondiente, la tramitación de expedientes pendientes.

## 2.4. PARTICIPACIÓN CIUDADANA

### 2.4.1. Introducción

El presente capítulo corresponde al primer informe del proceso de Participación Ciudadana (PAC) del estudio "Plan Maestro de Recursos Hídricos de Maule", el cual consta de 4 Etapas, las que se indican a continuación:

- Etapa I: Levantamiento, recopilación y análisis de información.
- Etapa II: Diagnóstico Técnico.
- Etapa III: Diagnóstico Funcional e Institucional.
- Etapa IV: Propuesta Plan Regional.

El eje central de la PAC es integrar a los actores sociales relevantes en el desarrollo del estudio de manera tal que sus diferentes observaciones, sugerencias y necesidades sean consideradas en el Plan.

Se buscará potenciar los canales de comunicación entre autoridades, profesionales de servicios públicos y comunidad, lo que exige simplificar el lenguaje sin variar su contenido e interpretar necesidades en relación al uso del recurso a nivel general.

Es fundamental para el diseño del Plan Maestro que el diagnóstico realizado sea lo más representativo a la situación actual de la región ya que sobre la base de este diagnóstico, y una vez definidos los objetivos del Plan, se deben identificar las brechas y los elementos o ejes centrales que el Plan debe abordar, los cuales serán los que determinen el plan de acción.

En este capítulo se abordan las actividades definidas en las bases, relativas a la PAC: descripción del área de estudio; identificación y caracterización de los actores sociales; entrevistas y su análisis, además de las reuniones y talleres participativos correspondientes a esta Primera Etapa.

Como es característico del trabajo interdisciplinario realizado por esta consultora, el profesional encargado de Participación Ciudadana ejecutará su trabajo coordinadamente con los profesionales que desarrollan el estudio de ingeniería y con el Inspector Fiscal. Esto resulta imprescindible para la adecuada comunicación e intercambio de información. Para esto se contemplan reuniones de coordinación con la Inspección Fiscal y su Asesoría, así como talleres internos entre las diversas especialidades.

Todo el Estudio irá acompañado de un proceso de Participación Ciudadana que se desarrollará de acuerdo al plan aquí presentado.

A continuación, se exponen los antecedentes metodológicos generales que se consideraran para desarrollar el presente programa y las actividades desarrolladas en la Primera Etapa del estudio.

## 2.4.2. Área de Estudio

### 2.4.2.1. Antecedentes Generales del Territorio

El estudio abarca toda la región del Maule que, con una superficie de 30.296,10 km², representa el 4.0% de la superficie nacional, excluyendo el Territorio Chileno Antártico.

La población se distribuye principalmente en la depresión intermedia, lo que permite la existencia de numerosos poblados pequeños en las zonas rurales. Según INE la población proyectada al 2016 alcanzará a 1.050.322 habitantes y una densidad de 34,7 habitantes por kilómetro cuadrado.

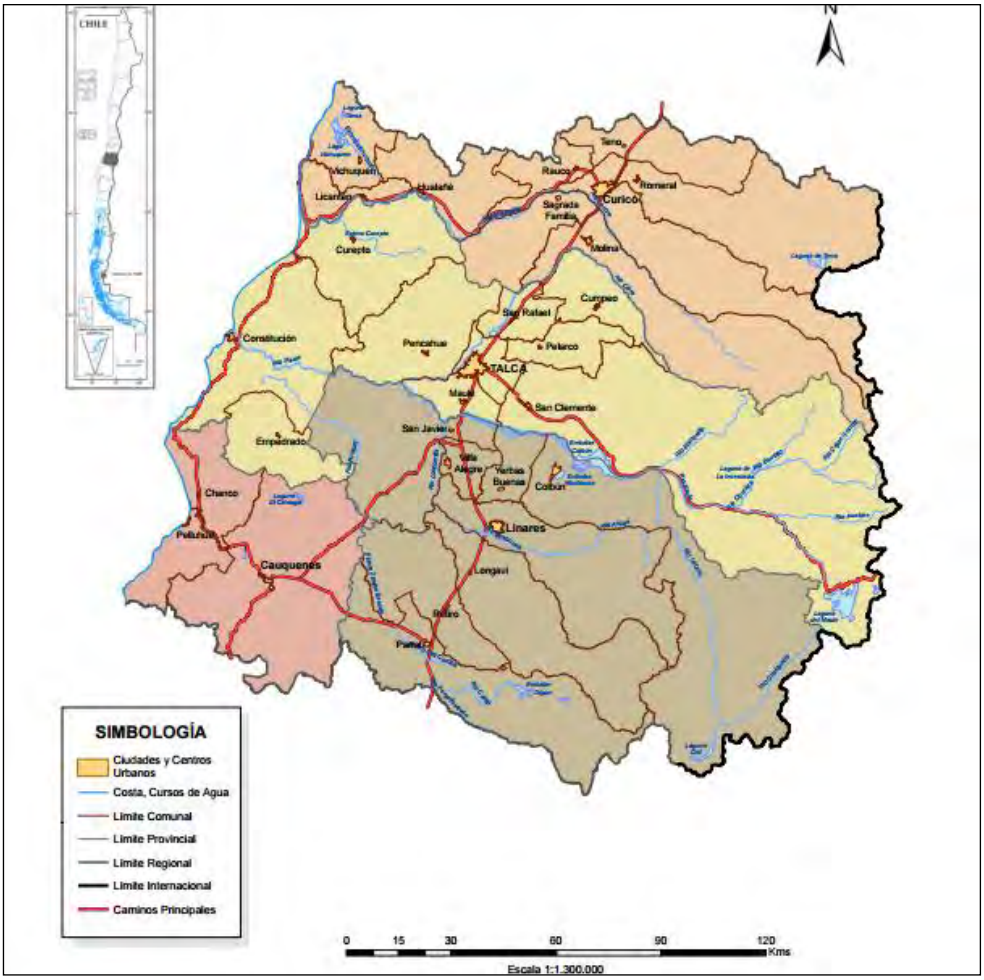
**Tabla 2-69 Antecedentes Estadísticos Regionales**

| POBLACIÓN | CENSO 1982 | CENSO 1992 | CENSO 2002 |
|---|---|---|---|
| **Población total** | 730.587 | 836.141 | 908.097 |
| **Población urbana** | 409.354 | 500.146 | 603.020 |
| **Población rural** | 321.233 | 335.995 | 305.077 |
| **Hombres** | 368.815 | 420.800 | 452.988 |
| **Mujeres** | 361.772 | 415.341 | 455.109 |
| **Índice de masculinidad** | 101,9 | 101,31 | 99,53 |

*Fuente: INE*

La Región del Maule está dividida administrativamente en 30 comunas. Agrupadas en cuatro provincias, Talca, Curicó, Linares y Cauquenes. Es la región con mayor porcentaje de población rural del país, un 33,6 % de su total regional, lo que corresponde a 305.077 habitantes; esto corrobora la vocación agrícola que tiene esta región. Por otro lado, la población urbana, como es la tendencia a nivel nacional, es mayor en la provincia de Talca, en la cual se encuentra la capital regional y que constituye el principal núcleo urbano. Las mujeres, a pesar que es en forma leve, con un 50,1%, son mayoría a nivel regional.

**Figura 2-31 Unidades Político Administrativas**




*Fuente: BCN Chile.*

En la Región del Maule, las capitales provinciales concentran la mayor parte de la población. El 48,9% en la provincia de Curicó; el 57,1% en la provincia de Talca; el 32,7% en la provincia de Linares y el 6,3% en la provincia de Cauquenes.

**Tabla 2-70 Antecedentes Estadísticos por Provincia**

| Provincia | Superficie | Densidad hab/km2 | Población total | Población rural | Población urbana | Mujeres | Hombres |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Curicó** | 7.280,9 | 33,5 | 244.053 | 86.177 | 157.876 | 121.218 | 122.835 |
| **Talca** | 9.937,8 | 35,5 | 352.966 | 86.224 | 266.742 | 178.232 | 174.734 |
| **Linares** | 10.050,2 | 25,2 | 253.990 | 114.248 | 139.472 | 126.927 | 127.063 |
| **Cauquenes** | 3.027,2 | 18,8 | 57.088 | 18.428 | 38.660 | 28.732 | 28.356 |
| | 30.296,1 | | 908.097 | 305.077 | 602.750 | 455.109 | 452.988 |

*Fuente: INE, 2016*

### 2.4.2.2. Unidades de Desarrollo Estratégico

El Plan Maestro tiene cobertura regional, estableciendo en los términos de referencia, que el diagnóstico deberá realizarse por cuenca y que la determinación de las brechas, basada en los objetivos definidos para el Plan, deben estar identificadas y territorializadas también por subcuenca, logrando una mejor representatividad espacial y mayor nivel de detalle de los problemas existentes.

El Plan cubre todas las cuencas de la región, las principales y también los interfluvios o cuencas costeras: río Mataquito, río Maule, las costeras límite regional norte-río Mataquito, costera entre río Mataquito y río Maule, y costera entre el río Maule y límite regional sur.

Con el objeto de conjugar la división administrativa y el límite de las subcuencas, el programa de Participación Ciudadana se desarrolla de acuerdo a una agrupación de comunas, denominadas Unidades de Desarrollo Estratégico (UDE).

La siguiente tabla presenta las UDE acordadas con la DGA para el desarrollo del programa de participación ciudadana, las comunas que incluye y las principales cuencas que abarcan.

**Tabla 2-71 Comunas por Cuencas Prioritarias**

| UDE | COMUNAS | CUENCAS |
|---|---|---|
| 1 | - Romeral<br>- Curicó<br>- Molina<br>- Teno<br>- Rauco<br>- Sagrada Familia<br>- Vichuquén<br>- Hualañe<br>- Licantén | 1) Costeras entre limite región y río Mataquito<br>2) Cuenca río Mataquito |
| 2 | - Constitución<br>- Curepto<br>- Pelluhue<br>- Chanco<br>- Empedrado | 1) Cuenca costera Mataquito-Maule<br>2) Cuenca río Maule (norte)<br>3) Cuenca costeras Maule y límite región |
| 3 | - San Clemente<br>- Maule<br>- Pelarco<br>- Río Claro<br>- San Rafael<br>- Talca<br>- Pencahue | 1) Cuenca costera Mataquito-Maule<br>2) Cuenca río Maule (norte) |
| 4 | - Cauquenes<br>- Parral<br>- Retiro<br>- Longaví<br>- San Javier<br>- Linares<br>- Colbún<br>- Villa Alegre<br>- Yerbas Buenas | 1) Cuenca río Maule (sur)<br>2) Cuenca costeras Maule y límite región. |

*Fuente: Elaboración Propia*

Las Unidades de Desarrollo Estratégico (UDE) son representadas en la siguiente Unidades de Desarrollo Estratégico, Figura 6-2.

**Figura 2-32 Unidades de Desarrollo Estratégico**

*Fuente: Elaboración Propia*

## 2.4.3. Objetivos del programa de participación ciudadana

### 2.4.3.1. Objetivo General

Integrar a la comunidad y a sus actores sociales involucrados en el desarrollo del Estudio, a través de diferentes herramientas de Participación Ciudadana, como son reuniones ampliadas, talleres de trabajo, entrevistas y otras actividades que permitan, por una parte, dar a conocer el proyecto hacia la comunidad y, por otra, recoger sus inquietudes, intereses y

opiniones, incorporándolas en el Plan maestro de recurso hídrico, de manera de enriquecer el resultado del presente proyecto.

#### 2.4.3.2. Objetivos Específicos

- Identificación y caracterización a los actores relevantes, en particular las organizaciones de usuarios de agua y otros actores presentes en el área en estudio.

- Dar a conocer a los actores relevantes identificados, los objetivos, alcances y avances del estudio.

- Conocer e incorporar, las opiniones, inquietudes, conocimientos y sugerencias de los actores relevantes en el diagnóstico y en la elaboración del Plan.

- Validar el plan maestro de recursos hídrico de la región, a nivel de usuarios, como también a nivel de instituciones y organizaciones presentes en la Región, estableciendo compromisos futuros para su desarrollo.

- Identificar y proponer formas de coordinación para la implementación del plan, mediante la propuesta de acciones para coordinar la participación de todas las partes interesadas en la gestión del recurso hídrico.

## 2.4.4. Metodología

Las actividades que componen esta primera actividad de Participación Ciudadana se desarrollaron con apego a las etapas y plazos del estudio, asegurando que sus resultados fueran considerados.

El Programa de Participación Ciudadana en esta primera etapa realizó el levantamiento de información a través de fuentes primarias y secundarias, considerando variables territoriales geográficas, ecológicas, administrativas sociales, económicas, demográficas y culturales.

Las principales actividades consignadas en este capítulo dicen relación con la construcción de la Matriz de actores, la conformación del Comité Técnico asesor, el diseño, aplicación y sistematización de las entrevistas semiestructuradas, y la organización, desarrollo y sistematización de los talleres participativos.

El proceso participativo en esta etapa contempló el uso de varias herramientas metodológicas, como son las entrevistas semiestructuradas, talleres participativos por Unidades de Desarrollo Estratégico, reuniones técnicas, y otras, todas planteadas en los Términos de Referencia por la DGA.

Las herramientas PAC desarrolladas en la Etapa 1 se describen a continuación.

**Tabla 2-72 Resumen del Programa de Participación Ciudadana desarrollado**

| Etapa | Objetivos PAC | Actividad | Productos |
|---|---|---|---|
| Etapa I: Levantamiento recopilación y análisis de información. | ✓ Identificación y caracterización a los actores relevantes, en particular las organizaciones de usuarios de agua y otros actores presentes en el área en estudio.<br><br>✓ Dar a conocer a los actores relevantes identificados, los objetivos, alcances y avances del estudio.<br><br>✓ Conocer e incorporar, las opiniones, inquietudes, conocimientos y sugerencias de los actores relevantes en el diagnóstico y en la elaboración del Plan.<br><br>✓ Validar el plan maestro de recursos hídrico de la región, a nivel de usuarios, como también a nivel de instituciones y organizaciones presentes en la Región, estableciendo compromisos futuros para su desarrollo.<br><br>✓ Identificar y proponer formas de coordinación para la implementación del plan, mediante la propuesta de acciones para coordinar la participación de todas las partes interesadas en la gestión del recurso hídrico. | • Elaboración Matriz de Actores Relevantes.<br><br>• Conformación Comité Técnico Asesor y sesión diagnóstico.<br><br>• Reunión de carácter técnico, con servicios públicos, organismos de investigación, universidades e instituciones<br><br>• Planificación, ejecución y Sistematización Talleres Participativos | • Descripción y caracterización socio-cultural y territorial del área de estudio<br><br>• Propuesta de Unidades de Desarrollo Estratégico (UDE)<br><br>• Inicio Matriz de actores<br><br>• Sesión de Inicio Comité Técnico Asesor<br>• 1°Reunión de carácter Técnica<br><br>• Entrevistas semiestructuradas.<br><br>• Primer ciclo de talleres participativos |

*Fuente: Elaboración propia*

#### 2.4.4.1. Comité Técnico Asesor

Esta herramienta permite tener un grupo de expertos que revisa, aporta y valida. El panel es multidisciplinario y abarca distintos puntos de vista sobre el tema.

El Comité Técnico Asesor está conformado por diversos servicios públicos regionales relacionados con los recursos hídricos y sesionará en forma ordinaria, posterior a la entrega de cada informe (4 sesiones). Además, sesionan en forma extraordinaria en el caso de que se requiera.

El Comité Técnico Asesor, tiene como función apoyar, revisar y aprobar cada etapa de este estudio.

Los integrantes del comité Técnico Asesor se detallan en la Tabla 2-73 Miembros del Comité Técnico Asesor.

**Tabla 2-73 Miembros del Comité Técnico Asesor**

| Nombre | SERVICIO PUBLICO |
|---|---|
| Jorge Céspedes p. | SEREMI de Agricultura del Maule |
| José Letelier O | SEREMI Desarrollo Social del Maule |
| Vicente Marinkovic | SEREMI de Energía Región del Maule |
| Enrique Ugarte S | Director Regional de Aguas (DGA) |
| Jairo Ibarra G | Director Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), |
| Roberto Salazar B | Director Regional de Obras Hidráulicas (DOH), |
| Juan González | Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) |
| Ma. Eliana Vega | SEREMI de Medio Ambiente |
| René Christen F. | Director Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) |
| Leonardo Sandoval | Coordinador Regional de Riego (CNR), |
| Maggi Soto V. | Directora Regional CONAF |
| Omar Gutiérrez M. | Director Regional del SERVIU |
| Nicanor Cuevas D. | Director Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) |

*Fuente: Elaboración propia*

En este período se realizaron dos reuniones: La primera, cuyo objetivo fue la conformación del Comité Técnico Asesor, tuvo lugar el día 17 de febrero de 2016 y contó con la participación de 10 de sus 13 miembros.

Los principales acuerdos de la reunión fueron:

- Enviar la Presentación a los asistentes con los contactos de DGA regional y responsables de EVERIS.
- Incluir en el comité Técnico a un representante MINVU-SERVIU y otro de SERNATUR.
- Coordinar el envío de la documentación de interés para la consultora
- Se formalizará la constitución del comité vía Resolución MOP.

**Figura 2-33 Fotografías Sesión 17.02.2016**

Saludo Seremi MOP (s)

Presentación del estudio

La segunda sesión del Comité, realizada el día 28-04-2016, tuvo por objetivo recoger antecedentes y las expectativas de los servicios para el diagnóstico y contó con la participación de nueve de los servicios participantes. Se trabajó en la sesión con la técnica de "mapas parlantes", donde a partir del reconocimiento de las cuencas en mapas de tamaño A0, los asistentes pudieron ir aportando al diagnóstico con su conocimiento sobre territorio.

## Figura 2-34 Fotografías Sesión 28.04.2016

Trabajo con Planos Parlantes

## Tabla 2-74 Resumen de asistencia al Comité Técnico

| SERVICIO PUBLICO | 1ª Sesión (17.02.2016) | 2ª Sesión (28.04.2016) |
|---|---|---|
| Dirección General de Aguas | x | x |
| Seremi MOP | x | x |
| Dirección de Obras Hidráulicas | x | x |
| Seremi Desarrollo Social | x | x |
| Seremi Agricultura | x | |
| Seremi Energía | x | x |
| Servicio Agrícola y Ganadero | x | x |
| Servicio de Evaluación Ambiental | x | x |
| Instituto Desarrollo Agropecuario | x | x |
| Comisión Nacional de Riego | | x |
| Corporación Nacional Forestal | | |
| Servicio de Vivienda y Urbanismo | | |
| Seremi de Medio Ambiente | | |
| Superintendencia de Servicios Sanitarios | x | |

*Fuente: Elaboración propia*

### 2.4.4.2. Entrevistas Semiestructuradas

Las entrevistas semiestructuradas consisten en una conversación entre el entrevistador y el o los entrevistados, en base a una pauta temática previamente elaborada y aprobada por el Inspector Fiscal del estudio, la cual sirve de guía para orientar el diálogo, con la flexibilidad de ahondar en los aspectos que resulten de mayor interés para las temáticas más relevantes para el estudio.

Para esta etapa se aplicaron dos pautas de entrevistas, la primera dice relación con la recolección de información sobre antecedentes generales del recurso hídrico y la segunda está relacionada con el conocimiento institucional específicamente en relación a las funciones de la DGA Regional, herramientas y recurso humano existentes para desarrollar dichas funciones.

A.- Pauta de entrevistas N°1

Con las primeras entrevistas se pretende indagar sobre la identificación y caracterización de los actores relevantes para el estudio y reunir antecedentes para el diagnóstico. El segundo ciclo de entrevistas (etapa 2) pretende conocer la percepción de otros actores del sector privado, como son las generadoras eléctricas, Nuevo SUR, Empresas Forestales, entre otras.

Esta pauta permite identificar los antecedentes referentes a los recursos Hídricos de la región, los déficits identificados, los problemas generados por el uso del agua, las expectativas. (Ver pauta en Anexo 2-6 Participación Ciudadana).

De las entrevistas comprometidas se realizaron 10 en la Etapa 1 y se realizarán las dos faltantes en la Etapa 2, pudiendo realizarse otras con el fin de complementar o validar información.

| Tabla 2-75 Entrevistados | | | |
|---|---|---|---|
| N° | Institución | Nombre Entrevistado | Fecha de entrevista |
| 1 | MOP, SEREMI | Johan Marholz | 19.04.2016 |
| 2 | MOP, DOH | Gonzalo Sepúlveda | 31.03.2016 |
| 3 | MOP, ex DGA | Carlos Cruz Trujichett | 18.03.2016 |
| 4 | MOP, ex DGA | Pedro Bravo | 19.04.2016 |
| 5 | Intendente | Pablo Meza D. | 23.03.2016 |
| 6 | UTAL | Roberto Pizarro | 31.03.2016 |
| 7 | Presidente Asociación Canalistas Embalse Tutuvén | Edmundo Aravena Jaque | 20.04.2016 |
| 8 | Agro Cepia | Marcelo Mourges | 19.04.2016 |
| 9 | SERVIU | Víctor Hugo González | 13.04.2016 |
| 10 | CONAF | Alexis Villa | 19.04.2016 |

*Fuente: Elaboración propia*

#### 2.4.4.3. Resumen de las entrevistas

Se realizaron las entrevistas semiestructuradas a actores claves de la zona de estudio, con el objeto que pudiesen entregar una mirada profesional sobre la situación hídrica en la cuenca, en relación a las organizaciones de usuarios de aguas, la legalidad, aspectos productivos, la dimensión ciudadana y dimensión medio ambiente.

En esta etapa se realizaron 10 entrevistas, entre ellas se destacan 5 funcionarios públicos, 1 regante, 1 académico, 1 privado y dos exfuncionarios DGA, con experiencia actual como consultores privados.

A continuación se recogen los resúmenes de estas entrevistas.

| **ENTREVISTA N° 1** | **Johan Marholz Lavín** |
|---|---|
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | **MOP, SEREMI** |
| I. Contexto / caracterización | Profesional Ingeniero civil Industrial, magister en Planificación Territorial, 12 años de experiencia a cargo de la Unidad de |

| **ENTREVISTA N° 1** | **Johan Marholz Lavín** |
|---|---|
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | **MOP, SEREMI** |
| | Gestión Ambiental Territorial de la SEREMI de Obras Públicas del Maule.<br>Asesora al SEREMI en su rol ambiental en él SEA y como titular de proyectos.<br>En la región se observa la diferencia entre los usuarios y su acceso al agua.<br>Hay una concepción muy individual del agua; es necesaria una mirada más holística.<br>Espero que se visualicen los diversos usos del agua y un compromiso entre los usuarios y la ciudadanía, firmemos compromisos entre todos, escritos. |
| II. Dimensión Organizacional | Es fundamental el tema del agua, pero hay que verlo desde una perspectiva más amplia.<br>Hay disponibilidad de agua, pero se requieren obras de regulación, se invierte muy poco en este tipo de obras, sin embargo, el agua es el futuro.<br>Los regantes tampoco son buenos administradores, contaminan el agua, la ensucian con agroquímicos, no los mantienen como se debiera. |
| III. Dimensión Legal | Son fundamentales las modificaciones legales, en especial al Código de Aguas. La capacidad de decisiones esta hoy en entes que velan por sus intereses y por ello es fundamental el cambio de normativa que regule y proteja el uso de los derechos |
| IV. Dimensión Productiva | Debiera ser la región barrera de la desertificación, la barrera verde. Proyectarnos no sólo como región agroalimentaria, sino que revisar los proyectos y los modelos de negocio y no sólo a una escala mayor, sino a nivel intrapredial. *"A partir de inversiones privadas se ve que se puede"*, hay proyectos en San Rafael que deben ser estudiados.<br>El MOP hace infraestructuras para riego e inmediatamente vienen las eléctricas detrás. Se debería pensar en la asociatividad, un modelo concesionado donde las hidroeléctricas construyan las obras de regulación y hace la explotación, pero en estas condiciones.<br>Privilegiar el riego, hoy es muy atractivo arrendar esas cuotas y no producir. Matan así una forma de vida y un país que no genera alimentos lo lleva a un problema grave. |
| V. Dimensión Ciudadanía | El agua está mirada y asociada al negocio, pero el uso es mucho mayor, hay servicios, recreacionales, ambientales; en el sector |

| **ENTREVISTA N° 1** | **Johan Marholz Lavín** |
|---|---|
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | **MOP, SEREMI** |
| | urbano presta servicios no considerados; hay cauces que son focos de contaminación, de segregación y son verdaderos patios traseros, cuando podrían ser un potencial de desarrollo, de conectividad, se podrían generar parques, senderos. Hay un potencial que está siendo deteriorado. Los cauces son los patios traseros de las ciudades y eso preocupa.<br>Genera una cultura nefasta y no sólo en lo urbano no hay una relación sana con los espacios, los ensucian, los dañan.<br>Hay que reencontrarse con estos espacios y generar una nueva forma de convivir con los cauces. |
| VI. Dimensión Medio Ambiente | El Serviu tiene algunos programas de barrios sustentables trabajar con aguas grises para alimentar parques urbanos pero muy pequeños, y aún muy incipiente.<br>Es una región con una gran capacidad de recurso hídrico, hay gran potencial, hay acuíferos confinados de cordillera o secano costero. La ciénaga del Name, laguna con cisnes y en verano aumenta de nivel. Hay cosas increíbles, pero a unos kilómetros hay problemas de agua.<br>"*Los servicios ambientales del agua están siendo menoscabados*"<br>Se pretende generar sinergias para generar una visión diferente con los espacios urbanos. La idea es que los servicios se coordinen en esta nueva forma de generar espacios. |

| **ENTREVISTA N° 2** | **Carlos Cruz Trujichett** |
|---|---|
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | **Profesional, ex DGA** |
| TEMAS | POSICIÓN |
| I. Contexto / caracterización | Viví en región cerca de 30 años y trabajé 22 años ligado a la CNR, proyectos de regadío, en función de la ley 18850 y APR.<br>El 2002 ingresé al MOP como ingeniero revisor, luego fui Director de la DGA y luego en un cargo a nivel nacional.<br>A mi ver la DGA no cumplía un rol director en la región, se intentó sacar a la DGA a la región, se dice que hace estudios para hacer más estudios.<br>La DGA es un servicio de información y de recopilación y lo que queríamos era que se conociera lo que hacia la DGA y que los otros actores la conocieran y utilizaran su información. |
| II. Dimensión Organizacional | Los agricultores son los dueños mayoritarios del agua, luego las empresas generadoras y por último el uso humano.<br>El agua es un bien nacional de uso público y se regula en el mercado del agua.<br>Los servicios públicos debieran generar políticas que protejan a los pequeños y aseguren el buen uso del recurso. |
| III. Dimensión Legal | El agua: hoy esta entregado el derecho de uso, de acuerdo a Código de Agua, es único en el mundo. Se entrega el derecho de uso y se transa en el mercado.<br>Es prácticamente imposible hoy cambiar el Código de Agua, de hecho, las modificaciones es para los derechos que quedan, no hay que ser inocente ni demagogo.<br>Es incomprensible que los usos compitan, y nadie puede destinar ni priorizar el uso humano.<br>El agua no tiene rango constitucional, se presentó un proyecto de ley, pero se retiró. Hoy no hay herramientas legales para no asignar un caudal si existe y lo piden. |
| IV. Dimensión Productiva | Hay sobre explotación del recurso, hay menos agua, pero la demanda por el agua ha aumentado.<br>Se pueden hacer medidas de manejo de cuencas, pero no cambiara la forma en que se regula. La filosofía es que los particulares tengan el derecho del agua. El mercado debe regular el uso.<br>Los proyectos son para que se active el mercado del agua y los particulares se arreglan entre ellos. |

| **ENTREVISTA N° 2** | **Carlos Cruz Trujichett** |
|---|---|
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | **Profesional, ex DGA** |
| TEMAS | POSICIÓN |
| | Hay un conflicto permanente en la laguna del Maule entre los regantes, las generadoras y la DOH, allí la DGA debiera jugar un rol de garante del caudal, allí le falta a la DGA porque implica esfuerzo y esto no es "meta".<br>Con un fiscalizador para la región no alcanza, a los servicios les falta ser más proactivos. |
| V. Dimensión Ciudadanía | El agua es un bien muy preciado en la región, el Maule es el río más intervenido. El agua es vital. Es un derecho que ha ido disminuyendo en su valor, cada año hay menos agua… hay de todo, cambio climático, usurpación y el aumento explosivo de la demanda, se aumentaron los cultivos. |
| VI. Dimensión Medio Ambiente | El río es una pena, está muy contaminado. El caudal ecológico graba los nuevos derechos no los ya otorgados. Esto debe ser abordado regionalmente y tratar de recuperarlo. Lamentablemente los intereses son muy poderosos.<br>En las muestras tomadas en el Teno y el Lontué, la contaminación no era tan grave y tenían buena dilución. Salvo en los sectores urbanos donde los colectores la ensucian. |

| **ENTREVISTA N° 3** | **Pedro Bravo** |
|---|---|
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | **Profesional, ex DGA** |
| TEMAS | POSICIÓN |
| I. Contexto / caracterización | Ejerció 30 años como Director de la DGA Maule, hoy ejerce en forma independiente.<br>La DGA formó OUA y no las capacita, ni les da las herramientas para entender el mercado del agua y su valor.<br>La ineficiencia del sector público hace que las gestiones se entrampen. |
| II. Dimensión Organizacional | La administración es hoy deficiente, las organizaciones de los regantes no funcionan, no tienen una eficiente administración. Luego que la DGA las formo quedaron al abandono. Se deben mejorar la administración, mejorar la infraestructura.<br>Los regantes se acuerdan de regar cuando empieza la temporada de riego. |

| **ENTREVISTA N° 3** | **Pedro Bravo** |
|---|---|
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | **Profesional, ex DGA** |
| TEMAS | POSICIÓN |
| | Los regantes desconocen su organización y el uso eficiente del recurso hídrico.<br>Hay instituciones que prestan servicios de administración (SORPAM y Cooperativa de riego) que operan y cobran las cuotas, pero no fortalecen ni capacitan a los regantes.<br>El regante no sabe a la administración de los canales, es un negocio lucrativo como empresa y es usado políticamente. El comunero o regante ve al dirigente como un caudillo político.<br>En muchas organizaciones hay problemas de transparencia y de desconocimiento de los usuarios de sus obligaciones.<br>La Asociación del Maule y el Melado son empresas y la asociación con las generadoras les ha dado una capacidad diferente. |
| III. Dimensión Legal | No estoy de acuerdo en que el estado regule todo, el agua como bien económico debería ir asociado a la capacitación para que el comunero supiera administrar y aprovechar el recurso. |
| IV. Dimensión Productiva | El valor de las cuotas de agua está en la parte alta de la cuenca, la plusvalía se da preferentemente en la parte alta, los derrames son tantos<br>Hay falta de visión por la gran cantidad de agua que tiramos al mar, se debieran generar políticas de eficiencia del recurso.<br>El cambio climático se ha hecho notar en la región y no por eso hay un plan de grandes embalses.<br>La infraestructura de riego sufre de serias deficiencias, los usuarios en su individualismo no se preocupan del bien común y de la infraestructura que requieren y usan para riego. |
| V. Dimensión Ciudadanía | No hay cultura del agua, ni las OUA valoran el recurso. La población joven abandona la agricultura.<br>El egoísmo es parte del mundo rural y sólo se puede mejorar educando. |
| VI. Dimensión Medio Ambiente | Es un tema importante, pero no relevante en el sentido que las aguas se han cuidado, las empresas grandes se cuidan de no contaminar. |

| | |
|---|---|
| **ENTREVISTA N° 4** | Pablo Meza D. |
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | Intendente Región del Maule |

| TEMAS | POSICIÓN |
|---|---|
| I. Contexto / caracterización | Profesor de Historia y Geografía, se desempeñó como gobernador de Talca y seremi de Gobierno en el Maule durante la administración del Presidente Ricardo Lagos.<br>Mi función es coordinar los servicios en la región y velar por las políticas públicas en la región.<br>En general se piensa que la DOH y la DGA son los mismos y allí mi labor es de difusión, de dar a conocer su rol.<br>Es una dirección directa, el agua es muy importante, por el riego, la generación y porque aquí entra en contradicción el uso del agua.<br>Siempre hay voluntad de coordinación. |
| II. Dimensión Organizacional | Los dirigentes se repiten y acuden a plantear los diferentes requerimientos, el agua, el precio del vino o el arroz… Por lo cual no es sólo coordinar, sino que velar porque se cumplan las políticas públicas.<br>Conozco las Juntas de Vigilancia y unas son muy eficientes y otras no.<br>Estos tipos reclaman que el agua no se mide y es necesario mayores números de puntos de medición que entreguen información. Al final todos llegan a las cifras de la DGA, pero su reclamo es siempre mayor medición. En especial en el Maule.<br>El m3 para generar es 100 y m3 para regar da 10, no es competible, la utilidad en ambos casos es un conflicto grave.<br>Otro conflicto es la pérdida, muchas veces las generadoras sacan más agua que la que corresponden y eso más las filtraciones.<br>En esta región las instituciones de regantes son muy fuertes y agrupan a un gran número de regantes. |
| III. Dimensión Legal | Los derechos de agua hay personas que tienen derechos y no tienen tierra y también al revés y el agua es más caro que la tierra. El mercado del agua no debiera ser tan duro.<br>Esto provoca múltiples conflictos. En especial entre los regantes y los generadores.<br>De la modificación del Código, no se pronuncia. |
| IV. Dimensión Productiva | El agua cumple su función de generar y de regar, pero aun así se pierde y podría guardarse, aun así, se pierde. |

| | |
|---|---|
| **ENTREVISTA N° 4** | Pablo Meza D. |
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | Intendente Región del Maule |

| TEMAS | POSICIÓN |
|---|---|
| | La región está haciendo esfuerzos para tener tranques intermedios, son pequeños 300.000.000 pero se intenta que el agua no llegue al mar y se pierda.<br>La persona que ve las zonas rezagadas, Ximena Olivos, dirá que el GORE tiene programas de pequeños embalses.<br>La extracción de áridos es un tema relevante, son industrias extractivas y no pagan más que patente y alteran los cauces, es cosa de ver el Teno y el Perquilauquen. Alteran los cauces y en caso de emergencia son los primeros en afectarse. Sin contar con aquellos que extraen en la ilegalidad.<br>Colbún es para generar y regar y aquí por ejemplo entra turismo y dice que en verano debiera estar lleno para mejorar la oferta.<br>En la región hay un grupo de pequeños mineros.<br>Hay que garantizar el riego de los más pequeños y si no llueve se mueren y por eso el Estado debiera asegurar un porcentaje de riego, en especial en el secano. |
| V. Dimensión Ciudadanía | Los grupos prioritarios son los regantes, juntas de vigilancia y ambientalistas.<br>Tengo esperanza que los jóvenes participen, pero no se integran<br>Deseo respeto al medio ambiente, pero con agua.<br>Se está despertando la conciencia ciudadana respecto al valor del agua.<br>El estado y sus servicios debieran ser un actor relevante en esto. También los municipios que deben asegurar el agua de consumo o invertir en su distribución (camiones).<br>La participación es importante para este estudio y debe hacerse con los gobiernos locales. Las demandas son diferentes, los más complejos son los del secano interior. Ellos tienen otra mirada porque no tienen agua. |
| VI. Dimensión Medio Ambiente | Hay contaminación en la extracción, pero a veces los estándares se alejan de lo que necesitan. |

| | |
|---|---|
| **ENTREVISTA N° 5** | Edmundo Aravena Jaque |
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | Presidente Asociación Canalistas Embalse Tutuvén |

| TEMAS | POSICIÓN |
|---|---|
| I. Contexto / caracterización | Regante, con baja escolaridad, dirigente hace más de 30 años. |
| II. Dimensión Organizacional | Existe pérdida de agua en los canales no hay revestimiento, considera que la administración es homogénea.<br>La fiscalización desde todos los puntos de vista considera que es óptima.<br>La mayor complejidad se da en la infraestructura.<br>La participación de los usuarios funciona bien.<br>Desde el punto de vista de administración en las organizaciones, señala que no habrá problemas al enfrentar las complejidades del futuro del recurso hídrico. |
| III. Dimensión Legal | Falta la regularización de los títulos de dominio. "Existen 250 acciones que no se han podido reubicar y canal posee 2103 acciones".<br>Desconoce el tema de la modificación al Código de Aguas. |
| IV. Dimensión Productiva | La importancia que le atribuye al agua para el desarrollo de la zona, es prioritaria.<br>De las principales deficiencias están la filtración del agua, difícil la distribución ya que son todos los cultivos de riego extendido existen poco riego por goteo, "hay que tecnificar la zona"<br>Sólo en el uso agrícola.<br>Ha habido tres proyectos de revestimiento en embalse, el Rosal Alto, el Canal Matriz, etc. Existen seis canales y 160 usuarios más menos.<br>Existe colaboración entre los organismos público y privado, desde las asociaciones.<br>Poseen un tranque que tiene una capacidad de 21millones de metros cúbicos de agua, por lo tanto, la necesidad si podrá suplir las necesidades en el futuro. |
| V. Dimensión Ciudadanía | Los dirigentes necesitamos recambio y los jóvenes se van.<br>Además, la división de los derechos de agua hace que a los pequeños les convenga más arrendar su agua a los grandes y trabajar para ellos. |

| | |
|---|---|
| **ENTREVISTA N° 5** | Edmundo Aravena Jaque |
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | Presidente Asociación Canalistas Embalse Tutuvén |

| TEMAS | POSICIÓN |
|---|---|
| VI. Dimensión Medio Ambiente | "El factor principal que perjudica la calidad del agua es la basura que botan a los canales".<br>No existe conciencia ciudadana en el buen uso del agua.<br>Existe cuidado en resguardar el agua de la cuenca, la preocupación está en no desperdiciar ni botar el recurso hídrico.<br>La preocupación principal es la tenencia y llegada del agua.<br>El Ministerio de Medio Ambiente no tiene claro para donde va, el cambio climático hoy es la respuesta de todo. Falta el tema de agua y esto es fundamental para definir los caudales ecológicos y la calidad de agua.<br>El apoyo fundamental es el INDAP, podría ser a través de capacitaciones y seguimiento sobre el manejo del agua.<br>Todo depende de las condiciones climáticas para el almacenamiento de agua en el embalse, ya que este se realiza en el invierno. |

| | |
|---|---|
| **ENTREVISTA N° 6** | Marcelo Mourges |
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | Agro Cepia LTDA. |

| TEMAS | POSICIÓN |
|---|---|
| I. Contexto / caracterización | Ingeniero Civil, Gerente General de CEPIA ingenieros consultores Ltda. Trabaja en la Ley de Riego hace 40 años.<br>El recurso agua ha sido subvalorado y ahora el agua se le ha agregado valor, pero queda mucho por hacer.<br>Es difícil medir la disponibilidad de la cuenca y más difícil medir el consumo, por lo cual todos los reportes están malos.<br>Para pasar multa hay que saber "qué es lo que está mal usando".<br>La DGA ha bajado sus plazos de revisión de 7 años a 2 o 3 años. |
| II. Dimensión Organizacional | La fiscalización se hace a través de las asociaciones de canalistas y tradicionalmente eran hereditarias e |

| | |
|---|---|
| **ENTREVISTA N° 6** | Marcelo Mourges |
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | Agro Cepia LTDA. |

| TEMAS | POSICIÓN |
|---|---|
| | históricamente se juntan a fijar la cuota para arreglar o mejorar y no toman en cuenta a los más pequeños.<br>Las JV saben que los embalses acumuladores de aguas lluvias, propiciados por la CNR no pueden ser de 50.000 m3 hasta 49.999 pues si pasa por la aprobación de la DGA, no se va a poder hacer.<br>Las aprobaciones de la DGA de las obras son de 3 o 4 años y eso hace imposible su realización.<br>Con algunos DGA se logró su aprobación, pero hoy no se puede, las obras todas requieren autorización, presentarlo a la gobernación, publicarlo y seguir el proceso completo y esto se pierde en la DGA en Santiago. |
| III. Dimensión Legal | El Código de Agua antiguo era mejor, pero hoy hay que fortalecerlo. El actual es enredoso.<br>El Código de Agua da permiso de vender el agua y los marcos partidores no se actualizan, por los cuales los que están al principio tienen agua y los otros no. |
| IV. Dimensión Productiva | El agricultor tradicional aún sólo se queda con lo que ahorra con el riego tecnificado.<br>La pequeña agricultura se ha quedado atrás en la tecnificación.<br>La pequeña agricultura es difícil apoyarlo, regalarle una bomba o un panel solar… no son soluciones de justificación económica. La única forma es reconvirtiéndolo. Con 5 hectáreas no va a producir más que el sueldo mínimo y así al estado le conviene invertir en prepararlo para ser asalariado. |
| V. Dimensión Ciudadanía | La atomización de la sociedad, el individualismo hace que cada uno vele por sí mismo y no se comunican. |
| VI. Dimensión Medio Ambiente | La industria tiene mucho que decir en la contaminación, aunque ya está más regulado.<br>La contaminación de las aguas la hacen los pequeños agricultores y en especial en los sectores urbanos |

| **ENTREVISTA N° 7** | **Roberto Pizarro** |
|---|---|
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | **UTAL** |
| TEMAS | POSICIÓN |
| I. Contexto / caracterización | Director del Centro de Hidrología de la UTAL desde 2002.<br>La investigación está ligada al recurso hídrico y muy cercano a la DGA. Nos intercambiamos información. La DGA es fundamental para nuestro trabajo |
| II. Dimensión Organizacional | Muy buena relación con las JV no las conocemos todas, nos dedicamos al I+D y las más proclive son las del Lontué y del Teno, hemos presentado proyectos nuevos a la CNR y Fondeff e Innova.<br>Estamos actualmente haciendo un estudio de las plantas de aguas servidas rurales, financiado por ellos.<br>Estas son las JV son las más involucradas, además de la del Maule en la gestión del recurso hídrico, contratos de cuencas y calidad de agua.<br>Las OUA a nivel país debieran ser fortalecidas y para los recursos que tiene solucionan temas, conocen su territorio y aminorar sus conflictos. Este es un tema que debe estar dentro de la DGA y en algunos temas la DOH.<br>Hoy se estudia una nueva institucionalidad del agua y allí están organizaciones tendrán otro rol. |
| III. Dimensión Legal | La fiscalización es débil por la falta de recursos en la DGA, el valor del agua es compartido por todos, sin embargo, la DGA no tiene los recursos.<br>No hay prelación de usos<br>En el nuevo código debe considerar la prelación, si no usa el derecho debe ser devuelto, no debe ser dueño del derecho sino titular del derecho.<br>Si el derecho se dio para el riego no puede ser utilizado para otro uso. |
| IV. Dimensión Productiva | El I+D es el 0,0025 y es muy bajo se debe buscar la alianza público -privada.<br>Aquí no hay problemas de cambio climático sino de consumo de agua y se debe buscar la mejora.<br>La mejora es para mejorar la oferta no para generar más demanda.<br>Estamos propiciando revestir canales y riego tecnificado, y el diferencial en su 80% |

| **ENTREVISTA N° 7** | **Roberto Pizarro** |
|---|---|
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | **UTAL** |

| TEMAS | POSICIÓN |
|---|---|
| V. Dimensión Ciudadanía | La empresa privada está interesada en evaluar el recurso hídrico y a ellos les interesa, les recomendé hacer un convenio, que inviertan en las estaciones y a través del convenio lleva recursos a la operación. La ventaja es que la DGA da la transparencia de los datos y la metodología.<br>Las empresas están haciendo investigación en el agua, en especial las forestales, en especial por las líneas de certificación.<br>Así se mejora el I+D nacional, las empresas están muy interesadas, sin embargo, desde el gobierno lo visualizan, pero no les queda claro como lo operalizan.<br>La ciudadanía tiene la imagen de que el agua es un problema, es una percepción primaria, pero no hay percepción de cuidado. Falta educación y cultura del agua, desde ingenieros hidrológicos, en el país hay cinco, en un país donde el agua es tan importante.<br>No hay conexión entre CONAF y DGA.<br>Falta Formación académica, capacitación a los que operan celadores y otros. Falta mejorar la cultura del agua, se tira basura, no se cuidado |
| VI. Dimensión Medio Ambiente | La contaminación por la escaza conciencia del valor y para que sirva. Se debe apoyar la valorización del agua y que no se contamine. |

| | |
|---|---|
| **ENTREVISTA N° 8** | Víctor Hugo González |
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | SERVIU Maule |

| TEMAS | POSICIÓN |
|---|---|
| I. Contexto / caracterización | Arquitecto, Unidad de gestión de suelos, con experiencia en planificación urbana.<br>Los canales en el sector urbano se pierden, no se utilizan. La empresa privada lo entuba, perdiendo su capacidad de generar y apoyan el desarrollo, en vez de buscar su aprovechamiento.<br>Se están dando pequeños pasos, abordándolo a nivel de ministerio el Código de construcción sustentable que recoge algunos lineamientos y en lo regional estamos iniciando una experiencia más micro con el ecobarrio de San Rafael, donde el canal de regadío tiene esta puesta en valor.<br>Queremos dejar precedente en su utilización y en la sustentabilidad en cuanto un corredor verde.<br>En Talca se está estudiando el borde del río Claro.<br>Es una visión de tener una puesta en valor del recurso en el mundo urbano.<br>Respetar el curso del agua, como flujo natural en el espacio público.<br>Incorporar mesas técnicas, donde este la DGA. No se piensa en usar el agua, sino como le sacamos otro provecha.<br>Conoce poco de las funciones de la DGA.<br>Es necesario generar redes de articulación y en estos pequeños proyectos es prioritario |
| II. Dimensión Organizacional | No conoce mucho del tema regantes y sus organizaciones.<br>Creo que hay una falta de información del tema, en líneas generales el agua esta privatizada, pero no sé cómo se afecta.<br>Solo cuando hay un problema se sabe de las organizaciones y más bien por prensa. |
| III. Dimensión Legal | Hay un déficit en que se analiza y se aplica la ley sin saber qué pasa con el contexto, la legislación no es clara con lo que significa un bien nacional de uso público en torno al recurso hídrico.<br>Se requiere una revisión si está funcionando bien para los regantes y para su contexto, los ciudadanos entendemos que el agua es un bien nacional de uso público sin embargo lo administran los privados. |

| | |
|---|---|
| **ENTREVISTA N° 8** | Víctor Hugo González |
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | SERVIU Maule |

| TEMAS | POSICIÓN |
|---|---|
| IV. Dimensión Productiva | La región del Maule es una región agrícola y los cursos del agua se deben poner en valor desde la importancia que tiene el agua en esta visión.<br>En estos proyectos buscamos la reutilización de las aguas grises.<br>Hoy el uso es monotemático solo se entiende para riego y los otros usos van quedando ocultos.<br>El uso humano y el uso territorial junto con el riego son los más relevantes<br>Desde el punto de vista urbanístico y recreacional hoy trabajamos con el río Claro, pero son muchos los que están desaprovechados.<br>A partir del Tsunami se han reconstruido los bordes con una mirada diferente, pero sólo si pasan estas cosas lo valoramos.<br>El río Maule esta desaprovechado totalmente en descuido, el uso recreacional se debe considerar. |
| V. Dimensión Ciudadanía | Poner en valor y educar en torno al canal como un valor paisajístico, ambiental y de color en el mundo urbano.<br>El uso de los espacios públicos es transversal es para todos.<br>En San Rafael se pretende integrar a la comunidad en la construcción de estos espacios, la comunidad se da cuenta valora el agua, el ruido, el color. Todo esto cuando esta sin basura, se apropian del recurso. |
| VI. Dimensión Medio Ambiente | La contaminación es un tema regional, se ve en el río claro en la parte alta está limpio y en su uso lo ensucian y lo cargan con pesticidas, sin ningún respeto de los actores que están más abajo.<br>Una nueva visión, al menos en estos pequeños proyectos permitirán una valoración del agua. |

| | |
|---|---|
| **ENTREVISTA N° 9** | Alexis Villa |
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | CONAF |

| TEMAS | POSICIÓN |
|---|---|
| I. Contexto / caracterización | Unidad para la Conservación de la biodiversidad hace varios años.<br>Para CONAF el agua sirve para conservar la biodiversidad, también como componente de entretención con la existencia de estos cursos en las áreas protegidas.<br>Los humedales en cuanto la RANSAR, define los Humedales y en cuanto a lo que significa el agua para la vida humana, animal y la vegetación.<br>Se busca que el cuerpo de agua sea sin aprovechamiento consuntivo al interior de las áreas. |
| II. Dimensión Organizacional | No conoce las organizaciones de usuarios de agua |
| III. Dimensión Legal | Solo sabe que el agua esta privatizada |
| IV. Dimensión Productiva | Que es importante en el riego y en especial como valor para mantener las áreas protegidas y los humedales |
| V. Dimensión Ciudadanía | La ciudadanía valora el agua como entretención y les da valor en lo paisajístico dentro de las áreas. |
| VI. Dimensión Medio Ambiente | La contaminación está presente en la zona costera y muy fuerte. Especialmente por la intervención humana. |

| | |
|---|---|
| **ENTREVISTA N° 10** | Gonzalo Sepúlveda Gajardo |
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | DOH |

| TEMAS | POSICIÓN |
|---|---|
| I. Contexto / caracterización | Jefe de unidad de proyecto de riego y aguas lluvias Universitario con 25 años de antigüedad en el cargo. |
| II. Dimensión Organizacional | La administración se da a nivel de subcuencas, no existe una administración general. "No se tiene una cultura de cuenca. No es el caso de otros países que se intentó traer nuevos modelos de trabajo, pero no se logró". La distribución del agua no es óptima ya que se cuenta con pocos embalses, "en general el agua está muy mal distribuida."<br>No se trabaja con usurpaciones, se remite solamente a observaciones, frente a situaciones como esta se informa la irregularidad a los organismos encargados de fiscalizar. |

| | |
|---|---|
| **ENTREVISTA N° 10** | Gonzalo Sepúlveda Gajardo |
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | DOH |

| TEMAS | POSICIÓN |
|---|---|
| | Los principales conflictos están dados por, infraestructura, transparencia en la distribución, transparencia en la información y falta de organizaciones.<br>A nivel organizacional la percepción es positiva desde el punto de vista participación de las organizaciones, está el caso de Ancoa, Achibueno y Melao, las directivas han reclamado por falta de agua y reaccionan de forma inmediata.<br>La experiencia indica que, si las organizaciones funcionan bien e investigan, están al actualizado en todos los temas, como por ejemplo los cambios en el Código de Agua, entonces las expectativas son muchas. |
| III. Dimensión Legal | Principalmente se necesita que los usuarios estén al tanto del Código de Agua y sus cambios, de esta manera se evitaría mucha especulación y malos entendidos.<br>Sobre los cambios positivos del Código de Agua, no sabe. |
| IV. Dimensión Productiva | Los cambios en la metodología en el riego replantean el volver a la actividad productiva, por ejemplo, en Pencahue, hubo agricultores que retomaron las tierras que habían abandonado.<br>Principalmente en la conducción, se producen inundaciones de casas, deja terrenos improductivos, inundación de caminos, etc., la gente por otro lado el riego lo está haciendo en el día y obviamente la pérdida de agua es considerable.<br>Los principales usos en orden de prioridad son, Consumo humano, uso agrícola, uso hidroeléctrico.<br>El proyecto de infraestructura de regulación.<br>Sólo organismos públicos como, la Universidad de Talca, de los privados no tiene conocimiento.<br>Claramente no faltan embalses, en el río Teno están luchando por que se construya uno en Lontué. |
| V. Dimensión Ciudadanía | El agua se asume como importante, se valoriza, pero no se cuida. Se bota el agua. |
| VI. Dimensión Medio Ambiente | La mayor contaminación se produce por botar basura a los esteros.<br>No existen buenas prácticas en el manejo del riego y en especial de los agroquímicos. |

| | |
|---|---|
| **ENTREVISTA N° 10** | Gonzalo Sepúlveda Gajardo |
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | DOH |

| TEMAS | POSICIÓN |
|---|---|
| | Lo más importante es contar con el recurso hídrico y deben generarse campañas y políticas públicas que permitan educar sobre el valor del agua.<br>El referente regional es agua NUEVO SUR, empresa privada. Todo funciona siempre y cuando sea rentable. |

### 2.4.4.4. Síntesis de la Información de las entrevistas

## a) Dimensión Organizacional

En un contexto general, la mayoría de los entrevistados mencionan que existen organizaciones de usuarios fuertes y una buena organización de parte de quienes administran las aguas. Sin embargo, en general los usuarios de agua no valorizan el agua, y la participación en su administración.

Los entrevistados manifiestan que no existen mecanismos claros de fiscalización, las que son débiles por cuanto los organismos fiscalizadores no cuentan con mucho personal para cumplir eficientemente esta función.

Reconocen que la falta de infraestructura y la falta de organización son las mayores problemáticas en torno al tema del agua. La infraestructura no da abasto para la demanda actual, la transparencia en la información es un tema relevante, aludiendo a problemas de comunicación graves y de distribución de aguas señalando que no hay mucha regulación en este tema.

Las dificultades anteriores hacen que la participación de usuarios sea bastante débil en general, salvo casos aislados de algunos usuarios que están bien organizados y participan activamente. El desinterés de los usuarios por participar y defender sus propios intereses es un elemento clave en las organizaciones.

La poca claridad que tienen los usuarios sobre sus derechos en la distribución, en términos de cantidad de agua que pueden ocupar, genera un desorden en los diferentes usuarios.

Varios de los entrevistados señalan la falta de información sobre el recurso hídrico, es señalado como clave para su uso.

En resumen, en general los entrevistados conocen a las organizaciones de usuarios y se relacionan permanentemente con ellos. Se destaca el rol de coordinación desde la intendencia y la nueva mirada del paso de los canales y del agua en general en el mundo urbano, desde un punto de vista integrador y sustentable.

## b) Dimensión Legal

Los entrevistados señalan como punto esencial y primordial el conocimiento y cobertura de los derechos de agua, lo cual es muy utilizado como concepto, pero existe poco conocimiento del tema.

Por otro lado, respecto de la modificación y alcance que se están haciendo al Código de Aguas, la información es casi nula.

La problemática principalmente se presenta en "la tenencia del agua, son los títulos de dominio". Se han realizado gestiones respecto a esto, pero el tiempo y los recursos son factores muy determinantes en la solución.

Todos coinciden en la necesidad de priorizar el consumo humano, muchos señalan "Según la información que se ha dado es importante que el agua sea catalogada como un bien de consumo humano por sobre cualquier otro tipo de utilización."

De lo anterior aparece una clara oportunidad de capacitar y educar a los usuarios en la ley y en temas relevantes como los derechos y el valor del agua.

## c) Dimensión Productiva

El agua es un elemento vital no solo para el consumo humano, sino para la supervivencia de una serie de actividades económicas, donde la agricultura parece ser una de las más relevantes de la región, pero además se debe señalar que el uso que se da en el sector también abarca temas sanitarios, ecológicos y recreacionales.

En cuanto a los proyectos desarrollados, se identifican principalmente en los APR y algunas obras desarrolladas en algunos canales, sin embargo, sigue siendo un tema al debe, ello porque se necesita mayor inversión para afrontar los desafíos que se vienen a futuro, en términos de demanda y escasez del recurso hídrico. "Se han hecho proyectos, pero, como agrupación han postulado a proyectos, sin embargo, aún siguen inconcluso debido a la falta de recursos.

La "falta de tecnificación en los sistemas de riego", como elemento básico, pero también el "mejoramiento de canales" si bien es cierto que "se ha hecho a través de la ley" pese a esto, faltaría mucho por hacer.

Respecto de la participación Público – Privada, las voluntades están principalmente desde el ámbito público a través de municipalidades, instituciones del estado como INDAP y la CNR, pero faltan más actores privados además de los comités de riego y asociaciones de canalistas, se necesitan a las empresas de mayor envergadura que son los que mayor uso hacen del recurso agua, y que están cuidando mucho menos su uso.

## d) Dimensión Ciudadana

La comunidad desconoce el agua como valor, no se apropia de ella, contaminando y mal usando el recurso.

El agua se asume como importante, se cree importante, pero no se cuida. Se bota el agua.

El agua esta mirada y asociada al negocio, pero el uso es mucho mayor, hay servicios, recreacionales, ambientales, en el sector urbano presta servicios no considerados, hay cauces que son focos de contaminación, de

segregación y son verdaderos patios traseros, cuando podrían ser un potencial de desarrollo.

### e) Dimensión Medio Ambiente

Los mayores problemas son: falta de conciencia del cuidado y uso del agua, mal manejo de riles, y la casi nula buenas prácticas de empresa de mayor tamaño principalmente relacionadas con la generación de electricidad. "

En relación a lo anterior, la convivencia entre distintas actividades es bastante más, principalmente entre las grandes empresas y pequeños agricultores, unos con consumo desenfrenado del recurso hídrico y los otros tratando de sobrevivir.

Hoy caben nuevos usos para el agua, donde se ponga en valor y se realicen campañas educativas de alcance masivo.

Finalmente, para hacer frente a futuras demandas y requerimientos del sector parece ser muy necesario mejorar varios temas, por ejemplo; conciencia en el uso, mejorar la distribución, sumar más participación, mejorar la inversión y sobre todo entregar y educar con información a la gente, para evitar que el problema del agua pase de un mal uso a una escasez total que podría provocar problemas productivos, económicos y ambientales.

B.- Segunda pauta de entrevistas

Esta pauta se aplicó a funcionarios de la Dirección General de Aguas, regional Maule y del Nivel central. Estas entrevistas permiten conocer las funciones de la DGA y su percepción institucional.

| Tabla 2-76 Entrevistados | | | |
|---|---|---|---|
| **N°** | **Institución** | **Nombre Entrevistado** | **Departamento** |
| 1 | DGA, Maule | Claudio Ramírez T. | Jefe subrogante Depto. Hidrología |
| 2 | DGA, Nivel Central | Andrea Osses | Depto. Estudios |
| 3 | DGA, Maule | Claudio Ramírez B. | Jefe Departamento Hidrología |
| 4 | DGA, Maule | Enrique Osorio A. | Jefe Unidad de Fiscalización y Medio Ambiente. |
| 5 | DGA, Maule | Vicente Maturana P. | Fiscalizador |
| 6 | DGA, Maule | Susan Valenzuela A. | Agente de Expedientes |
| 7 | DGA, Maule | Enrique Ugarte S. | Director Regional |

*Fuente: Elaboración propia*

### 2.4.4.5. Resumen de las entrevistas

**ENTREVISTA N° 1** **Claudio Ramírez T.**

**CARGO/INSTITUCIÓN** **DGA, Maule**

| TEMAS | POSICIÓN |
|---|---|
| Caracterización del entrevistado/a | Jefe subrogante Depto. Hidrología, Ingeniero en Ejecución Mecánica, con 30 años de antigüedad en la DGA.<br>Fue Jefe del departamento hasta 2010. |
| Conocimiento Institucional | Con conocimientos de la Misión y la visión, Entre ellos los lineamientos de otorgamiento de los derechos de agua y el mantenimiento de una red fluviométrica y meteorológica y se agregó recientemente la fiscalización.<br>Los departamentos están bien separados, está la DARH, fiscalización, hidrología y el administrativo. Son poca la unión es más bien por material o información. Se trabaja independiente uno de otros, "no les pedimos nada a los otros".<br>El rol de la DGA en el MOP es un servicio público más. |
| Percepción Institucional | Cada departamento tiene su obligación y su importancia, no hay uno más que el otro.<br>Deberían valorizarse todos, porque cada uno hace su pega.<br>El número de funcionarios es el adecuado, no necesitan de más funcionarios para cumplir sus funciones. |

| **ENTREVISTA N° 1** | **Claudio Ramírez T.** |
|---|---|
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | **DGA, Maule** |
| TEMAS | POSICIÓN |
| | En la DGA, en mi departamento se podría mejorar la dificultad de ir a terreno que está limitada por los recursos y hay que restringirse por la falta de presupuesto.<br>No se prepara a los nuevos funcionarios, no hay capacitaciones, antes se realizaban y los nuevos no tienen esas oportunidades. Esto también pasa en otros departamentos.<br>Falta que los funcionarios se sientan parte de la organización, que todos se sientan parte de la organización. "Falta que se pongan la camiseta".<br>En el caso de regiones la relación con el nivel central está menos fluida, no nos relacionamos con el nivel central. |
| Coordinación Institucional | Como DGA nos relacionamos con la DIRPLAN, DGA, DV, DA (nos arregla las casas de la DGA).<br>Con la CNR no tengo claro cuál es la relación con ellos.<br>Nos relacionamos con la DOH y lo más complicado es hoy con las Juntas de Vigilancia, al parecer la DGA está ejerciendo mayor control.<br>Hacia el usuario hay muchas dificultades, por servicios que ellos solicitan. |

| **ENTREVISTA N° 2** | **Andrea Osses** |
|---|---|
| CARGO/INSTITUCIÓN | **DGA, Nivel Central** |
| TEMAS | POSICION |
| Caracterización del entrevistado/a | Ingeniero Civil, con mención en Hidráulica Ambiental, trabajé en una sanitaria y luego he trabajado en planes directores y en temas de planificación.<br>Jefa de Área de gestión de la División de Estudios de la DGA, hace dos años. En el cargo se ve los planes Hídrico como IF o de coordinación con las consultoras.<br>Como contraparte técnica y apoyo administrativo.<br>Además, ve temas de cambio climático en temas de estudio y adaptación.<br>Participación en el comité de planificación integrado del MOP.<br>Lleva 9 años en la división de estudios y planificación. |
| Conocimiento Institucional | Sé que la labor de la DGA está dirigida por el código de aguas.<br>Esta el conocimiento del recurso hídrico, la entrega de los derechos de agua, el monitoreo directo del recurso y la fiscalización.<br>Conoce el organigrama Ministerial. La DGA está en el MOP porque en un principio sus funciones estaban en la medición para la construcción de infraestructura.<br>Al Parecer se estudia la creación de una Subsecretaria de Recurso Hídrico, donde estaría la DGA y todos los temas de agua, la SISS, la DOH y el INH. Todo esto es aún materia de estudio.<br>Esto es a partir del diagnóstico del Banco Mundial y como esta se pierde la DGA, su presupuesto es menor. Este cambio permitiría darle realce al tema Hídrico, que es difícil de visualizar.<br>Es difícil de cuantificar las acciones pues no hay un mercado establecido y es muy difícil evaluarlo, sin embargo, para todo es necesaria el agua.<br>Nuestros proyectos deben contar con la aprobación del MIDESO, porque se financian por el art. 31 de la Ley de presupuesto. |
| Percepción Institucional | Hay departamentos, divisiones y unidades.<br>Es difícil priorizar entre los departamentos, todos aportan al cumplimiento de los objetivos. El depto. Legal parece el más lejano a los objetivos, sin embargo, sin el cumplimiento de los derechos de acuerdo al código de aguas debe interpretarlo el depto. Legal. |

| **ENTREVISTA N° 2** | **Andrea Osses** |
|---|---|
| CARGO/INSTITUCIÓN | **DGA, Nivel Central** |
| TEMAS | POSICION |
| | Fiscalización es una unidad que ha ido ganando importancia en la medida que queda menos derechos a entregar y la fiscalización va adquiriendo importancia.<br>El número de funcionarios cumple con dificultad las funciones definidas para la DGA, por ejemplo, en la división de Estudios si se piensa en un estudio por región más dos por nivel central serían 21 estudios y eso más las otras tareas y apoyos a otras unidades de la DGA, no daríamos cuenta con los 7 profesionales que pueden ser IF.<br>En el caso de fiscalización tampoco es posible, el requerimiento es mayor que las posibilidades reales de acogerlos, además esa unidad, como hidrología requieren de recursos para ir a terreno.<br>En el último tiempo fiscalización es quienes más han recibido gente, sin embargo, aún es insuficiente.<br>En esta división lo ideal sería tener un profesional por región.<br>Para que las regiones puedan mejorar sus funciones requerirían expertos en algunos temas. |
| Coordinación Institucional | Nos relacionamos con el MMA en especial en temas del SEIA, comisión de humedales, calidad de agua y cambio climático<br>Con la CNR hubo un tiempo en que incluso teníamos estudios en conjunto, por falta de recurso, aportábamos como contraparte técnica. Apoyamos en el tema de recarga de acuíferos.<br>Con Ministerio de Energía en los estudios de potencial hidroeléctrica de las cuencas donde apoyamos en lo técnico.<br>Al parecer hay una comisión de Recursos Hídrico y eso ha servido a la coordinación interinstitucional.<br>En el MOP nos coordinamos con la DOH, en especial en temas de sequía.<br>Con CORFO en Atacama hay coordinación en el tema de recursos hídricos.<br>La relación podría mejorar, pero depende mucho de la ejecución de los presupuestos. |

| | |
|---|---|
| **ENTREVISTA N° 3** | **Claudio Ramírez B.** |
| CARGO/INSTITUCIÓN | **DGA, Maule** |
| | POSICIÓN |
| Caracterización del entrevistado/a | Ingeniero Civil Forestal e Industrial, Jefe Depto. Hidrología hacia 1 año. Lleva 15 años, se ha desempeñado en varios departamentos de la DGA. |
| Conocimiento Institucional | Las principales funciones de la DGA mantener y operar el sistema hidrológico regional, ver fiscalización y medio ambiente y lo relacionado con los derechos.<br>En Hidrología nos relacionamos con los demás proveyendo información. |
| Percepción Institucional | Todos los deptos. De la DGA son relevantes, se complementan.<br>Se cumplen todas las funciones, pero el nivel se ve afectado por la carga de trabajo. Faltan funcionarios.<br>Debemos cumplir otras funciones como prevención de riesgos en mi caso.<br>Los recursos son escasos y a nosotros los imprevistos nos complican y los plazos de respuesta deben ser rápidos, la información hoy es importante y debemos atender las emergencias ante los reclamos especialmente. |
| Coordinación Institucional | Hidrología en especial con la DOH, en lo ambiental con otros servicios públicos,<br>Trabajamos directamente sólo con la DOH, a las generadoras les tenemos que pedir permiso para ingresar.<br>Con la CNR sólo nos hemos relacionado con respecto a los PGR.<br>Con los regantes hemos tenido algunas dificultades en algunos canales en especial con los relacionados con centrales de paso, en especial problemas de acceso. |

| | |
|---|---|
| **ENTREVISTA N° 4** | **Enrique Osorio A.** |
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | **DGA, Maule** |

| TEMAS | POSICIÓN |
|---|---|
| Caracterización del entrevistado/a | Ingeniero Forestal, tres años y medio como jefe del departamento de Fiscalización y Medio Ambiente. Fui técnico del depto. Recurso Hídrico por 2 años |
| Conocimiento Institucional | La DGA debe administrar el Recurso Hídrico, conoce las funciones de la DGA.<br>Principalmente la DGA constituye derechos, da permisos para obras en los cauces y mide el recurso. En Fiscalización da curso a las denuncias y da opinión ambiental en él SEA.<br>En la DGA los departamentos están directamente relacionados, los insumos de uno aportan al trabajo de los otros. Uno define cuantos recursos hay el otro da los derechos y el otro los fiscaliza.<br>Como departamento nos relacionamos con los otros a través de consultas en casos determinados y dependiendo de la necesidad.<br>Hay relación en épocas de emergencia y todos participamos, los jefes para estar atentos.<br>Somos un servicio pequeño, pero somos el con la DOH los servicios a cargo del Recurso Hídrico. |
| Percepción Institucional | El departamento más relevante es el de recurso hídrico, todo parte de la tramitación de un derecho de agua. Es también el más importante y con el mayor número de personal.<br>El número de personal si cumple con todas las funciones, pero el tiempo en que lo hace no es el más adecuado. Siempre se asumen nuevos desafíos, pero la gente es la misma.<br>Las condiciones en que se trabaja contractualmente hace que haya mucha movilidad de profesionales, en especial los jóvenes y esto retrasa los procesos.<br>Al menos en Fiscalización para mejorar la efectividad de sus procesos requiere de más recursos, a medida que el recurso es escaso mayor es la necesidad y el nivel de conflicto aumenta. |

| | |
|---|---|
| **ENTREVISTA N° 4** | **Enrique Osorio A.** |
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | **DGA, Maule** |
| Coordinación Institucional | La DGA se relaciona con muchos servicios, DOH, Salud, en el ámbito de la evaluación ambiental hay mucha coordinación. SAG, CNR, Agricultura.<br>Con la DOH somos del mismo ministerio y es una relación directa, con la CNR revisamos los proyectos que ellos estén realizando.<br>Muchos usuarios de agua están presentando conflicto por temas de distribución de agua, y como los OUA no conocen las facultades de la DGA, pero somos una unidad reactiva, con la poca cantidad de personas no tenemos recursos para atender todas las denuncias. Por eso con las OUA son las relaciones más difíciles |

| | |
|---|---|
| **ENTREVISTA N° 5** | **Vicente Maturana P.** |
| CARGO/INSTITUCIÓN | **DGA, Maule** |
| TEMAS | POSICION |
| Caracterización del entrevistado/a | Ingeniero Agrónomo, es fiscalizador hace 5 meses a contrata y 4 años como honorarios.<br>Estuvo en el departamento de recurso hídrico como analista de expedientes. |
| Conocimiento Institucional | Conoce las tareas y funciones de la DGA. La principal es el otorgamiento de derechos, fiscalización y mantiene la red hidrométrica a nivel país y gestiona y da directrices del recurso hídrico a nivel nacional.<br>Los departamentos están relacionados entre sí, uno entrega "input" al otro, existe un manual que define como hacerlo, desde la disponibilidad como el otorgamiento de derechos y luego puede ser fiscalizado.<br>El catastro de derechos de aguas es uno de los productos más relevantes de la DGA y sin ello puede ser fiscalizable.<br>La labor de la DGA en el MOP es obras y aguas, se entiende por su rol paralelo a la DGOP, sin embargo, la DGA tiene mucho menor presupuesto. La DGA genera información estratégica para el desarrollo del país. |
| Percepción Institucional | El depto. de recurso hídrico es el esencial en la DGA. Es la base y la piedra de tope da los derechos de otorgamiento, debiese |

| **ENTREVISTA N° 5** | **Vicente Maturana P.** |
|---|---|
| CARGO/INSTITUCIÓN | **DGA, Maule** |
| | afianzarse más respecto a la eficiencia del recurso hídrico, falta más que una modificación al código, una modificación al manual de procedimiento. El funcionario debiera poder ir más allá, falta trabajo de la academia en especial frente a la fórmula de integrar la parte técnica al procedimiento para otorgar los derechos.<br>Falta mucho en personal, falta capacitación en especial en hidrología, los particulares siguen haciendo estudios y la DGA se queda atrás.<br>El número de funcionarios es insuficiente.<br>Cuando existe un problema de escasez las demandas de los regantes se aumentan y no tenemos el recurso humano para atenderlo.<br>Falta generar un manual de procedimiento para el DARH que sea más riguroso en el otorgamiento de los derechos.<br>Falta a la DGA capital humano y económico para resolver los problemas del agua. La DGA debe ser el instrumento que defienda el agua, se debe aumentar los recursos para que sea un defensor del agua. |
| Coordinación Institucional | En temas de fiscalización es directa la relación con temas ambientales y de obras, entre las organizaciones el SEA, MMA, con la DOH.<br>La DGA es un organismo con responsabilidad ambiental.<br>La DGA tiene muy poca relación con el ministerio de agricultura y sus servicios dependientes y la relación debiera ser directa.<br>La labor de la CNR esta tan encuadrada con los agrónomos que se aleja del MOP. Aquí hay Ing. Civiles que lo han hecho bien, pero se pierde que el agua es para generar alimentos y esto se pierde en el MOP.<br>No se ve relación con la CNR.<br>La DGA tiene muy buena relación con sus pares en la institución hídrica, la mayor dificultad para relacionarse es con el ministerio de agricultura, su institucionalidad es pequeña hay sólo un encargado zonal y su labor es lejana para nosotros y para la comunidad, sólo la personas que quiere infraestructura de riego la conocen. |

| | |
|---|---|
| **ENTREVISTA N° 6** | **Susan Valenzuela A.** |
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | DGA, Maule |

| TEMAS | POSICION |
|---|---|
| Caracterización del entrevistado/a | Ingeniero Forestal, Agente de expedientes con 2 años en el cargo, fue profesional técnico del DRH |
| Conocimiento Institucional | La misión es promover las gestiones de la DGA, constituir derechos de aprovechamiento y llevar el control fluviométrico.<br>Los departamentos están interrelacionados entre sí, se entregan la información o prestan apoyo a la gestión.<br>No tiene claro el rol de la DGA en el MOP. Junto a la DOH ven los recursos hídricos en el MOP. |
| Percepción Institucional | El departamento más relevante de la DGA es el DARH, tiene mayor número de funcionarios, en el cumplimiento de metas somos importantes y la imagen para la comunidad la da la DARH.<br>Con más funcionarios podríamos llegar al óptimo en eficacia.<br>Falta una imagen colectiva, si se sumaran las capacidades con un mayor compromiso colectivo tendríamos mejores resultados. Falta también más capacitación a los trabajadores, en especial los nuevos que llegan con ganas, pero para esta labor se necesitan conocimientos específicos. |
| Coordinación Institucional | La DGA se relaciona con agricultura, CNR, INDAP, DOH y por otro lado con los Municipios. De trabajo mancomunado especialmente con la DOH.<br>Las dificultades en las relaciones son especialmente con los privados por no entender los procesos. |

| | |
|---|---|
| **ENTREVISTA N° 7** | **Enrique Ugarte S.** |
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | **DGA, Maule** |

| TEMAS | POSICIÓN |
|---|---|
| Caracterización del entrevistado/a | Ingeniero Civil, Director regional del Maule de la Dirección General de Aguas con 2 años en el cargo, fue Jefe de Hidrología de la DGA del Maule. |
| Conocimiento Institucional | La misión es gestionar la administración del recurso hídrico, optimizando su uso, en cuanto a la visión es posicionarse como el servicio encargado de realizar una gestión en todo su ámbito a nivel nacional y concentrado las labores que están mezcladas con otros servicios.<br>Las principales funciones son:<br>- Planificar el recurso<br>- Medir el recurso<br>- Ejercer la policía y vigilancia.<br>- Coordinar los estudios relacionados con la gestión y la disponibilidad del Recurso<br>- Constituir los derechos de aprovechamientos de agua.<br>La relación de los distintos departamentos se encuentra íntimamente relacionados con los distintos departamentos<br>En el MOP el rol de la DGA, es de facilitador de obras relacionadas con recursos de obras pequeñas |
| Percepción Institucional | Todos los departamentos son indispensables para el funcionamiento, se encuentran equilibradas en la región, desde el punto de vista.<br>En cuanto a volumen de trabajo hay desequilibro el DARH tiene mayor sobre carga, en cambio hidrología con el personal que tiene da abasto y el departamento de fiscalización se tiene que potenciar a futuro.<br>En nuestros departamentos faltan dotación, hay una cantidad de expedientes que ir evaluando y apoyo a las dotaciones de usuarios se ven a distancia, con la dotación actual nos permite mirar y no poder abordar estos temas.<br>Pasan por dos cosas, de personal y de crear la herramientas para que las labores del Código de Aguas las podamos realizar y hasta donde llegamos con las labores de mandato de la DGA que no se sabe muy bien cómo abordarlas. |
| Coordinación Institucional | La DGA se relaciona con agricultura, CNR, MOP, DOH. |

| | |
|---|---|
| **ENTREVISTA N° 7** | **Enrique Ugarte S.** |
| **CARGO/INSTITUCIÓN** | **DGA, Maule** |
| TEMAS | POSICIÓN |
| | La relación es a diario con la DOH, participación con la CNR y consejo MOP los lunes, con la CNR las coordinaciones son para coordinar información de solicitudes.<br>Con mayor dificultad con los municipios, no hay mucho conocimiento de la normativa, la intervención de cauces y administración de los bienes de uso públicos, con Serviu el tema de proyectos de modificación de cauces los tiempos de revisión no toman en consideración los tiempos que toma la DGA en revisar los proyectos. |

### 2.4.4.6. Síntesis de la Información de las entrevistas

## a) Conocimiento Institucional

En las entrevistas a los funcionarios de la DGA se observa un alto conocimiento de la institución, tienen claro las funciones y procedimientos necesarios para alcanzar los logros de los productos comprometidos.

Se observa que, si bien conocen los procesos reconocen la necesidad de generar imágenes colectivas que los identifiquen como parte de la institución, "falta ponerse la camiseta", "se requiere más compromiso".

Se observa dificultad en vislumbrar el rol de la DGA en el MOP, identificando claramente la cercanía con la Dirección de Obras Hidráulicas, pero no así con las otras direcciones operativas.

## b) Percepción Institucional

Hay consenso en el rol primordial del Departamento de Administración del Recurso Hídrico en la DGA, debido a la visibilización que la gestión de los otorgamientos de derechos de agua tiene en la comunidad y la importancia que para las Organizaciones de Usuarios de agua tiene este departamento.

Se destaca la necesidad de mayor relación entre el nivel central y las regiones, esto muchas veces es producto de la falta recursos. Esta Dificultad de contar con recursos también afecta las actividades en terreno propias del rol de la DGA.

Además, se señala la necesidad de capacitación en materias tan específicas, propias de la DGA "No se prepara a los nuevos funcionarios, no hay capacitaciones, antes se realizaban y los nuevos no tienen esas oportunidades. Esto también pasa en otros departamentos".

## c) Coordinación Institucional

La DGA es una institución cuyo rol ambiental es primordial en el sistema de evaluación de impacto ambiental en Chile y en el marco del cumplimiento de este rol se relaciona con diversas instituciones públicas.

La dirección directa de la DGA al interior del MOP es con la DOH, sin embargo, los entrevistados dan cuenta de acciones concretas de coordinación con los otros servicios operativos para el desarrollo de las iniciativas de infraestructura.

Las mayores dificultares en la relación se da con las Organizaciones de Usuarios de Agua, quienes exigen mayor rapidez en sus procedimientos y que en especial a lo referente al perfeccionamiento de los derechos de agua, el rol de la DGA es prioritario para acceder a otros beneficios del estado.

A lo anterior se suma la importancia que ha ido adquiriendo la función fiscalizadora de la DGA.

### 2.4.4.7. Matriz de Identificación y Catastro de Actores

En base a la información obtenida mediante el análisis de contexto y la aplicación de las entrevistas semiestructuradas a informantes claves, se materializó la matriz de identificación y catastro de actores, que se incluye en el Anexo 2-6 de Participación Ciudadana.

Matriz de caracterización de actores, agrupados por tipología y con los antecedentes necesarios para poder ubicarlos e invitarlos a participar del proceso de participación ciudadana.

Esta matriz recoge información de 467 actores regionales, entre juntas de Vigilancia, comunidades de agua, Uniones Comunales de Juntas de Vecinos, Comités de Agua potable rural, instituciones públicas y otras organizaciones relevantes para este estudio.

La identificación y catastro de actores se realizó a partir de su tipología de acuerdo a lo señalado en el Manual de Participación Ciudadana para iniciativas de Inversión del MOP, el que los divide entre Actores del Sector Público, Políticos y de la comunidad.

## Actores Públicos

Funcionarios o Servicios de los Ministerios o servicios, con y sin responsabilidad directa en la decisión, con competencias específicas y complementarias a la decisión. Con este tipo de actores compete potenciar acciones de coordinación, ya que sus mandatos y sus acciones se relacionan con ciertos tipos de intervenciones sobre el territorio y la comunidad local, lo que requiere de una acción conjunta para su éxito con ella o con el territorio intervenido.

## Actores Políticos

Estos actores son los Líderes Políticos electos en las circunscripciones o Distritos donde se desarrolla la decisión (Senadores y Diputados), y las Autoridades Locales elegidas (Alcalde y Concejales). Estos actores han sido elegidos por la ciudadanía y en representación de ella tienen el derecho de acceder a la información de la decisión que afectará y/o beneficiará directamente al territorio.

## Actores de la Comunidad

Entre estos actores se encuentran los dirigentes formales e informales de los grupos de ciudadanos afectados o beneficiados, directa o indirectamente, por la iniciativa. Además, en este grupo de actores se encuentran aquellas instituciones que poseen conocimiento específico sobre algún aspecto de la decisión, como, por ejemplo: universidades, centros de estudios, colegios profesionales, Uniones Comunales de Juntas de Vecinos, Comunidades de agua, etc.

Cabe señalar que la matriz se irá perfeccionando en la medida que se desarrollen las actividades del programa de participación ciudadana.

#### 2.4.4.8. Talleres Participativos

En esta etapa se realizó el primer ciclo de talleres, Los temas tratados fueron los siguientes:

- Presentación del estudio y cronograma de actividades PAC, a realizar durante su desarrollo.
- Levantamiento de información y problemáticas y situaciones particulares del territorio en torno al recurso hídrico, planteadas desde la comunidad.

En la siguiente Tabla, se presenta la calendarización de los talleres.

| Tabla 2-77 Calendario de los talleres por UDE | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **UDE** | **Comunas** | **comuna del taller** | **Fecha propuesta** | **Lugar** |
| 1 | Curicó, Romeral, Molina, Teno, Rauco, Sagrada Familia, Hualañe, Vichuquén, Licantén y Curepto | Curicó | 05.05.2016 - 16:00 hrs | Hotel Comercio. |
| 2 | Talca, Constitución, Pencahue, San Rafael, Maule, Pelarco, río Claro y San Clemente | Talca | 05.05.2016 - 11:00 hrs | Salón Municipal, |
| 3 | Cauquenes, Chanco, Empedrado, Pelluhue y San Javier. | Cauquenes | 04.05.2016 - 16:00 hrs. | Salón Gobernación provincial |
| 4 | Linares, Parral, Retiro, Longaví, Colbún, Yerbas Buenas y Villa Alegre. | Linares | 03.05.2016 - 11:00 hrs | Salón Gobernación provincial |

*Fuente: Elaboración propia*

Los talleres se realizaron con una secuencia de cuatro momentos:

1. Bienvenida
2. Exposición del estudio, sus alcances y una breve explicación del proceso participativo en desarrollo
3. Trabajo en grupo
4. Plenario

El objetivo de los talleres fue levantar información y las situaciones particulares de cada uno de los territorios o unidades de desarrollo estratégico, en torno al recurso hídrico, planteadas desde la comunidad.

### 2.4.4.9. - Invitaciones

Se imprimieron y distribuyeron tarjetones de invitación en forma personal, de acuerdo al catastro de actores identificados (ver Anexo 2-6 Participación Ciudadana).

Las acciones de confirmación de las invitaciones fueron los siguientes:

1. Envió de mail de invitación el día 26 de abril desde el correo: recursoshidricosmaule@gmail.com. Al mail se adjuntó el tarjetón de invitación y la minuta de presentación del estudio.

2. 2.- Envío de mail, a través del correo planrecursohidrico@gmail.com, el día 28 y 29 de abril, por segunda vez mail de invitación a todos los actores involucrados.

3. 3.- Confirmaron por vía telefónica a los actores invitados.

4. 4.- Emisión de Cápsulas radiales de invitación.

**Tabla 2-78 Emisoras contratadas por UDE**

| UDE | Emisora |
|---|---|
| Curicó | Emisora Radio Tropical Latina 95.5 FM<br>Programa Punto de Encuentro Radio Cristalina 96.3. FM |
| Talca | Radio Paloma 97.5 FM |
| Cauquenes | No se contrató. |
| Linares | Emisora Radio Tropical Latina 95.3 FM |

*Fuente: Elaboración propia*

### 2.4.4.10. Desarrollo de los talleres

- Los talleres se iniciaron con la bienvenida a los asistentes, una explicación general de los objetivos de la reunión, una breve exposición del estudio y sus alcances.

*Tiempo estimado 25 minutos*.

Posteriormente se efectuó una explicación de la forma de trabajo, para luego realizar el armado de los grupos de trabajo.

*Tiempo estimado 10 minutos.*

- Posteriormente, las/os participantes fueron divididos en grupos para el trabajo participativo. Se da inicio a la construcción de los "mapas parlantes", que tiene como interés principal el dotar de una ubicación espacial a las problemáticas planteadas por los/as asistentes, constituyendo una herramienta de representación visual de la información dentro de un contexto geográfico determinado, en este caso, las Unidades de Desarrollo Territorial.

El trabajo con los "mapas parlantes" tiene por objetivo entregar antecedentes para el diagnóstico y relevar los principales problemas asociados al recurso hídrico en cada uno de los territorios, ello en función de las evaluaciones, intereses y posicionamientos adoptados por las/os actores, dada la heterogeneidad de actores y territorios presentes en cada uno de los talleres.
Cada uno de los grupos de trabajo inicia la discusión respondiendo a las preguntas detonantes:

- ✓ ¿Qué aspectos se deben considerar en la construcción del diagnóstico, relacionados con el recurso hídrico de la región?
- ✓ ¿Cuáles son, según su experiencia, los principales problemas asociados al recurso hídrico en sus localidades?

Mediante técnicas de trabajo grupal (lluvia de ideas), el facilitador ayuda a ordenar las ideas y a direccionar la conversación el levantamiento de información y problemáticas y situaciones particulares del territorio en torno al recurso hídrico.

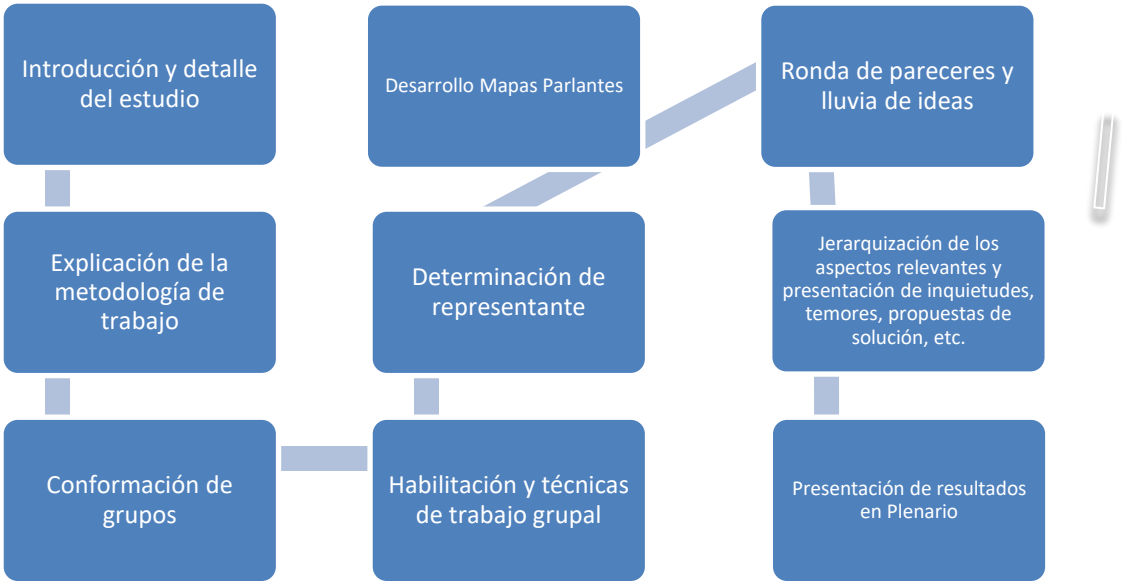
Esto permitió la identificación y jerarquización de los temas de mayor importancia, permitiendo resumir las inquietudes, propuestas y comentarios elaborados.
Al finalizar la priorización se seleccionó una persona del grupo que actuará como representante del grupo y que tendrá como labor presentar la síntesis del trabajo desarrollado.

*Este trabajo se desarrolló en aproximadamente 50 minutos.*

- Posteriormente se efectuó el Plenario, donde cada resumen se presentó mediante tarjetas físicas.
  Las tarjetas o notas fueron recopiladas o guardadas por el consultor, con el fin de sistematizar la información recolectada. Desarrollar una propuesta de trabajo para el siguiente taller.

  *Este paso será validado con la concurrencia, demorando aproximadamente 30 minutos.*
  La secuencia de pasos puede observarse en el siguiente esquema.

**Figura 2-35 Diagrama de Talleres**

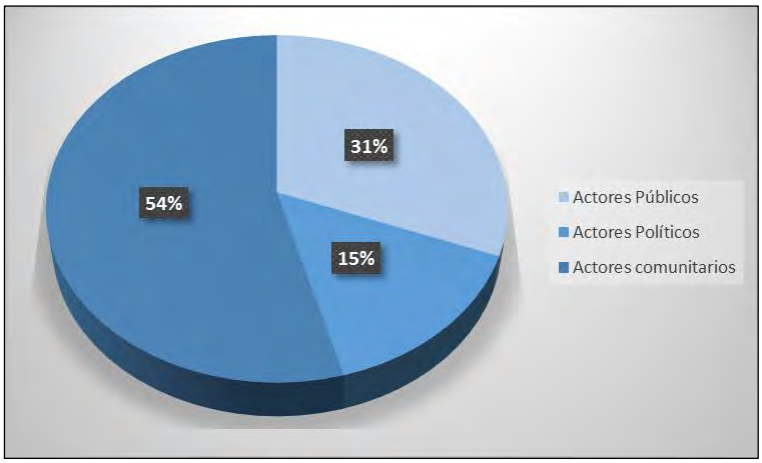



*Fuente: Elaboración propia*

### 2.4.4.11. Análisis de la Asistencia

La asistencia a los talleres no fue la esperada, sin embargo, se contó con la representación de toda la tipología de actores, en cada una de las Unidades de Desarrollo Estratégico.

**Figura 2-36 Asistencia por tipología de actor**




*Fuente: elaboración propia*

| Tabla 2-79 Resumen Asistencia a Talleres por UDE | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Tipología de Actor** | **Institución** | **UDE 1 Curicó** | **UDE 2 Talca** | **UDE 3 Cauquenes** | **UDE 4 Linares** |
| Actores Públicos | DGA | 2 | 4 | 3 | 2 |
| | Gobernación | | | 2 | |
| | CNR | | 1 | | |
| | SAG | | 1 | | |
| | INDAP | | 1 | 1 | 2 |
| | SERVIU | 1 | | | |
| | SEREMI Medioambiente | | 1 | | |
| | SEA | | 2 | | |
| | INIA | | | 1 | 1 |
| | SEREMI MOP | | 2 | | |
| | DOH | | 1 | | |
| | CORFO | | 1 | | |
| Actores Políticos | Municipalidad | 4 | 3 | 1 | |
| | Consejeros Regional | 5 | | 1 | |
| Actores Comunitarios | Regantes | 6 | 1 | 1 | 22 |
| | APR | 10 | 4 | | 5 |
| | UC de Juntas de Vecinos | 1 | | | |
| | Instituciones Privadas | 1 | | | 2 |

*Fuente: elaboración propia*

### 2.4.4.12. Sistematización por Jornada

## Unidad de Desarrollo Estratégico Linares

La actividad se da inicio a las 10:10 am, en el salón Balmaceda de la Gobernación Provincial, con el saludo del Director de Aguas de la Región del Maule.

Luego la Consultora Everis presentó el Estudio y sus alcances. Dando inicio al trabajo grupal.

Asistieron 34 dirigentes, conformando tres grupos de entre 7 y 10 personas.

**Tabla 2-80 Actores participantes por tipología UDE Linares**

| Tipología de Actor | Institución |
|---|---|
| Actores Públicos | DGA |
| | INDAP |
| | CNR |
| | INIA |
| Actores Políticos | Municipalidad de San Javier<br>Consejera Regional |
| Actores Comunitarios | Junta de Vigilancia río Ancoa |
| | Coop. Melozal Ltda. |
| | Canal Ibarra |
| | APR Cerrillos |
| | Canal Cerrillos |
| | Canal Entrada Cerrillos |
| | Canal Mesamavida |
| | Comunidad Santa Rosa |
| | APR San Juan |
| | Coop. San Alejo Ltda. |
| | Canal La Cuarta |
| | Canal Matriz Putagan |
| | Canal Encina |
| | JV Río Achibueno |
| | Canal Putagan |
| | JV Río Longaví |
| | Canal Melado |
| | JV Río Perquilauquen |
| | APR Las huellas Sombreado |
| | Canal La Cañada |
| | APR Guadantun |
| | Canal Maitenes |

*Fuente: Elaboración propia*

El trabajo en grupo se desarrolló con gran participación e interés de los asistentes, apoyados de trabajo con tarjetas y en un grupo además con plano de la UDE, lo que permitía ubicar espacialmente las situaciones o aspectos manifestados.

Cada uno de los aspectos mencionados por los participantes se agruparon y priorizaron de acuerdo al grado de importancia o relevancia tienen a juicio de los participantes.

**Tabla 2-81 Aspectos o situaciones priorizados UDE Linares**

| Prioridad | Grupo 1 | Grupo 2 | Grupo 3 |
|---|---|---|---|
| 1 | Falta de embalses o acumuladores | Visión debe ser uso humano y producción de alimentos | Apoyo a las organizaciones en aspectos legales |
| 2 | Falta de regularización de derechos de agua individuales | Mejorar eficiencia de riego en el uso del agua | Problemas estructurales (riberas, bocatomas, embalse, etc.) |
| 3 | Falta de capacitación a organizaciones de usuarios de agua | Mejorar la calidad del agua | Problemas relacionados con los derechos de agua. |
| 4 | Problema con el funcionamiento de las instituciones | Asegurar la participación de los usuarios en los proyectos de inversión | |
| 5 | Contaminación de las aguas | Mejorar la legalidad (regularización y Código de Aguas) y la fiscalización. | |
| 6 | Falta de infraestructura | | |
| 7 | Aumento de demanda de consumo de agua potable | | |
| 8 | Falta de apoyo legal a pequeñas organizaciones | | |

*Fuente: Elaboración propia*

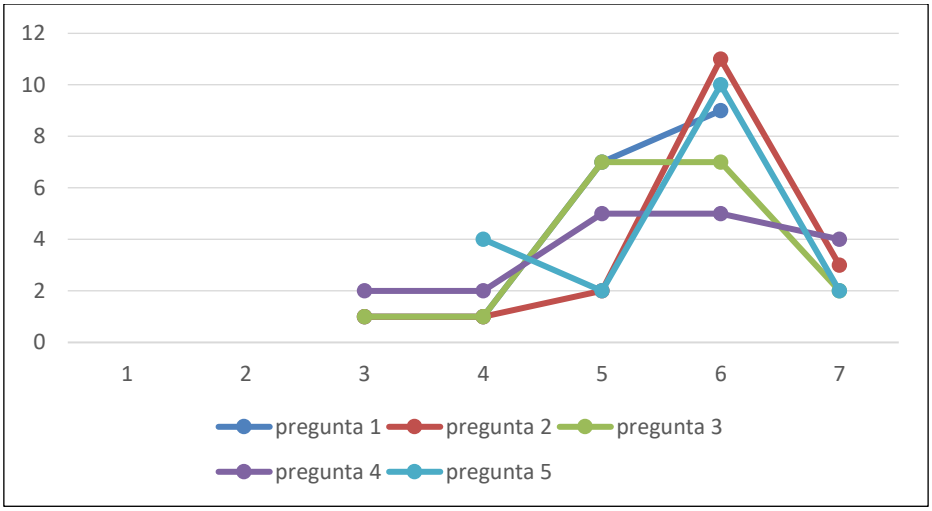
Cada grupo selecciono un orador, quien presento las conclusiones, la priorización y los aspectos más relevantes de lo conversado.

Existen temas comunes en los tres grupos como son: la fiscalización de las instituciones, la falta de infraestructura y la necesidad de mejorar la eficiencia en el riego.

Se aplica encuesta de evaluación de la Jornada. Del total de los participantes responden en forma voluntaria 18 personas.

En la siguiente figura 6-7 Gráfico calificaciones UDE Linares, se grafican las calificaciones obtenidas por pregunta.

**Figura 2-37: Gráfico calificaciones UDE Linares**




*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 2-82 Calificaciones por pregunta UDE Linares**

| Pregunta | Calificación | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ¿Con qué nota calificaría a la organización de la reunión? | | | | | | | | |
| | Calificación | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Promedio |
| | Frecuencia | 0 | 0 | 1 | 1 | 7 | 9 | 0 | 5,3 |
| 2 | ¿Qué nota le pondría al tiempo que dura la reunión? | | | | | | | | |
| | Calificación | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Promedio |
| | Frecuencia | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 11 | 3 | 5,7 |
| 3 | ¿Cómo calificaría Ud. el tiempo dedicado a responder inquietudes? | | | | | | | | |
| | Calificación | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Promedio |
| | Frecuencia | 0 | 0 | 1 | 1 | 7 | 7 | 2 | 5,4 |
| 4 | ¿Cómo evalúa el lugar utilizado para la reunión? | | | | | | | | |
| | Calificación | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Promedio |
| | Frecuencia | 0 | 0 | 2 | 2 | 5 | 5 | 4 | 5,4 |
| 5 | ¿Qué nota le pondría Ud. a las presentaciones realizadas en la reunión de participación ciudadana? | | | | | | | | |
| | Calificación | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Promedio |
| | Frecuencia | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 10 | 2 | 5,2 |

*Fuente: Elaboración propia*

Se finaliza la actividad después de dos horas 30 minutos.

**Figura 2-38: Fotografías de la actividad UDE Linares**

| | |
|---|---|
| | |
| Trabajo en Grupo | Plenaria |

*Fuente: Elaboración propia*

## Unidad de Desarrollo Estratégico Curicó

La actividad se da inicio a las 10:10 am, en el salón del Hotel Comercio, con el saludo del Director de Aguas de la Región del Maule.

Luego la Consultora Everis presentó el Estudio y sus alcances. Dando inicio al trabajo grupal.

Asistieron a esta jornada un total de 30 participantes, entre ellos se destaca la participación del Alcalde de Hualañe, los Consejeros Regionales y el presidente de la Unión Comunal de Juntas de Vecinos de Teno.

| Tabla 2-83 Actores participantes por tipología UDE Curicó | |
|---|---|
| **Tipología de Actor** | **Institución** |
| Actores Públicos | DGA |
| | SERVIU Curicó |
| Actores Políticos | Municipalidad de Hualañe |
| | Consejeros Regionales |
| | Municipalidad de Curicó |
| Actores Comunitarios | APR Pichingal |
| | Canal Los Guindos 1 y 2 |
| | Junta de Vigilancia Estero Garretón |
| | Canal Lontué |
| | APR El Maile |
| | APR Vista Hermosa |
| | Canal R y R |
| | APR Cerrillo Bascuñán |
| | APR Quilpoco |
| | Unión Comunal de Juntas de Vecinos Teno |
| | APR Tutuquén Bajo |
| | Asociación de Canalistas de Lontué |
| | APR Chenquelemu |
| | APR Domingo Maella |
| | Canal Romeral |

*Fuente: Elaboración propia*

Se trabajó en dos grupos de más de 10 personas, apoyados con planos de la UDE Curicó, donde se graficó espacialmente la información entregada por los dirigentes, dando lugar a los "mapas parlantes".

Posteriormente a través de tarjetas se identificaron las principales situaciones o aspectos manifestados, los que luego fueron priorizados por el grupo.

**Tabla 2-84 Aspectos o situaciones priorizados UDE Curicó**

| Prioridad | Grupo 1 | Grupo 2 |
|---|---|---|
| 1 | Aumento de demanda de consumo de agua potable | Necesidad de una gestión integrada de cuencas |
| 2 | Falta de educación en el buen uso del agua potable (comunidad y dirigentes) | Falta de fiscalización de todas las instituciones que intervienen |
| 3 | Contaminación de las aguas de los ríos por las empresas y poblaciones aledañas. | Demasiadas organizaciones relacionadas con el agua |
| 4 | Mala distribución de las aguas de regadío para los chicos | Falta de mantención y mejora en la infraestructura |
| 5 | Extracción ilegal de áridos | Falta apoyo en la gestión de las OUA y APR. |
| 6 | Falta Fiscalización en canales de riego | Dificultad en los atraviesos de la ruta 5, no consideraron canales de regadío |
| 7 | Falta saneamiento de los derechos de agua | Falta participación de los usuarios en la definición de la infraestructura |
| 8 | Plantaciones forestales afectan los cauces naturales de agua | Falta forestación en sector cordillera |
| 9<br><br>10 | Aumento del uso del agua por grandes empresas | Contaminación de las aguas<br><br>Entrega de aguas a embalse Convento Viejo |

*Fuente: Elaboración propia*

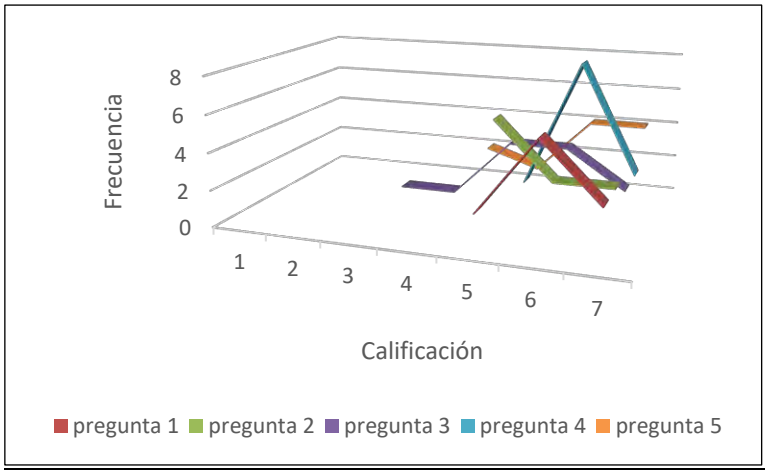
Cada grupo selecciono un orador, quien presento las conclusiones, la priorización y los aspectos más relevantes de lo conversado.

Existen temas comunes en los grupos como son: la necesidad de mayor fiscalización por parte de las instituciones, la falta de infraestructura y la contaminación de las aguas.

Se aplica encuesta de evaluación de la Jornada. Del total de los participantes responden en forma voluntaria 18 personas.

En la siguiente figura 6-9 Gráfico calificaciones UDE Curicó, se grafican las calificaciones obtenidas por pregunta.

**Figura 2-39 Gráfico calificaciones UDE Curicó**




*Fuente: Elaboración propia*

| Tabla 2-85 Calificaciones por pregunta UDE Curicó | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Pregunta** | **Calificación** | | | | | | | | |
| 1 | ¿Con qué nota calificaría a la organización de la reunión? | | | | | | | | |
| | Calificación | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Promedio |
| | Frecuencia | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 6 | 3 | 5,8 |
| 2 | ¿Qué nota le pondría al tiempo que dura la reunión? | | | | | | | | |
| | Calificación | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Promedio |
| | Frecuencia | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 3 | 3 | 5,8 |
| 3 | ¿Cómo calificaría Ud. el tiempo dedicado a responder inquietudes? | | | | | | | | |
| | Calificación | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Promedio |
| | Frecuencia | 0 | 0 | 1 | 1 | 4 | 4 | 2 | 5,4 |
| 4 | ¿Cómo evalúa el lugar utilizado para la reunión? | | | | | | | | |
| | Calificación | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Promedio |
| | Frecuencia | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 8 | 2 | 5,8 |
| 5 | ¿Qué nota le pondría Ud. a las presentaciones realizadas en la reunión de participación ciudadana? | | | | | | | | |
| | Calificación | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | Promedio |
| | Frecuencia | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 4 | 4 | 5,6 |

*Fuente: Elaboración propia*

Se finaliza la actividad después de dos horas 30 minutos.

**Figura 2-40: Fotografías de la actividad UDE Curicó**

Registro de asistencia

Trabajo en grupo

*Fuente: elaboración propia*

## Unidad de Desarrollo Estratégico Cauquenes

La actividad da inicio a las 16:10 am, en el salón de la Gobernación Provincial de Cauquenes, con el saludo del Director de Aguas de la Región del Maule.

Luego la Consultora Everis presentó el Estudio y sus alcances. En esta ocasión se conformó un solo grupo de trabajo, en torno a los planos.

Asistieron a esta jornada un total de 10 participantes, entre ellos se destaca la participación del Gobernador provincial y la Consejera Regional.

| Tabla 2-86 Actores participantes por tipología UDE Cauquenes | |
|---|---|
| **Tipología de Actor** | **Institución** |
| Actores Públicos | DGA |
| | Gobernación |
| | CNR |
| | INIA |
| Actores Políticos | Municipalidad de San Javier |
| | Consejera Regional |
| Actores Comunitarios | Asociación de Regantes Embalse Tutuvén |

*Fuente: Elaboración propia*

Debido a la escasa participación en la convocatoria efectuada a los actores del agua en la UDE de Cauquenes, se modificó la metodología de trabajo diagnostica.

Desarrollándose la herramienta de "Mesa de Trabajo" con una moderadora y una facilitadora, donde la moderadora dirigió la discusión, asegurando la participación de todos. La facilitadora, además de marcar los tiempos, recogió la información, por lo cual no se utilizaron tarjetas como elemento de apoyo.

| Tabla 2-87 Aspectos o situaciones priorizados | |
|---|---|
| **Prioridad** | **Grupo 1** |
| 1 | Uso de agua para consumo y productividad es prioritario |
| 2 | Escases de agua debido a condiciones de secano presentes en Cauquenes |
| 3 | Falta financiamiento para nuevas captaciones dirigido a pequeños productores. |
| 4 | Es importante dar una mayor profundidad a los pozos existentes y a los que se perforen |
| 5 | Falta de regularización de derechos de aprovechamiento de aguas para sistemas de agua potable rural y para regantes. |
| 6 | Problemas de coordinación y/o articulación entre organismos del Estado asociados al tema hídrico, incorpora; proyectos, financiamiento y asesorías. |
| 7 | Fuerte erosión en algunas zonas del secano |
| 8 | Escasez de agua para consumo |
| 9 | Falta infraestructura para riego. |

*Fuente: Elaboración propia*

A diferencia de las otras UDE y por el carácter técnico que fue tomando esta mesa de trabajo, se visualizó el actual desarrollo de iniciativas para paliar algunos de los problemas identificados.

- Estudios de embalsamiento subterráneo en tres sectores, siendo el más claro el estudiado en la comuna de San Javier.
- Proyecto embalse Huedque al sur de Cauquenes.
- Proyecto Construcción de acumuladores de aguas lluvias para riego. Se destaca la necesidad de analizar en profundidad los aspectos legales necesarios para su implementación
- Gobernador informa que se estudian 21 puntos para mini tranques en la Provincia de Cauquenes

-

**Figura 2-41 Fotografías de la actividad UDE Cauquenes**

| | |
|---|---|
| | |
| Trabajo con planos parlantes | Trabajo con planos parlantes |

*Fuente: Elaboración propia*

## Unidad de Desarrollo Estratégico Talca

La actividad se da inicio a las 10:10 am, en el salón de la I. Municipalidad de Talca, con el saludo del Director de Aguas(s) de la Región del Maule.

Luego la Consultora Everis presentó el Estudio y sus alcances. Dando inicio al trabajo grupal.

Asistieron a esta jornada un total de 22 participantes, preferentemente servicios públicos.

| Tabla 2-88 Actores participantes por tipología UDE Talca | |
|---|---|
| **Tipología de Actor** | **Institución** |
| Actores Públicos | SAG |
| | DGA |
| | CNR |
| | Seremi de Medio Ambiente |
| | SEA |
| | CORFO |
| | SEREMI MOP |
| | DOH |
| | INDAP |
| Actores Políticos | Municipalidad de Talca |
| | Municipalidad de Constitución |
| Actores Comunitarios | APR Panguilemo |
| | APR Pencahue |

*Fuente: Elaboración propia*

Se trabajó en dos grupos de más de 10 personas, apoyados con planos de la UDE Talca, donde se graficó espacialmente la información entregada por los dirigentes, dando lugar a los "mapas parlantes".

Posteriormente a través de tarjetas se identificaron las principales situaciones o aspectos manifestados, los que luego fueron priorizados por el grupo.

| Tabla 2-89 Aspectos o situaciones priorizados UDE Talca | | |
|---|---|---|
| **Prioridad** | **Grupo 1** | **Grupo 2** |
| 1 | Falta cultura y compromiso respecto al cuidado y uso responsable del recurso | Contaminación del agua |
| 2 | Contaminación difusa por el uso de pesticidas y fertilizantes | Falta el manejo integrado de cuencas |
| 3 | Escasez de agua | Faltan obras de acumulación y regulación de riego |
| 4 | Dificultades para constituir derechos de agua | Faltan recursos para instituciones fiscalizadoras |
| 5 | Intervención de cauces | Falta de capacitación a las organizaciones relacionadas con el agua |
| 6 | Falta dar prioridad al uso del agua "Código del agua" | |

*Fuente: Elaboración propia*

Cada grupo selecciono un orador, quien presento las conclusiones, la priorización y los aspectos más relevantes de lo conversado.

Existen temas comunes en los grupos como son: Contaminación de las aguas y la necesidad de contar con mayor educación sobre el recurso hídrico a la comunidad en general, ambos temas son discutidos extensamente en los grupos.

Se finaliza la actividad después de dos horas 30 minutos

**Figura 2-42: Fotografías de la actividad UDE Talca**

| | |
|---|---|
| | |
| Trabajo con planos parlantes | Trabajo en grupo |

*Fuente: Elaboración propia*

### 2.4.4.13. Síntesis de la Información de los Talleres

Al analizar los aspectos y situaciones mencionadas y priorizadas en cada uno de los talleres, se observa que se cumple en un 100% el objetivo planteado para estas primeras jornadas, "Levantamiento de información y problemáticas y situaciones particulares del territorio en torno al recurso hídrico desde la comunidad".

Si bien se deberán realizar acciones tendientes a asegurar mayor participación en las jornadas siguientes, entre las que se planifican visitas de acercamiento y socialización a los gobiernos locales; entrega de resumen ejecutivo en las invitaciones.

En la Tabla 2-90 Principales Aspectos o situaciones planteadas, se entrega la sistematización de las opiniones vertidas, las que posteriormente se analizaran de acuerdo a las dimensiones de:

- Dimensión Organizacional
- Dimensión Productiva
- Dimensión Legal
- Dimensión Ciudadana

- Dimensión Medio Ambiente

**Tabla 2-90 Principales Aspectos o situaciones planteadas**

| UDE Linares | UDE Curicó | UDE Cauquenes | UDE Talca |
|---|---|---|---|
| Falta educación y cultura del agua | Aumento de demanda de consumo de agua potable y de grandes empresas | Falta de disponibilidad de estudios o información para estimar posibles puntos de captación para pozos. | Falta cultura y compromiso respecto al cuidado y uso responsable del recurso |
| Dificultades para constituir y regularizar derechos de agua | Falta de educación en el buen uso del agua potable (comunidad y dirigentes) | Escases de agua debido a condiciones de secano presentes en Cauquenes. | Contaminación difusa por el uso de pesticidas y fertilizantes |
| Falta apoyo a Organizaciones | Contaminación de las aguas de los ríos por las empresas y poblaciones aledañas. | Falta financiamiento para nuevas captaciones dirigido a pequeños productores. | Escasez de agua |
| Estaciones de medición, son pocas y mantención | Mala distribución de las aguas de regadío para los chicos | Mayor profundidad a los pozos existentes y a los que se perforen. | falta el manejo integrado de las cuencas |
| Contaminación de las aguas | Falta de mantención y mejora en la infraestructura | Falta de regularización de derechos de aprovechamiento de aguas para sistemas de agua potable rural y para regantes. | Faltan obras de acumulación y regulación de riego |
| Falta de infraestructura de conducción y distribución | Falta de fiscalización de todas las instituciones que intervienen | Problemas de coordinación y/o articulación entre organismos del Estado asociados al tema hídrico, | Dificultades para constituir y regularizar derechos de agua |

| Tabla 2-90 Principales Aspectos o situaciones planteadas | | | |
|---|---|---|---|
| **UDE Linares** | **UDE Curicó** | **UDE Cauquenes** | **UDE Talca** |
| | | incorpora; proyectos, financiamiento y asesorías. | |
| Aumento de demanda de agua | Falta saneamiento de los derechos de agua | Erosión en algunas zonas del secano. | Faltan recursos para instituciones fiscalizadoras |
| Problemas estructurales (riberas, bocatomas, embalse, etc.) | Plantaciones forestales afectan los cauces naturales de agua | Escases de agua para consumo. | Falta de capacitación a las organizaciones relacionadas con el agua |
| Problemas relacionados con los derechos de agua. | Demasiadas organizaciones relacionadas con el agua | Falta infraestructura para riego. | Intervención de cauces, muchas veces ilegales |
| | Contaminación de las aguas | | |
| | Necesidad de una gestión integrada de cuencas | | |

*Fuente: Elaboración propia*

## Dimensión Organizacional

En esta dimensión los aspectos más mencionados son la falta de fiscalización, en especial por la falta de recursos en las instituciones que deben cumplir este rol.

Reconocen que la falta de infraestructura y la falta de organización son problemáticas en torno al tema del agua. La infraestructura no da abasto para la demanda actual, la que ha aumentado, ya sea por el aumento de población como las empresas grandes han aumentado sus requerimientos.

Se señala también que no falta de información sobre el recurso hídrico, lo que es señalado como clave para su uso.

Es identificado por muchos la necesidad de generar una gestión integrada de las cuencas.

## Dimensión Legal

Se señala como primordial el conocimiento y cobertura de los derechos de agua, lo cual es muy utilizado como concepto, pero existe poco conocimiento del tema en los usuarios.

La modificación y los alcances que se están haciendo al Código de Aguas, es primordial para muchos de los participantes a los talleres, sin embargo, reconocen que la participación en estos procesos es nula.

La problemática principal en materia legal son las dificultades para constituir y regularizar derechos de agua, en especial en los regantes y APR más pequeños.

Todos coinciden en la necesidad de priorizar el consumo humano del recurso.

## Dimensión Productiva

La visión del agua como elemento vital es transversal a todos los grupos, sin embargo, incluso entre los dirigentes de los APR ven la construcción de este Plan como materia de los regantes, siendo necesario en muchos casos explicar la importancia de su participación.

Se identifican problemas de coordinación y/o articulación entre los organismos del Estado asociados al tema hídrico, en especial en lo relacionado a la incorporación de nuevos proyectos, en los financiamientos y asesorías. Todo lo anterior, es especialmente señalado con los 21 mini tranques de acumulación planificados en la UDE de Cauquenes.

## Dimensión Ciudadana

Uno de los aspectos transversalmente mencionado en los talleres es la contaminación del recurso por los ciudadanos. La comunidad desconoce el agua como valor, no se apropia de ella, contaminando y mal usando el recurso.

Falta de cultura y compromiso respecto al cuidado y uso responsable del recurso. En algunos grupos incluso expresan la necesidad de generar campañas de difusión y de puesta en valor del recurso hídrico.

Falta de capacitación a las organizaciones relacionadas con el agua.

## Dimensión Medio Ambiente

En lo referido al tema ambiental lo más relevante y señalado en cada uno de los grupos es LA CONTAMINACIÓN del recurso. Con aguas servidas, con pesticidas agrícolas y especialmente con basura.

Este tema está directamente relacionado con la dimensión ciudadana.

### 2.4.4.14. Recomendaciones para los próximos Talleres

Los talleres realizados en esta etapa alcanzaron el logro de los objetivos planteados, sin embargo, se necesitó realizar acciones tendientes a asegurar mayor asistencia de los invitados en las jornadas siguientes, para ello se propuesto:

- Entrega de resumen ejecutivo junto a las invitaciones.
- Acercamiento y socialización a los gobiernos locales, motivando a los equipos técnicos para su participación.
- Acercamiento y socialización con los actores privados y organizaciones comunitarias de la región.
- Ajustar las fechas según el calendario de los participantes

### 2.4.4.15. Conclusiones de la Etapa

Esta etapa en la elaboración del "Plan Maestro de Recurso Hídrico", en materia de participación ciudadana se realizaron diversas acciones que permitieron identificar a los actores relevantes, acción fue permanente actualizada.

En un contexto general, se identifican la existencia de organizaciones de usuarios fuertes y una buena organización de parte de quienes administran las aguas en algunas de las cuencas. Sin embargo, en general los usuarios de agua no valorizan el agua, y su participación en la administración.

Hay unanimidad en señalar que, si bien existen mecanismos de fiscalización, esta es aún insuficiente de acuerdo a la percepción de la comunidad y de acuerdo a lo señalado por los funcionarios de la Dirección General de Aguas. En especial, por cuanto los organismos fiscalizadores no cuentan con mucho personal, ni recursos para cumplir eficientemente esta función.

La visión del agua como elemento vital es transversal a todos los grupos, sin embargo, la contaminación por efecto humano se destaca como el más grave de los impactos ambientales del recurso.

Se identifican problemas de coordinación y/o articulación entre los organismos del Estado asociados al tema hídrico. Esto puede ser un gran desafío a nivel del comité técnico asesor en su acción futura.

## 2.5. CONCLUSIONES

En resumen en el proceso de elaboración de la presente etapa, en la red hidrométrica existente, se detectó que un alto porcentaje de las estaciones hidrométricas están instaladas en la cuenca del río Maule. En un menor porcentaje en las cuencas de Alta Cordillera de la Región, en la parte sur, en la cuenca del río Mataquito, así como en las Cuencas Costeras.

Las Estaciones Pluviométricas en general permiten representar la variabilidad orográfica; sin embargo, faltaría disponer de más información de la parte alta de la Cordillera, así como de las Cuencas Costeras.

La totalidad de las estaciones pluviométricas de la DGA analizadas en la actualidad, están formadas por las propias de la Región VII del Maule más las de cobertura de las Regiones VI y VIII, sumando un total de 132 distribuidas en 72, 20 y 40 respectivamente, de las que unas 116 están tipificadas como vigentes, sin embargo, de éstas solo unas 100 disponen de una longitud de datos como mínimo de los últimos 10 años, y unas 90 estaciones disponen como mínimo de los últimos 20 años.

Las Estaciones Meteorológicas a través de las otras variables (temperatura, evaporación), en cuanto a variación espacial, están bien distribuidas, faltando densificar en zonas con variación de altitud, es decir, tanto en la Cordillera de la Costa como en la zona de Alta Cordillera.

Las Estaciones Fluviométricas en general permiten representar la variabilidad espacial del régimen de caudales. La información está más detallada en la cuenca del río Maule, en la parte central de la Región. La zona sur de la Región del Maule cuenta con escasa información.

La totalidad de las estaciones fluviométricas de la DGA analizadas en la actualidad suman unas 103, de las que unas 73 están tipificadas como vigentes, sin embargo de éstas solo unas 63 estaciones disponen de una longitud de datos como mínimo de los 10 últimos años, y 56 estaciones disponen como mínimo de los 20 últimos años.

Para atender las mediciones en caso de sequía o crecidas se estima necesario disponer de estaciones en la cuenca intermedia del río Mataquito, Alta Cordillera y estaciones para conocer la disponibilidad del recurso en forma de nieve.

Las Estaciones Aguas Subterráneas son muy escasas en toda la Región reduciéndose a dos en las cuencas del río Mataquito y a otras dos en la del Maule.

En consecuencia, se debería ampliar la red propia de pozos de observación. Los pozos privados y en explotación no permiten caracterizar los acuíferos. Por otro lado, de los aproximadamente 7.000 Derechos de Aprovechamiento de Aguas consuntivos, unos 3.300 corresponden a usos de naturaleza subterránea, lo que da una idea de la importancia de las aguas subterráneas para un número considerable de usuarios en la Región.

En etapas posteriores se afirmó las brechas detectadas en los capítulos 5 de este informe (etapa II), y capitulo 11 (etapa III), que desarrollas un diagnostico en relación a la red hidrométrica y herramientas para la gestión hídrica.

En cuanto a la revisión y análisis de la Oferta Hídrica, se tiene que la información de la oferta hídrica (superficial y subterránea) es abundante, procede de distintas fuentes, tal como se ha pretendido extractar en este apartado, en el que se ha agrupado, en los casos que ha sido posible, por Unidades de Planificación Hidráulica (UPH).

La documentación de referencia en general abunda en detalles de parámetros de alimentación a los modelos hidrológicos MPL y MAGIC. No obstante, en algunos casos no se aportan los resultados en tablas resumen donde se pueda evaluar los volúmenes mensuales y anuales medios resultantes por unidades hidrográficas, u otras unidades territoriales.

Por otro lado, en la revisión y análisis de la situación de la demanda, se observa que la información de las demandas es abundante y procede de fuentes variadas. Sin embargo, al igual que ocurre con la información de la ofertas hídrica, los documentos digitales consultados carecen de información georreferenciada, es decir ficheros de atributos con datos y metadatos exportables a un SIG, que permita realizar todas las operaciones matemáticas necesarias por Unidades de Planificación Hidráulica (UPH), su combinación, y el análisis de potenciales escenarios.

Se realizó un proyecto GIS donde se incorporan capas y láminas que sirven como instrumento útil para la planificación regional. Sin embargo, este no se considera una herramienta matemática que permita modelar escenarios de planificación hídrica.

Por otro lado, desde el punto de vista de la demanda agraria, la documentación de referencia no suele presentar las tablas resumen de los volúmenes mensuales de la demanda agraria de las zonas de riego (ZR) consideradas en la modelización, sino una tabla de precipitación efectiva para las (ZR) y unas tablas de las superficies de las (ZR) definidas como la superficie total cultivada y la superficie máxima cultivable. Con esta información parcial se han determinado los volúmenes de la demanda agraria mensual.

Desde el área ambiental se considera a la región del Maule como un territorio de importancia vital para el cuidado de los recursos naturales a nivel nacional, considerando que se ubica en una zona de transición bioclimática entre clima mediterráneo y templado lluvioso, generando características especiales de expresión biótica (ecotonos) con alto endemismo. Esto cobra importancia cuando se considera la vocación productiva de la región, actividades que están generando alta presión sobre sus ecosistemas, por lo cual se hace necesario que la región cuente con planificación estratégica que defina el equilibrio entre las superficies silvestres y las actividades y zonas de destino productivo.

# 3. DIAGNÓSTICO DE OFERTA-DEMANDA HÍDRICA

## 3.1. ALCANCES

### 3.1.1. Especificaciones técnicas

El objetivo del diagnóstico es el estudio previo al diseño del Plan Maestro de Recursos Hídricos regional. *Consiste en el ordenamiento, interpretación y análisis de la información levantada, para con ello obtener conclusiones respecto a la situación actual de los recursos hídricos de la Región.*

El presente capítulo 3 se refiere al diagnóstico de la oferta y demanda hídrica en la Región del Maule, de la siguiente forma:

- *Determinación de la oferta hídrica, por cuencas, subcuencas o zonas relevantes.*
- *Determinación de demandas, proyecciones de demandas para distintos escenarios (de acuerdo a derechos y uso real).*
- *Evaluación del balance Oferta-Demanda para la situación actual y los escenarios considerados a consensuar con la Inspección Fiscal.*
- *Diagnóstico de la Disponibilidad Hídrica en base a la información, estudios, resoluciones de declaración a zonas de restricción y zonas de prohibición generadas por el Departamento de Administración de los Recursos Hídricos.*

### 3.1.2. Ámbito territorial

El ámbito territorial sobre el que se ha efectuado el presente diagnóstico se refiere a la Región del Maule que, a efectos de análisis, se ha distribuido en las nueve unidades de planificación hídrica (UPH) que se acordaron con la Inspección Fiscal y cuya distribución espacial se puede observar en el mapa siguiente:

**Mapa 3- 1Unidades de Planificación Hídrica de la Región del Maule**

*Fuente: Elaboración propia*

## 3.1.3. Estructura del Capítulo

Con estas prescripciones, se ha elaborado el presente capítulo 3 que se ha estructurado de la forma que se indica a continuación.

### 3.1.3.1. Oferta hídrica

- **Recursos hídricos naturales.** Se han obtenido los recursos hídricos en régimen natural (que incluyen tanto los recursos superficiales como los subterráneos) de todas las cuencas hidrográficas de los que se dispone de

esta información y se han agregado para cada una de las nueve UPH en las que se ha organizado la Región.

- De acuerdo con la información analizada, se ha efectuado la distribución mensual de los recursos hídricos naturales, en cada una de las UPH.
- Hay que reiterar que estos valores son los recursos hídricos en régimen natural de la totalidad de cada cuenca, e incluyen tanto las aguas superficiales, como las subterráneas.
- Se han analizado los recursos hídricos en régimen natural de cada una de las 9 UPH para distintas hipótesis de los recursos hídricos, i) recursos hídricos asociados al año medio, ii) recursos hídricos asociados al 50% de probabilidad de excedencia, iii) recursos hídricos asociados al 85% de probabilidad de excedencia, y, iv) recursos hídricos representativos de la situación actual, asociados al periodo 2010 a 2015.
- **Aguas subterráneas**. Se ha analizado la problemática en la que se encuentran las aguas subterráneas, en la Región. Los trabajos realizados se sintetizan en:

- La elaboración *ex-professo* de un Mapa Hidrogeológico simplificado, a escala Regional.
- El análisis de la situación en la que se encuentran los recursos de aguas subterráneas en el ámbito Regional.
- El estado en el que se encuentran las aguas subterráneas y los dieciséis acuíferos delimitados en cada una de las nueve UPH.

- Además de ello, se han determinado las **características principales de los 16 acuíferos explotados** en la Región determinando, para cada uno de ellos, la siguiente información:

- Litología y localización.
- Derechos de aprovechamientos de aguas concedidos en cada uno de ellos.
- Volumen de extracciones realizadas.

- Cuantificación del volumen de recarga anual.
- Estimación de las reservas de agua almacenada en cada uno de ellos.
- Balances hídricos –recarga menos explotación- anuales.

Toda esta información se ha incluido en el Anexo 3-1: Aguas subterráneas.

### 3.1.3.2. Demandas de agua

- **Demanda agrícola**. Se ha considerado, por un lado, la superficie actual actualizada a 2015, y, por otro, toda la superficie de riego que se ha podido identificar en cada una de las UPH, y se ha aplicado una dotación bruta de riego real, por lo que se ha reflejado la demanda actual y la máxima demanda real, correspondiente a la superficie máxima regable identificada en el PDRHM de 2008. Se ha obtenido su distribución mensual.
- **Demanda pecuaria.** Obtenida a partir del número de cabezas de ganado y de aves, con su dotación correspondiente. Se ha repartido uniformemente en los doce meses del año.
- **Demanda de agua potable**. Surge de la cuantificación de la población rural y la urbana abastecida en cada UPH y de sus dotaciones correspondientes. Más allá de los porcentajes de cobertura de las Empresas Prestadoras de Servicios o del autoabastecimiento en zonas rurales, el PMRHM debe garantizar la existencia de un volumen de agua suficiente para abastecer a toda la población, ya que se trata del uso más prioritario. Para considerar los picos de demanda que se producen en los meses de primavera y verano, se ha distribuido mensualmente.
- **Demanda industrial.** Se ha estimado a partir del inventario de industrias y sus dotaciones. Se ha obtenido una ratio para cada UPH que relaciona su demanda industrial con la población urbana a efectos de hacer posteriormente proyecciones de la demanda futura. Se ha repartido uniformemente en los doce meses del año.

- **Demanda minera.** Se contempla una demanda de este sector para la UPH de las cuencas costeras del sur de la Región. Se ha repartido uniformemente en los doce meses del año.
- **Demanda forestal.** Deriva de la superficie forestal de eucaliptus y álamos, a los que se le ha aplicado su dotación. Se ha repartido uniformemente en los doce meses del año.
- **Demandas totales de agua**. Las demandas consuntivas totales se han obtenido como suma de las anteriores distribuidas espacialmente para cada UPH y mensualmente en el año de referencia.

### 3.1.3.3. Infraestructuras de regulación y trasvases

- **Presas de embalse**. Se han considerado las presas de embalse y las lagunas situadas en cada cuenca y, por agregación, en cada UPH, y se han identificado sus volúmenes de almacenamiento.
- **Trasvases entre cuencas**. Se han identificado los trasvases entre distintas UPH y/o Regiones colindantes, a los efectos de incorporar o disminuir los recursos hídricos en el balance hídrico de cada UPH. Como resultado se aporta un cuadro sintético en el que se incorporan los datos de las cuencas cedentes, los de las receptoras y los volúmenes otorgados que se pueden trasvasar anualmente y su distribución mensual.

### 3.1.3.4. Escenarios Oferta - Demanda

- Se utilizó del **análisis de escenarios** como metodología para la comparación de los recursos hídricos naturales y las potenciales demandas consuntivas.
- Los escenarios surgen de la **combinación** de unas posibles hipótesis de las **demandas** de agua y de unas hipótesis probables de los **recursos hídricos naturales**.
- La planificación de recursos hídricos debe tener en cuenta, además de sus propios programas, el resto de planificaciones sectoriales -territorial, ambiental, industrial, agraria, energética, minera y turística- ya que las

necesidades a satisfacer evolucionan según las dinámicas de estas planificaciones.

- La demanda consuntiva total está identificada por diversos sectores. La demanda agraria es la más compleja: se definen las dos hipótesis de demanda a partir de la maximalista (máxima superficie regable existente) y de la situación actual a 2015. En cualquier caso, el regadío es el máximo consumidor de agua, y debe ser optimizado porque su eficiencia es baja. Para el resto de las demandas es necesario conocer y precisar las correspondientes a los diferentes sectores.
- Los escenarios se nutren de estimar los **recursos hídricos naturales**, en cantidad y calidad, para los distintos usos que pueden garantizar la satisfacción de las demandas.
- El **balance hídrico de los escenarios considerados** como más probables se efectuará como se ha indicado y determinará la estrategia para las cuencas con déficit global que, en principio, se propone la siguiente:

- Aprovechar al máximo, técnica y económicamente posible, en cada cuenca, sus recursos propios.
- Compensar los déficit residuales mediante recursos externos de cuencas excedentarias, reutilización de aguas servidas o desalación de agua de mar, si están en la costa.

### 3.1.3.5. Balances hídricos

- **Naturaleza del balance hídrico**. El balance hídrico de cada UPH se ha deducido mediante la diferencia entre los recursos hídricos mensuales en régimen natural y la demanda consuntiva estimada. Su resultado es un valor teórico en el que, para cada mes del año hidrológico y UPH, proporciona superávit o déficit, en función de esos valores. A los recursos hídricos naturales se les han añadido los trasvases que están operativos en la actualidad, con el objeto de conocer el efecto que producen los mismos en el suministro de las demandas.

- **Interpretación de los balances**. El resultado del balance hídrico calculado de esta manera es un **valor teórico que enmarca el problema**, de una forma objetiva, en situaciones determinadas de los recursos hídricos en régimen natural y de las necesidades de cada cuenca, para planificar el futuro. Cuando el resultado es deficitario significa que los recursos naturales propios de la cuenca, más –o menos- los trasvases, no pueden satisfacer las demandas estimadas en la misma, independientemente de que el agua esté en los acuíferos y/o los embalses, o circule por los cauces.
- **Alcance de los balances hídricos**. En estos balances **no entran en ningún momento los volúmenes de agua embalsados**, porque no son reflejo de modelos de explotación de las cuencas, sino que son fruto de la planificación hidrológica, que se convertirá en política hidráulica, a través de la aprobación del PMRHM.
- **Balance mensual para cada UPH**. Se ha calculado la situación de déficit o superávit en cada uno de los doce meses del año hidrológico, para identificar temporalmente el estado de cada UPH. **Los resultados se comparan con la disponibilidad de embalses o acuíferos en ese territorio para determinar si es necesario, o no, incrementar los volúmenes de regulación**.
- **Balance anual global.** Surge de la agregación mensual indicada antes.
- Toda esta información se ha incluido en el **ANEXO 3-2. Balances hídricos para los escenarios considerados**.

## 3.2. OFERTA HÍDRICA

### 3.2.1. Aportaciones en régimen natural del año medio en las UPH

#### 3.2.1.1. Fuentes documentales

El objetivo de la determinación de los recursos hídricos naturales en cada una de las nueve unidades hídricas de planificación en las que se ha organizado el territorio es conocer la capacidad de generación de recursos hídricos en la propia cuenca, independientemente de la gestión posterior que se haga en ella, tanto si se destinan a otras cuencas limítrofes para paliar demandas, o si recibe de otras cuencas porque sea deficitaria en recursos para atender sus propias necesidades hídricas. De esta forma el recurso hídrico que así se determina es el natural total, una parte del cual circula por los cauces de forma superficial, mientras que la otra se infiltra en el terreno alimentando los acuíferos subterráneos. En definitiva, el recurso hídrico natural es la suma de los recursos superficiales más los subterráneos.

La cantidad total de la oferta de agua en cada una de las Unidades de Planificación Hídrica se ha obtenido por agregación de las cuencas hidrográficas que las constituyen cuyos valores se obtuvieron de los estudios hidrológicos más recientes sobre esta materia. En concreto, se ha utilizado los siguientes documentos básicos:

- Para la cuenca del Maule: *Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos de la cuenca del Maule. Actualización del modelo de operación del sistema y formulación del Plan, de mayo de 2008 (RH080)*. Elaborado para la DGA. Luis Arrau del Canto. Consultores en Ingeniería Hidráulica y de Riego. Aporte medio del sistema (escorrentía total).
- Para la cuenca del Mataquito: *Diagnóstico de caudales disponibles en cuencas no controladas de recuperación cuencas de Maule, Mataquito y Rapel (RH090)*; elaborado en 2008 para la CNR. GCF Ingenieros Ltda. Aporte medio del sistema (escorrentía total).

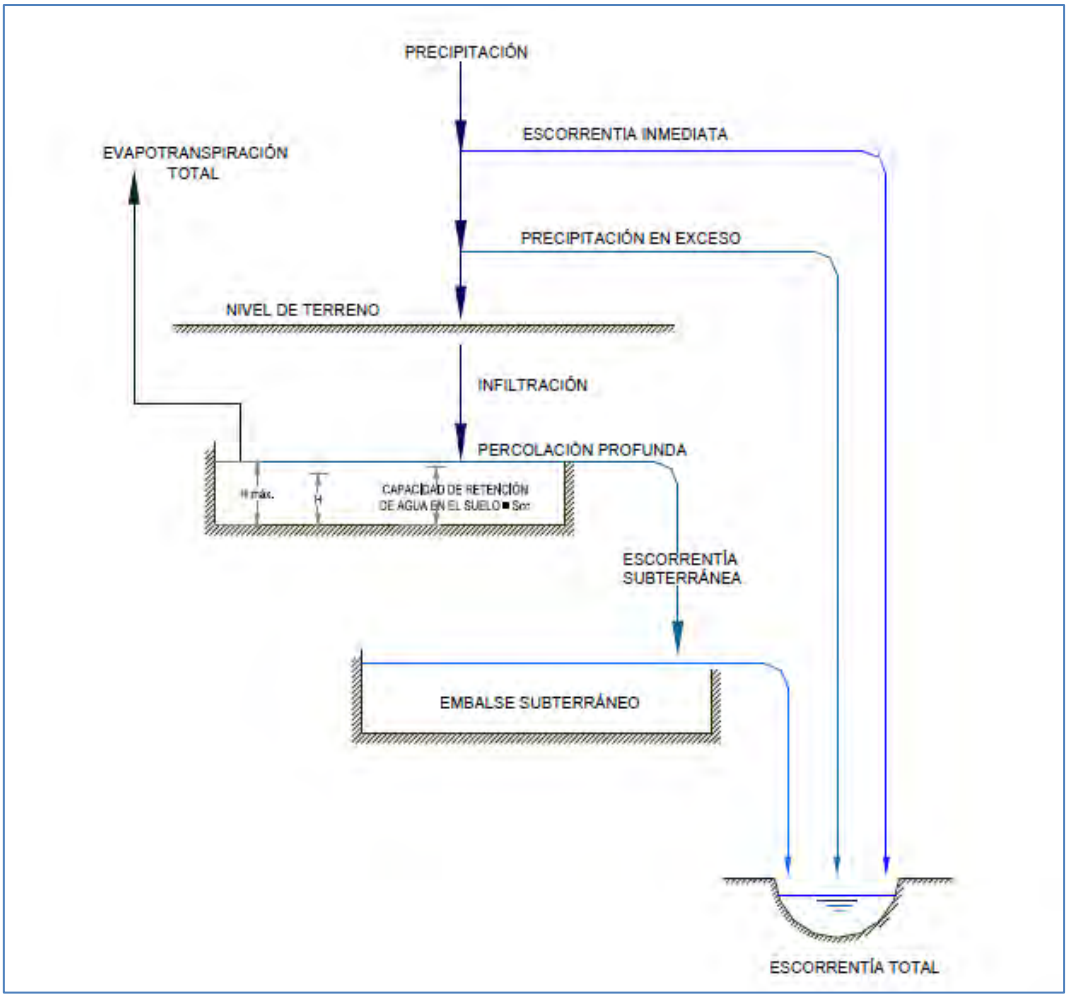
- Las cuencas costeras suponen en torno al 10% de la superficie total de la Región y disponen de recursos hídricos muy escasos. Sus valores se han obtenido del documento *Diagnóstico de recursos hídricos en secano interior y costero VI a VIII Región (RH020);* elaborado en noviembre de 2003 para la CNR. AC Ingenieros Consultores Ltda. Aporte medio del sistema (escorrentía total).

### 3.2.1.2. Metodología utilizada

Tanto en el estudio de la cuenca del río Mataquito como en el de la cuenca del río Maule, para el cálculo de la escorrentía natural total del año medio (superficial+subterránea) se aplicó el modelo hidrológico MPL calibrado a partir de las series de caudales generadas mediante la restitución al régimen natural de los caudales.

El modelo MPL es un modelo continuo de integración mensual que contempla todo el ciclo integral del agua, por lo que, a la salida de una unidad hidrográfica, da como resultado la aportación natural total (superficial+subterránea) tal como lo ilustra el diagrama conceptual del modelo MPL que se adjunta. Luego, una vez calibrado los parámetros hidrológicos de las cuencas clasificadas en cuencas de aporte natural y lateral en los ámbitos nival, nivopluvial y pluvial, se hacen extensivos sus parámetros a otras cuencas similares sin datos.

**Figura 3- 1 Diagrama conceptual del modelo MPL**




*Fuente: Elaboración propia en base a modelo MPL*

El modelo hidrológico MPL asume que parte de la lluvia escurre superficialmente en forma inmediata; del remanente una parte se infiltra hasta que la humedad del suelo alcanza la capacidad de campo, el agua en exceso escurre superficialmente. Por otra parte, del agua que infiltra (infiltración), una parte se pierde por evapotranspiración (evapotranspiración total), otra fracción percola al acuífero subterráneo (embalse subterráneo), y desde el acuífero el agua en exceso se suma a la

escorrentía, obteniendo así la escorrentía total (superficial+subterránea) en el punto de salida de la cuenca.

La caracterización de las cuencas pluviales se realiza aplicando los 10 parámetros de ajuste del modelo para su calibración en cuencas de cabecera de origen pluvial. Por su parte, las cuencas nivo-pluviales y nivales tienen un tratamiento adicional, para adaptarlas a las particularidades del invierno y el verano.

La caracterización de las cuencas nivo-pluviales se realiza aplicando un mismo modelo de tipo nivo-pluvial, aplicado en forma distinta a 3 tipos de cuencas, tales son: las cuencas que son controladas por el río Mataquito en la confluencia del Teno con el Lontué; las cuencas del río Maule en Armerillo, y las cuencas que quedan definidas por el río Achibueno.

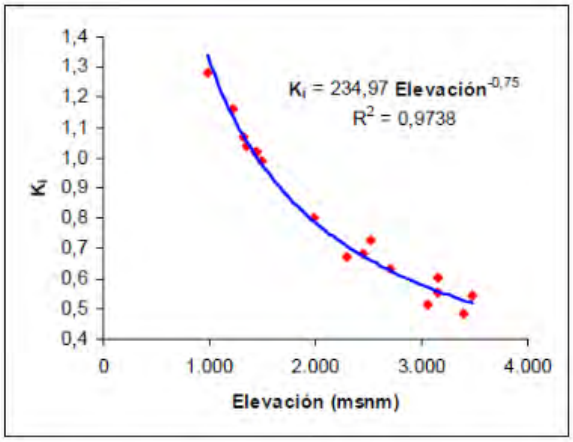
Se trata de un método de transposición que considera el área, la lluvia y la altura media de la cuenca. De acuerdo con las características de las cuencas, se debe escoger una estación con estadística de caudales medios mensuales como estadística base para cada cuenca. Lo primero a realizar en el método de transposición de caudales es el cálculo de los caudales del período de invierno, abril a septiembre, multiplicando los caudales de la estadística base por un factor de invierno y, análogamente, los caudales de verano usando un factor de verano. Por lo que el caudal medio de invierno, Qi, es el producto de un factor, Ki, que depende de la altura media de la cuenca, por el caudal medio anual, Qa, o sea:

$$Qi = Ki.Qa$$

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 sobrevalora el caudal. Por esta razón, para hacer la corrección pertinente, en su momento se aplicó la

relación que existe entre el factor Ki y la altura media de la cuenca, obtenida tal como se muestra en la figura siguiente.

**Figura 3- 2 Razón Caudal invierno/Caudal anual**




**Fuente:** Actualizado a Partir de Ayala, Cabrera y Asociados Ltda.-DGA, 2000

De esta forma se confeccionaron los caudales medios mensuales adaptados a estas características nivales y nivo-pluviales.

Posteriormente, esta escorrentía total de las aportaciones naturales totales de diversas unidades hidrográficas obtenidas desde el modelo MPL, se introducen en el modelo de gestión de los recursos hídricos MAGIC en el que coexisten las aportaciones naturales totales, los parámetros hidrogeológicos de los acuíferos, los embalses, las demandas, y como es lógico esperar, su calibración se realiza hacia aguas abajo mediante las series fluviométricas alteradas, permitiendo así cuadrar los cálculos en su conjunto.

### 3.2.1.3. Aportaciones naturales en el año medio

A partir de esta información de la aportación natural total al nivel mensual y para un año medio, obtenida del modelo hidrológico MPL de cada una de las unidades hidrográficas en que se han subdividido los estudios citados, este Consultor ha integrado la información de estas unidades en cada una

de las UPH para obtener los recursos hídricos totales en régimen natural en cada Unidad de Planificación Hídrica.

Por otro lado, aunque en la zona costera los estudios son más limitados, su análisis ha permitido también obtener los recursos hídricos naturales totales para un año medio y con su distribución mensual.

La agrupación de las cuencas hidrográficas a las UPH correspondientes ha permitido obtener los recursos hídricos naturales, con los siguientes resultados:

- Caudal medio anual en régimen natural, de la VII Región.
- Caudal medio anual en régimen natural, de cada una de las cuencas completas, de forma parcial.
- Distribución mensual del módulo de caudal en el año de la VII Región, es decir, obtención de los valores medios mensuales de todo el territorio.
- Distribución mensual del módulo de caudal en el año, es decir, obtención de los valores medios mensuales de cada una de las cuencas hidrográficas y, por añadidura, de las unidades de planificación.
- Por agregación de las cuencas hidrográficas completas se obtienen los recursos hídricos acumulados en el conjunto de la UPH. Esto ocurre en la cuenca del Mataquito –distribuida en Alta y Baja-, así como en la del Maule, que se ha diferenciado entre Maule Alto y Medio y Bajo Maule. El resto de las UPH las constituyen cuencas hidrográficas individuales, salvo las costeras que son una agregación de las inter-cuencas entre las del Mataquito y Maule.

Los estudios indicados permiten asegurar que los recursos hídricos del año medio en régimen natural de la totalidad de la VII Región ascienden a 24.174 $hm^3$/año, y se distribuyen por Unidad de Planificación Hídrica tal y como se muestra en el gráfico siguiente; y los caudales se han cuantificado en millones de metros cúbicos al año ($hm^3$/año):

**Gráfico 3-1 Aportaciones naturales en el año medio (hm³/año)**

*Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas*

La distribución de los recursos entre las diferentes cuencas hidrográficas parciales que componen las UPH se puede observar en la Tabla 3-1, la distribución mensual de estas aportaciones se refleja en la Tabla 3-2, y que representación gráfica se presenta en el Gráfico 3-2.

**Tabla 3- 1 Distribución de los recursos hídricos naturales por UPH (año medio)**

| UPH | | Subcuenca geográfica | | Aportación media anual | |
|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | Nº | Denominación | Parcial | Total |
| 1 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 700 | Lago Vichuquén | | 118,69 |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 710 | Río Teno | 1.904,73 | 4 619,15 |
| | | 711 | Río Lontué | 2.714,42 | |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 712 | Río Mataquito | 910,73 | 910,73 |
| 4 | Costeras Mataquito-Maule | 720 | Río Huenchullami | | 211,47 |
| | | 721 | Costeras entre Río Huenchullami y Río Maule | | |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 730 | Río Maule Alto (hasta antes junta Río Melado) | 7.451,30 | 7.451,30 |
| | | 731 | Río Melado | | |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 732 | Maule Medio | 3.658,20 | 3.658,20 |
| | | 736 | Río Maule entre Río Loncomilla y Río Claro | | |
| | | 737 | Río Claro | | |
| | | 738 | Maule Bajo | | |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 733 | Perquilauquén Alto | 2.347,80 | 2.347,80 |
| | | 734 | Perquilauquén Bajo | | |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 735 | Río Loncomilla | 4.533,20 | 4.533,20 |
| 9 | Costeras entre río Maule y limite Región | 740 | Costeras entre Quebrada Honda y Río Reloca | 115,46 | 323,66 |
| | | 741 | Río Reloca | 132,20 | |
| | | 742 | Costeras entre Río Reloca y Río Curanilahue | | |
| | | 743 | Río Curanilahue | 49,21 | |
| | | 744 | Costeras entre R. Curanilahue y limite Región (E. Pullay) | | |
| **TOTAL RECURSOS HÍDRICOS ($hm^3$/año)** | | | | | **24.174,19** |

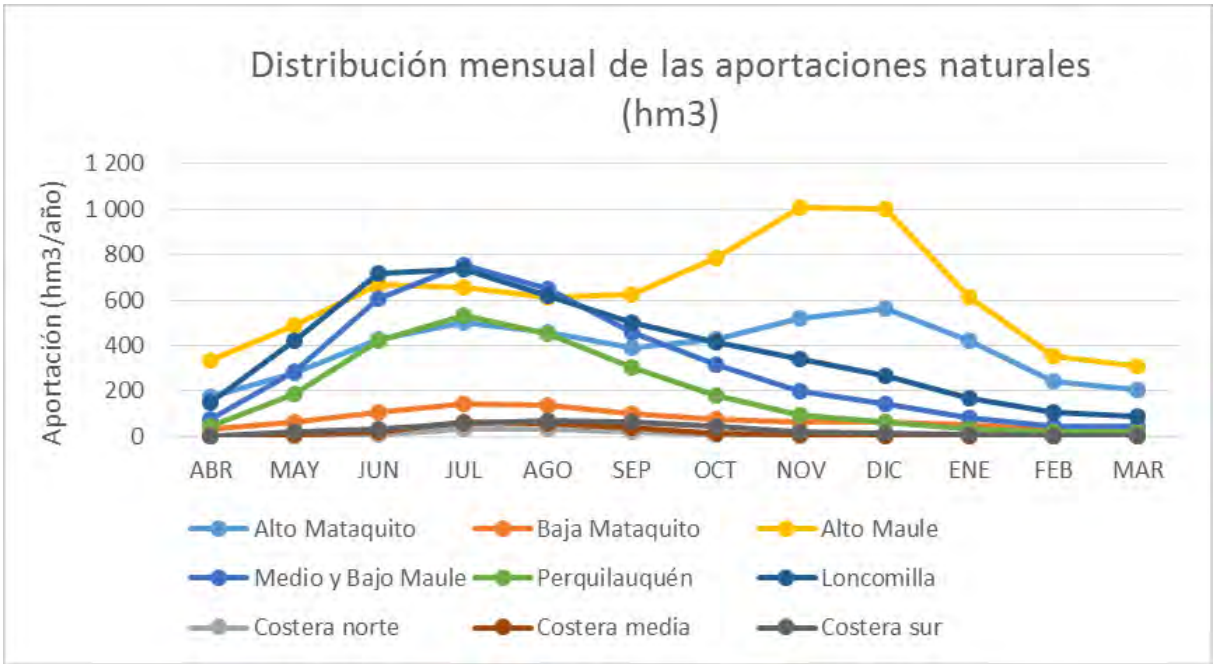
*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 3-2 Distribución mensual de las aportaciones naturales (hm3/año) (año medio)**

| UPH | | Abr | Mayo | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | Media Anual |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cód. | Denominación | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Costera Norte | 1 | 4 | 11 | 35 | 34 | 20 | 8 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 119 |
| 2 | Alto Mataquito | 172 | 279 | 427 | 500 | 461 | 389 | 426 | 523 | 566 | 423 | 245 | 207 | 4.619 |
| 3 | Bajo Mataquito | 33 | 62 | 105 | 146 | 138 | 101 | 76 | 66 | 65 | 52 | 35 | 33 | 911 |
| 4 | Costera Central | 1 | 7 | 19 | 62 | 60 | 36 | 15 | 6 | 3 | 1 | 1 | 0 | 211 |
| 5 | Alto Maule | 334 | 489 | 665 | 656 | 615 | 623 | 783 | 1.008 | 1.003 | 611 | 354 | 309 | 7.451 |
| 6 | Medio y Bajo Maule | 77 | 284 | 607 | 753 | 647 | 458 | 313 | 202 | 146 | 79 | 46 | 46 | 3.658 |
| 7 | Perquilauquén | 48 | 185 | 423 | 531 | 450 | 303 | 181 | 96 | 61 | 33 | 18 | 19 | 2.348 |
| 8 | Loncomilla | 147 | 422 | 719 | 734 | 618 | 504 | 417 | 342 | 266 | 168 | 108 | 90 | 4.533 |
| 9 | Costera Sur | 3 | 19 | 32 | 55 | 68 | 63 | 42 | 19 | 12 | 5 | 3 | 2 | 324 |
| **TOTAL VII REGIÓN ($hm^3$/año)** | | **818** | **1.749** | **3.009** | **3.472** | **3.090** | **2.497** | **2.262** | **2.264** | **2.124** | **1.374** | **809** | **706** | **24.174** |

*Fuente: Elaboración Propia*

**Gráfico 3- 2 Distribución mensual de las aportaciones naturales medias (hm³/año)**




*Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas*

La observación de este gráfico permite efectuar los siguientes comentarios:

- La cuenca Alta del Mataquito aporta 4.619 hm³/año y presenta dos puntas acusadas en los meses de julio y diciembre, representativos de su régimen nivo-pluvial, mientras que su cuenca Baja sólo contribuye con 911 hm³/año, básicamente concentrados en los meses de invierno.
- La cuenca Alta del Maule es la que más agua aporta con 7.451 hm³/año con unas puntas en noviembre y diciembre y otra junio-julio aunque de menor entidad, lo que es representativo de su régimen nival, mientras que en sus cuencas Media y Baja predomina el régimen pluvial y presentan las puntas en los meses invernales, con aportaciones medias anuales del orden de los 3.658 hm³/año, y periodo de estiaje entre diciembre y abril.
- Por su parte, las cuencas afluentes al Maule por su margen izquierda y situadas más hacia el sur y cotas inferiores, presentan una distribución

similar a la Baja del Maule y sus aportaciones se sitúan entre 2.348 y 4.533 $hm^3$/año, respectivamente, y periodo de estiaje entre diciembre y abril.

Las cuencas costeras son las que menos volumen de agua aportan –entre 119 y 324 $hm^3$/año- y se caracterizan por un régimen acusadamente pluvial con estiaje en los meses de verano.

### 3.2.2. Aguas Subterráneas

#### 3.2.2.1. Introducción

Las aguas subterráneas se encuentran integradas en el conjunto de los recursos hídricos naturales existentes en la Región del Maule, de tal modo que el balance de su recarga (infiltración), explotación artificial mediante las captaciones existentes y los afloramientos de agua a los ríos (descargas), pertenece al balance global de las aguas en la Región.

Para la redacción de este diagnóstico se ha realizado un análisis detallado de las características hidrogeológicas e hidrodinámicas de las diferentes formaciones geológicas que afloran en la zona y de los acuíferos diferenciados en la Región. Con este detenido análisis, se han obtenido datos, sobre los siguientes aspectos:

- Las características geológicas de las cuencas (extensión y geometría de las formaciones geológicas aflorantes en ellas).
- El contexto hidrogeológico de la Región, permeabilidad de las formaciones, sectores acuíferos diferenciados, posición de los niveles de agua que se encuentran en ellos (mapas de flujos y piezometría).
- Las características hidrogeológicas e hidrodinámicas de los acuíferos (permeabilidad, transmisividad, coeficiente de almacenamiento), áreas de recarga y descarga natural de los mismos, orientación de los flujos subterráneos. Posibles relaciones hidrodinámicas entre acuíferos contiguos entre sí.

- Las captaciones de agua autorizadas para la explotación de las aguas subterráneas, caudales de explotación otorgados, los usos a los que se destina el agua y las demandas de agua subterránea solicitadas. Estimación del grado de explotación de los acuíferos.
- Las características de obra de estas captaciones (pozos, sondeos, punteras, manantiales), como: la profundidad alcanzada en su construcción, litología de los materiales perforados, niveles estáticos y dinámicos medidos en ellos.
- La estimación de la recarga anual de agua en los acuíferos (volúmenes sustentables) y balances de la situación hídrica de los acuíferos, para un año hidrológico de tipo medio.
- Estimación de los volúmenes de agua subterránea almacenados en los acuíferos (reservas subterráneas) en función de su geometría y de la porosidad de los materiales que los conforman.
- El análisis de las modelaciones matemáticas realizadas, del funcionamiento hidrogeológico e hidrodinámico de algunos de los acuíferos delimitados en las cuencas de la Región (río Mataquito y Maule).
- El análisis de la calidad química y bacteriológica, que en la actualidad presentan las aguas subterráneas, a partir de las analíticas realizadas a las aguas tomadas de algunas de las captaciones de aguas subterráneas existentes en la Región.
- La identificación y localización de las áreas de protección ecológica asociada a las descargas naturales de las aguas subterráneas de los acuíferos.

En definitiva, el objeto del presente estudio es analizar y exponer la problemática en la que se encuentran las aguas subterráneas en la Región VII del Maule. Para ello, en el marco del presente PMRHM, para lo que los trabajos realizados en el marco del PNRH se pueden sintetizar en los siguientes:

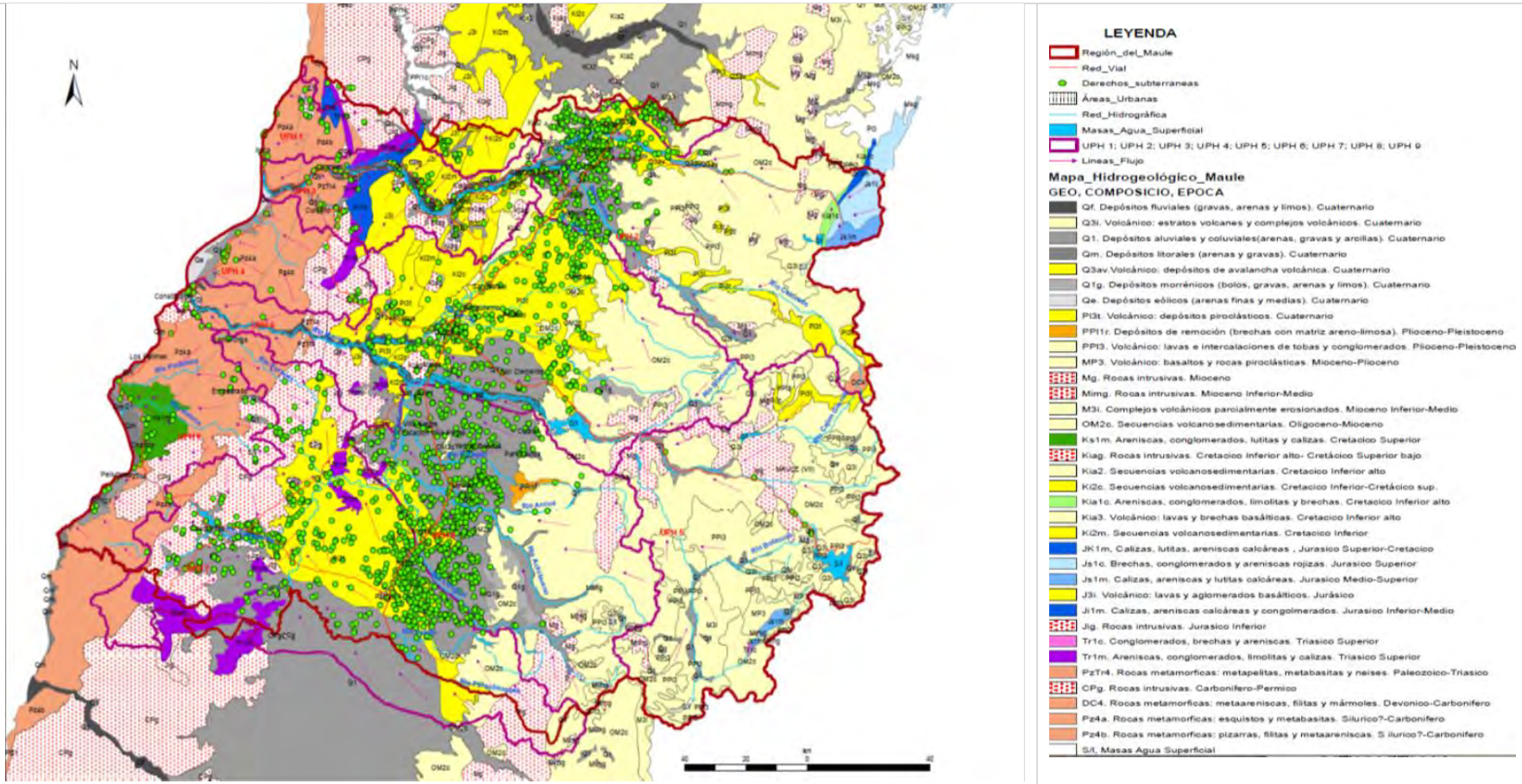
- Elaboración de un Mapa Hidrogeológico, a escala Regional.

- Estado actual en el que se encuentran los recursos de aguas subterráneas en el ámbito territorial de la VII Región,
- Situación de las aguas subterráneas y los acuíferos delimitados en cada una de las nueve UPH en las que se distribuido la Región.

### 3.2.2.2. Mapa hidrogeológico de la Región

Para la realización del diagnóstico se ha elaborado *ex-professo* el Mapa Hidrogeológico de la Región, elaborado a partir del Mapa Geológico regional y de las características de permeabilidad de las diferentes formaciones geológicas que afloran en la Región, así como de las características hidrogeológicas de los pozos inventariados sobre ellas. En este mapa también se han representado las captaciones de agua subterránea que tienen derechos de explotación concedidos, y la dirección y sentido de las líneas del flujo que se supone que pueden reproducir el movimiento del agua subterránea en las formaciones acuíferas.

## Mapa 3-2 Mapa hidrogeológico de la Región del Maule




*Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas*

La cartografía hidrogeológica de las formaciones sedimentarias y metamórficas se ha realizado teniendo en cuenta la naturaleza de su litología, su edad estratigráfica y el grado de permeabilidad, de tal modo que, para las formaciones cronoestratigráficas de una misma edad (del Cuaternario, Cretácico, Jurásico, Triásico o Paleozoico), la tonalidad del color indica su edad (gris para los cuaternarios, beis para una formación del Plioceno, verde para los cretácicos, azul para los jurásicos, violeta para los triásicos y marrón para los paleozoicos) mientras que la intensidad del mismo, refleja su grado de permeabilidad (cuanto más intenso sea el color, la formación es más permeable).

En cuanto a las formaciones volcánicas y vulcano-sedimentarias, independientemente de la edad en las que fueron erupcionadas, se les aplica a todos los afloramientos el mismo color amarillo, de tono más intenso cuando estas presentan una mayor permeabilidad. Para las rocas intrusivas, de carácter ígneo, todos sus afloramientos, independientemente de la edad en las que fueron intruidas, se presentan todos en el mismo color rojo.

Como resumen de la Región, se puede decir que todas las formaciones sedimentarias, del Cuaternario, Cretácico, Jurásico y Triásico, en mayor o menor grado, son permeables y capaces de constituir acuíferos de mayor o menor importancia hidrogeológica, según sea la extensión y ubicación de sus afloramientos; mientras que las rocas metamórficas del Paleozoico, junto con las rocas volcánicas, volcano-sedimentarias e ígneas, tienen un comportamiento hidrogeológico muy poco permeable, y sólo se localizan en ellas reducidos niveles acuíferos, de poca importancia hidrogeológica dentro de la Región, que solamente sirven pueden atender pequeñas y muy focalizadas demandas de agua.

A continuación, se incluye una tabla resumen con las características litológicas, edad, grado y tipo de permeabilidad (por porosidad intersticial y/o fisuración, fracturación, fenómenos de disolución) que, por la naturaleza litológica de las rocas y las características hidrogeológicas de los pozos perforados en ellas, presentan las distintas formaciones que afloran en la Región del Maule.

**Tabla 3-3 Formaciones hidrogeológicas que afloran en la VII Región Maule**

| EDAD | CODI_GEO | LITOLOGÍA | EDAD | TIPO FORMACIÓN - PERMEABILIDAD (k) | TIPO DE ACUIFERO |
|---|---|---|---|---|---|
| Cuaternario | Qf | Depósitos fluviales en cursos de ríos, terrazas y llanuras de inundación (gravas, arenas y limos) | Cuaternario (Pleistoceno-Holoceno) | Formación detrítica no consolidada; K muy alta, por porosidad | Acuíferos extensos, con productividad elevada |
| | Q3i | Estratos volcanes y complejos volcánicos (lavas basálticas, domos y depósitos piroclásticos) | Cuaternario (Pleistoceno-Holoceno) | Formación volcánica; K baja, por alteración y fisuración | Acuíferos muy locales, asociados a zonas de alteración y fracturación de la roca, con productividad muy baja |
| | Q1 | Depósitos aluviales y coluviales en la Depresión Central (arenas, gravas y arcillas) | Cuaternario (Pleistoceno-Holoceno) | Formación detrítica no consolidada; K alta, por porosidad | Acuíferos extensos, con productividad elevada |
| | Qm | Depósitos litorales de playas actuales (arenas y gravas) | Cuaternario (Pleistoceno-Holoceno) | Formación detrítica no consolidada; K alta, por porosidad | Acuíferos sectoriales con productividad media |
| | Q3va | Depósitos de avalancha volcánica asociados a colapsos de edificios volcánicos | Cuaternario (Pleistoceno-Holoceno) | Formación volcánica; K baja-media, por alteración y fisuración | Acuíferos locales, asociados a zonas de alteración y fracturación de la roca, con productividad baja |
| | Q1g | Depósitos morrénicos (bloque, matriz de limo-arcilla, gravas, arenas y arcillas) | Cuaternario (Pleistoceno-Holoceno) | Formación detrítica no consolidada; K media-alta, por porosidad | Acuíferos sectoriales con productividad media |
| | Qe | Depósitos eólicos (arenas finas y medias) | Cuaternario (Pleistoceno-Holoceno) | Formación detrítica no consolidada; K media, por porosidad | Acuíferos sectoriales con productividad baja |
| | PI3t | Depósitos piroclásticos asociados a calderas de colapso | Cuaternario (Pleistoceno) | Formación volcánica; K media-baja, por alteración y fisuración | Acuíferos locales, asociados a zonas de alteración y fracturación de la roca, con productividad baja |
| | PPI1r | Depósitos de remoción en masa (brechas con matriz areno-limosa). | Plioceno-Pleistoceno | Formación detrítica no consolidada; K media-baja, por porosidad y fisuración | Acuífero sectorial, con productividad muy baja |

**Tabla 3-3 Formaciones hidrogeológicas que afloran en la VII Región Maule**

| EDAD | CODI_GEO | LITOLOGÍA | EDAD | TIPO FORMACIÓN - PERMEABILIDAD (k) | TIPO DE ACUIFERO |
|---|---|---|---|---|---|
| | PPI3 | Lavas basálticas e intercalaciones de tobas y conglomerados | Plioceno-Pleistoceno | Formación volcánica; K baja, por alteración y fisuración de la roca | Acuíferos muy locales, asociados a zonas de alteración y fracturación de la roca, con productividad muy baja |
| Terciario | MP3 | Basaltos y rocas piroclásticas | Mioceno-Plioceno | Formación volcánica; K baja, por alteración y fisuración de la roca | Acuíferos muy locales, asociados a zonas de alteración y fracturación, con productividad muy baja |
| | Mg | Rocas intrusivas (granodioritas, doritas y tonalitas) | Mioceno | Formación ígnea; K muy baja, por fisuración y alteración de la roca en sus tramos superiores | Acuíferos muy locales, asociados a zonas de alteración y fracturación, con productividad muy baja |
| | Mimg | Rocas intrusivas (granodioritas, monzogranitos y monzodioritas) | Mioceno Inferior-Medio | Formación ígnea; K muy baja, por fisuración y alteración de la roca en sus tramos superiores | Acuíferos muy locales, asociados a zonas de alteración y fracturación, con productividad muy baja |
| | M3i | Complejos volcánicos parcialmente erosionados y secuencias volcánicas (lavas, brechas, domos y rocas piroclásticas) | Mioceno Inferior-Medio | Formación volcánica; K baja, por alteración y fisuración de la roca | Acuíferos muy locales, asociados a zonas de alteración y fracturación, con productividad muy baja |
| | OM2c | Secuencias volcanosedimentarias (lavas basálticas, rocas epiclásticas y piroclásticas) | Oligoceno-Mioceno | Formación volcánica con intercalaciones de niveles detríticos; K baja, por alteración de la roca volcánica y porosidad de las intercalaciones sedimentarias | Reducidos niveles acuíferos, aislados, de muy baja productividad |
| Cretácico | Ks1m | Areniscas, conglomerados, lutitas, calizas y sucesiones turbidíticas | Cretácico Superior | *Formación consolidada, fisurada; K media-alta* | Acuíferos sectoriales, con productividad moderada |

**Tabla 3-3 Formaciones hidrogeológicas que afloran en la VII Región Maule**

| EDAD | CODI_GEO | LITOLOGÍA | EDAD | TIPO FORMACIÓN - PERMEABILIDAD (k) | TIPO DE ACUIFERO |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Kiag** | Rocas intrusivas (dioritas, monzodioritas, granodioritas) | Cretácico Inferior alto-Superior bajo | Formación ígnea; K muy baja, por fisuración y alteración de la roca en sus tramos superiores | Acuíferos muy locales, asociados a zonas de alteración y fracturación, con productividad muy baja |
| | **Kia2** | Secuencias volcanosedimentarias (rocas piroclásticas y lavas andesíticas con intercalaciones sedimentarias lacustres) | Cretácico Inferior alto- Superior bajo | Formación volcánica con intercalaciones de niveles detríticos; K baja, por alteración de la roca volcánica y porosidad de las intercalaciones sedimentarias | Reducidos niveles acuíferos, aislados, de muy baja productividad |
| | **Ki2c** | Secuencias sedimentarias (conglomerados, areniscas, limolitas calcáreas y localmente calizas fosilíferas) y volcánicas (lavas andesíticas) | Cretácico Inferior-Cretácico Superior | Formación volcánica con intercalaciones de rocas sedimentarias consolidadas; K baja-media, por alteración y fisuración de la roca volcánica, y por la fracturación y/o fisuración de las rocas sedimentarias | Acuíferos locales, asociados a zonas de alteración y fracturación de la roca, con productividad baja |
| | **Kia1c** | Areniscas, conglomerados, limolitas y brechas sedimentarias | Cretácico Inferior alto | Formación consolidada, fisurada; K media | Acuíferos con productividad baja |
| | **Kia3** | Secuencias vulcano-sedimentarias (lavas, brechas basáltica, rocas piroclásticas y escasas intercalaciones sedimentarias) | Cretácico Inferior alto | Formación volcánica con intercalaciones de niveles detríticos; K baja, por alteración de la roca volcánica y porosidad de las intercalaciones sedimentarias | Reducidos niveles acuíferos, aislados, de muy baja productividad |

**Tabla 3-3 Formaciones hidrogeológicas que afloran en la VII Región Maule**

| EDAD | CODI_GEO | LITOLOGÍA | EDAD | TIPO FORMACIÓN - PERMEABILIDAD (k) | TIPO DE ACUIFERO |
|---|---|---|---|---|---|
| | Ki2m | Secuencias vulcano-sedimentarias (lavas, tobas y brechas volcánicas y sedimentarias, areniscas y calizas fosilíferas) | Cretácico Inferior | Formación volcánica con intercalaciones de rocas sedimentarias consolidadas; K baja-media, por alteración y fisuración de la roca volcánica, y por la fracturación y/o fisuración de las rocas sedimentarias | Acuíferos locales, asociados a zonas de alteración y fracturación de la roca, con productividad baja |
| Jurásico | Jkim | Calizas, lutitas, areniscas calcáreas | Jurásico Superior-Cretácico inferior | Formación consolidada, fisurada; K media-alta | Acuífero reducido con productividad moderada |
| | Js1c | Brechas sedimentarias, conglomerados y areniscas rojizas, con intercalaciones de tobas y niveles evaporíticos | Jurásico Superior | Formación consolidada, fisurada; K media-baja | Acuífero reducido con productividad baja |
| | Js1m | Calizas, areniscas y lutitas calcáreas, con intercalaciones epiclásticas y niveles evaporíticos | Jurásico Medio Superior | Formación consolidada, fisurada; K media | Acuíferos local, con productividad baja |
| | J3i | Lavas y aglomerados basálticos, tobas riolíticas e intercalaciones de areniscas, calizas y conglomerados continentales | Jurásico | Formación volcánica; K baja-media, por alteración y fisuración de la roca | Acuíferos muy locales, asociados a zonas de alteración y fracturación, con productividad muy baja |
| | Ji1m | Calizas, areniscas calcáreas y conglomerados, con intercalaciones vulcano-clásticas y lávicas | Jurásico Inferior-Medio | Formación consolidada, fisurada; K media-alta | Acuíferos con productividad moderada |
| | Jig | Rocas intrusivas (dioritas, gabros, granodioritas y tonalitas) | Jurásico Inferior | Formación ígnea; K muy baja, por fisuración y alteración de la roca en sus tramos superiores | Acuíferos muy locales, asociados a zonas de alteración y fracturación, con productividad muy baja |
| Triásico | Tr1c | Conglomerados, brechas, areniscas, lutitas e intercalaciones calcáreas | Triásico Superior | Formación consolidada, fisurada; K media | Acuíferos con productividad baja |

**Tabla 3-3 Formaciones hidrogeológicas que afloran en la VII Región Maule**

| EDAD | CODI_GEO | LITOLOGÍA | EDAD | TIPO FORMACIÓN - PERMEABILIDAD (k) | TIPO DE ACUIFERO |
|---|---|---|---|---|---|
| | Tr1m | Areniscas, conglomerados, limolitas y calizas | Triásico Superior | Formación consolidada, fisurada; K media-alta | Acuíferos con productividad moderada |
| | PzTr4 | Rocas metamórficas: metapelitas, metabasitas y neises | Paleozoico-Triásico | Formación metamórfica; K muy baja, por fisuración y alteración de la roca | Acuíferos muy locales, asociados a zonas de alteración y fracturación, con productividad muy baja |
| Paleozoico | CPg | Rocas intrusivas ácidas (granitos, granodioritas, dioritas y tonalitas) | Carbonífero-Pérmico | Formación ígnea; K muy baja, por fisuración y alteración de la roca en sus tramos superiores | Acuíferos muy locales, asociados a zonas de alteración y fracturación, con productividad muy baja |
| | DC4 | Rocas metamorficas (metaareniscas, filitas y en menor proporción mármoles) | Silúrico-Carbonífero | Formación metamórfica; K muy baja, por fisuración y alteración de la roca | Acuíferos muy locales, asociados a zonas de alteración y fracturación, con productividad muy baja |
| | Pz4a | Rocas metamorficas (esquistos y metabasitas, con metamorfismo de alto gradiente) | Silúrico-Carbonífero | Formación metamórfica; K muy baja, por fisuración y alteración de la roca | Acuíferos muy locales discontinuos, asociados a zonas de alteración, con productividad baja |
| | Pz4b | Rocas metamórficas (pizarras, filitas y meta-areniscas, con metamorfismo de bajo gradiente) | Silúrico-Carbonífero | Formación metamórfica; K muy baja, por fisuración y alteración de la roca | Acuíferos muy locales discontinuos, asociados a zonas de alteración, con productividad baja |
| | S/I | Formación sin identificar | | | |

*Elaboración Propia*

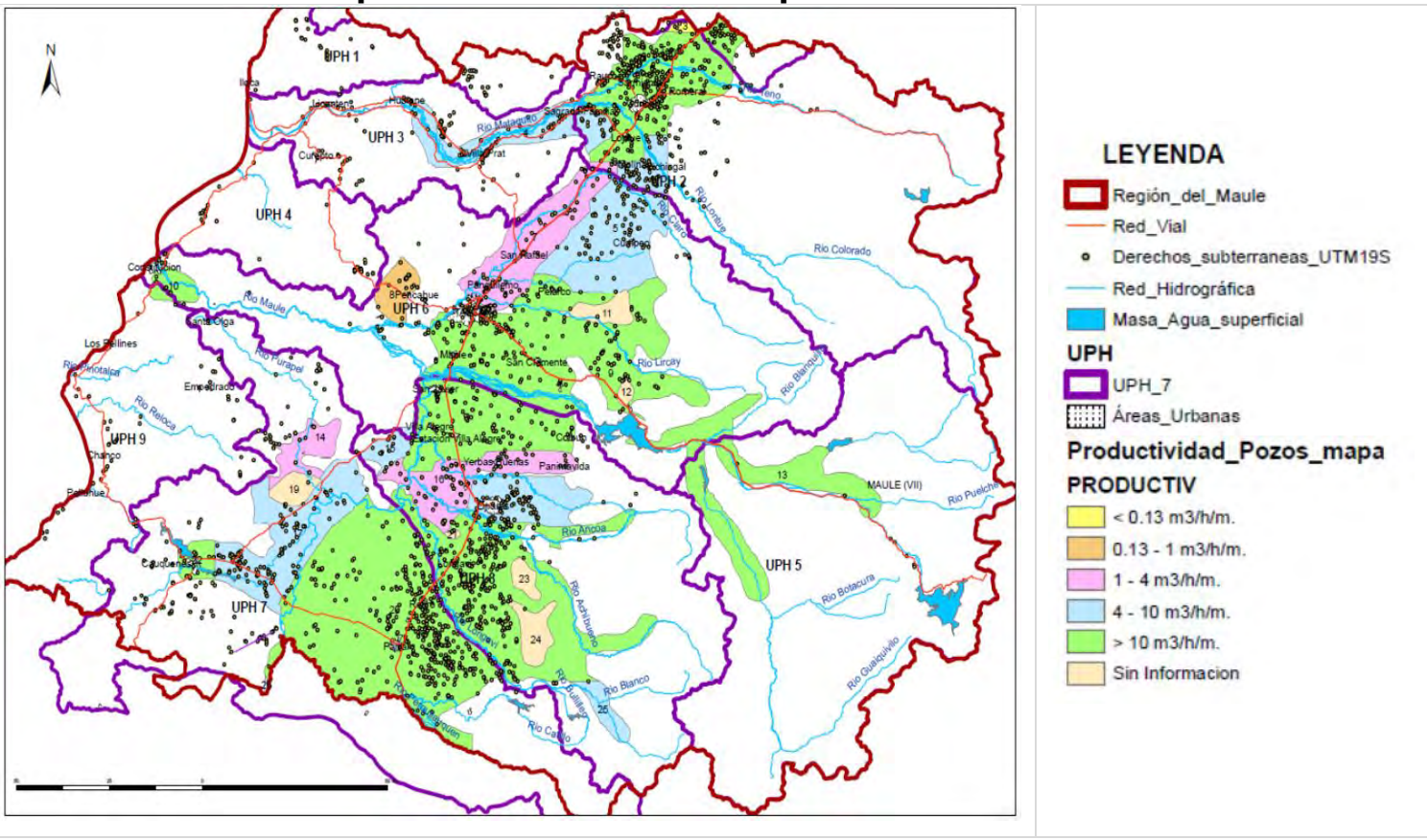
| | | | |
|---|---|---|---|
| | Depósitos sedimentarios del Cuaternario, con K muy alta | | Rocas sedimentarias del Cretácico, con K media |
| | Depósitos sedimentarios del Cuaternario, con K alta | | Rocas sedimentarias del Jurásico, con Kmedia-alta |
| | Depósitos sedimentarios del Cuaternario, con K media-alta | | Rocas sedimentarias del Jurásico, con Kmedia |
| | Depósitos sedimentarios del Cuaternario, con K media-alta | | Rocas sedimentarias del Jurásico, con Kmedia-baja |
| | Depósitos del Plioceno (Cuaternario), con K media | | Rocas sedimentarias del Triásico, con Kmedia-alta |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | Rocas volcánicas con K baja-media | | Rocas sedimentarias del Triásico, con K media |
| | Rocas volcánicas con K baja | | Rocas metamórficas del Paleozoico, con K muy baja |
| | Rocas sedimentarias del Cretácico, con K media-alta | | Intrusiones de rocas ígneas, con K muy baja |

### 3.2.2.3. Extracciones de agua subterránea en la Región

A partir de los datos de caudal obtenidos del Catastro de Pozos, sobre los Derechos de Explotación Concedidos por la DGA, al 2015, y teniendo en cuenta, mediante el SIG, la ubicación de los mismos en el conjunto de la Región, se ha podido realizar el Mapa de Productividad de Pozos que se adjunta a continuación. En función del número de pozos que se localizan en las diferentes zonas de la Región, y del caudal de explotación concedido a los mismos, se ha establecido una zonificación de la productividad de aguas subterráneas que se produce en la Región de Maule, estableciéndose 5 zonas, con caudales de extracción que oscilan entre menos de 0,3 y más de 10 $m^3/h/m$. Su distribución espacial puede contemplarse en el mapa adjunto:

## Mapa 3-3 Productividad de pozos. Zonificación




*Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas*

Las zonas de mayor productividad se extienden a lo largo y ancho de la Depresión Intermedia, coincidiendo con los afloramientos de las formaciones más permeables descritas en el anterior apartado, sedimentarias (Q1, Qf) y volcánicas (PI3t, Q3va), y que, por consiguiente, constituyen los acuíferos de mayor productividad hídrica que se encuentran en la Región, para la explotación de aguas subterráneas.

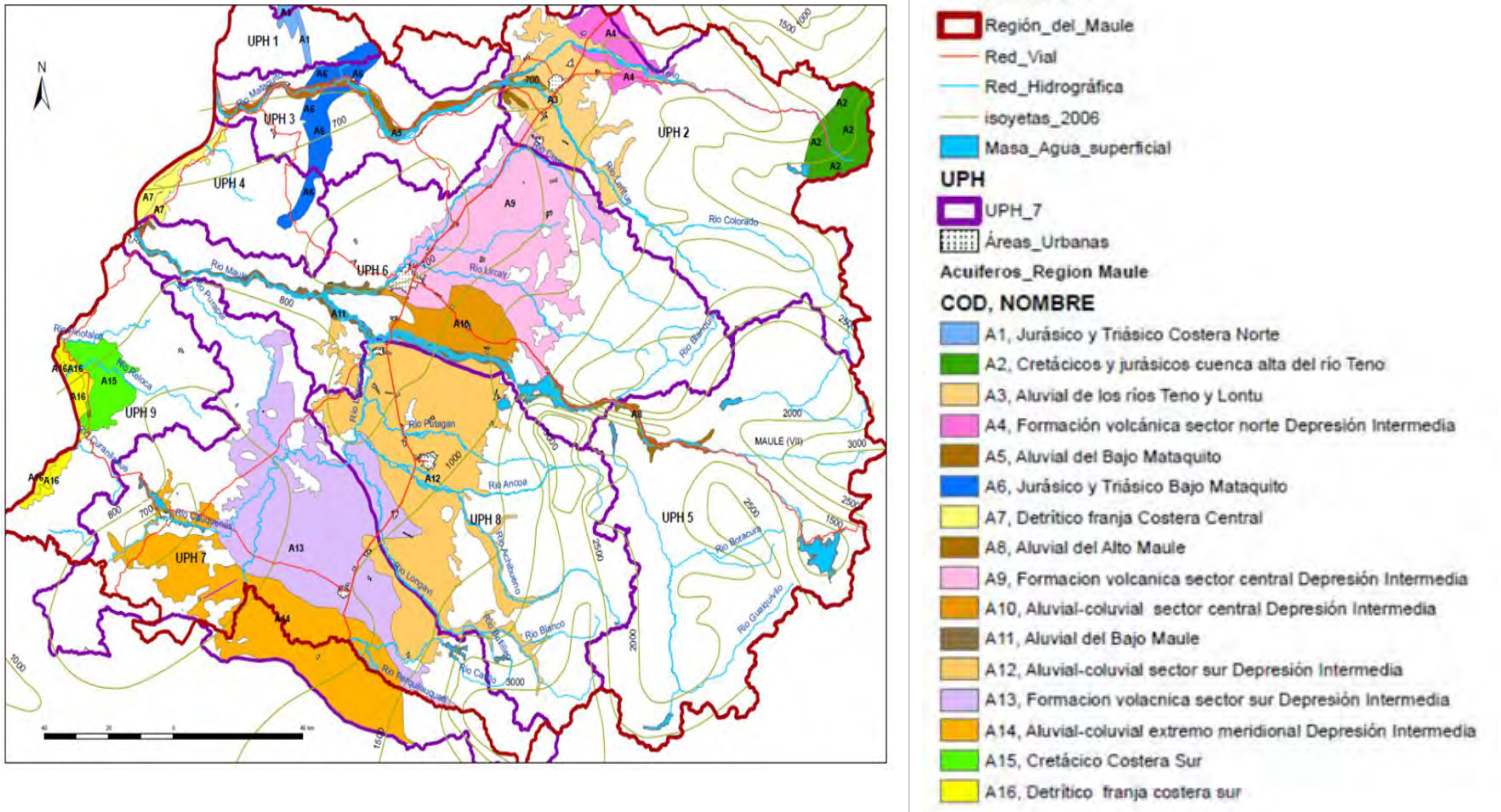
El volumen de extracción de los caudales de agua subterráneas concedidos a las 3.293 captaciones autorizadas, al mes de julio de 2015, asciende a 1.785,38 $hm^3$/año, al considerar que del caudal concedido, en litros por segundo (l/s), se pudiera extraer este, permanentemente a lo largo de todo el año hidrológico, ya que en la concesión otorgada no figura ningún régimen de explotación. Por consiguiente, este volumen autorizado sería el máximo a extraer de aguas subterráneas de los acuíferos de la Región, aunque en la actualidad no se llega a extraer en su totalidad. Por lo general, los caudales concedidos están por encima del volumen de agua que realmente necesita el concesionario para satisfacer sus necesidades de agua, bien sea para la agricultura, industria y abastecimiento.

El volumen de extracción de las 2.433 captaciones que tienen coordenadas y están ubicadas dentro de las demarcaciones de las 9 UPH, que son las que se han utilizado en el estudio, al realizar los balances de las mismas, es de 1.305,22 $hm^3$/año.

### 3.2.2.4. Acuíferos identificados y delimitados en la Región de Maule

Mediante el análisis e interpretación del mapa hidrogeológico realizado de la Región de Maule, de las características hidrogeológicas de las diferentes formaciones que afloran en ella y de la productividad de los pozos perforados en las mismas, se han podido delimitar hasta 16 acuíferos diferentes en toda la Región, cuya disposición geográfica se visualiza en el Mapa de Acuíferos (**Mapa 3-4**) y que se resumen en la tabla posterior:

## Mapa 3-4 Mapa de acuíferos de la Región del Maule




*Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas*

**Tabla 3-4 Acuíferos identificados en la Región de Maule**

| UPH | ACUÍ-FERO | NOMBRE | EXTENSIÓN (km²) | LITOLOGIA | EDAD |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | A1 | Jurásico y Triásico costera norte | 75,48 | Calizas, areniscas y conglomerados (Ji1m, Tr1m) | Jurásico-Triásico |
| 2 | A2 | Cretácicos y jurásicos cuenca alta del río Teno | 389,67 | Calizas, areniscas, conglomerados, lutitas calcáreas (Kia1c, JK1m, Js1c, Js1m) | Cretácico-Jurásico |
| | A3 | Aluvial de los ríos Teno y Lontué | 684,94 | Arenas, gravas, arcillas y limos (Q1) | Cuaternario |
| | A4 | Formación volcánica sector norte Depresión Intermedia | 244,17 | Depósitos de avalancha volcánica (Q3av) | Cuaternario |
| 3 | A5 | Aluvial del Bajo Mataquito | 225,32 | Depósitos fluviales de arenas, gravas, bolos y arcillas (Qf) | Cuaternario |
| | A6 | Jurásico y Triásico Bajo Mataquito | 300,86 | Calizas, areniscas y conglomerados (Ji1m, Tr1m) | Jurásico-Triásico |
| 4 | A7 | Detrítico franja costera central | 141,71 | Arenas, gravas, arcillas y depósitos eólicos (Q, Qe) | Cuaternario |
| 5 | A8 | Aluvial del Alto Maule | 78,59 | Arenas, gravas, arcillas y limos (Q1) | Cuaternario |
| 6 | A9 | Formación volcánica sector central Depresión Intermedia | 1.444,36 | Depósitos piroclásticos asociados a calderas de colapso (PI3t)) | Cuaternario |
| | A10 | Aluvial-coluvial sector central Depresión Intermedia | 353,19 | Arenas, gravas, arcillas y limos (Q1) | Cuaternario |
| | A11 | Aluvial del Bajo Maule | 239,79 | Depósitos fluviales de arenas, gravas, bolos y arcillas (Qf) | Cuaternario |
| 7 | A12 | Aluvial-coluvial sector sur Depresión Intermedia | 2.066,75 | Arenas, gravas, arcillas y limos (Q1) | Cuaternario |
| 8 | A13 | Formación volcánica sector sur Depresión Intermedia | 1.874,91 | Depósitos piroclásticos asociados a calderas de colapso (PI3t)) | Cuaternario |
| | A14 | Aluvial-coluvial extremo meridional Depresión Intermedia | 1.370,97 | Arenas, gravas, arcillas y limos (Q1) | Cuaternario |
| 9 | A15 | Cretácico costera sur | 238,45 | Areniscas, conglomerados, lutitas, calizas y sucesiones turbiditícas (Ks1m) | Cretácico |
| | A16 | Detrítico franja costera sur | 165,35 | Arenas, gravas, arcillas (Q1) y depósitos litorales (arenas y gravas) (Qm) | Cuaternario |
| **TOTAL ACUÍFEROS REGIÓN DE MAULE** | | | **9.894,50** | | |

*Fuente: Elaboración Propia*

La extensión de los afloramientos de las formaciones acuíferas asciende a 9.895 km$^2$, dentro de la superficie global de la Región de Maule, que es de 31.021 km$^2$, lo que supone un 31% de materiales permeables dentro del conjunto de la Región.

La productividad de agua subterránea de estos 16 acuíferos es variable, en función de la naturaleza, más o menos permeable, que cada litología presenta, de la extensión superficial de sus afloramientos y de la potencia que poseen.

En el **Anexo 3-1 Aguas subterráneas** del presente capítulo se han estudiado, con todo detalle, los dieciséis acuíferos ordenados por la UPH en la que se integran. En las tres tablas que siguen se aporta la siguiente información:

- **Tabla 3-5. Síntesis de la caracterización de la naturaleza hidrogeológica** de cada acuífero, con los datos más relevantes de la geometría de los mismos, la profundidad del nivel piezométrico y los parámetros hidrodinámicos que han permitido estimar la recarga y la reserva de los mismos.
- **Tabla 3-6. Explotación de los acuíferos y calidad de sus aguas**. Para cada acuífero se indican sus captaciones de agua –DAA, profundidad, volumen de explotación concedido y afectado del valor de uso y nº de controles de la red piezométrica-, por una parte, y número de puntos de control de calidad, la concentración de sólidos disueltos totales y la valoración del estado de calidad de sus aguas.
- **Tabla 3-7. Situación de las aguas subterráneas en la Región del Maule**. Datos de la explotación anual de los acuíferos, la recarga anual media, el alance anual y las reservas totales estimadas de cada uno de los acuíferos.

## Tabla 3-5 Síntesis de los datos hidrogeológicos más relevantes de los acuíferos

| ACUÍFEROS IDENTIFICADOS | | | DATOS ACUÍFERO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Geometría | | | | Parámetros Hidrodinámicos | | | | |
| ID | Nombre | Localización geográfica | Litología | Superficie ($km^2$) | Potencia permeable (m) | Geofísica | Prof. NP (m) | T ($m^2$/día) | K (m/día) | S | Tipo acuífero | Dirección flujo |
| **UPH 1. Costera entre límite Norte Región y río Mataquito ( 609,2 $km^2$)** | | | | | | | | | | | | |
| A1 | Jurásico y Triásico costera norte | Sector medio de la cuenca costera | Calizas, areniscas y conglomerados | 75,48 | > 200 | no | | 100 a 500 | 1 a 10 | $.10^{-2}$ | libre | N-SSO |
| **UPH 2. Cuenca Alta del Mataquito (4.669,3 $km^2$)** | | | | | | | | | | | | |
| A2 | Cretácicos y jurásicos cuenca alta del río Teno | Cabecera de la cuenca del río Teno | Calizas, areniscas, conglomerados, luitas calcáreas | 389,67 | > 300 | no | | 10 a 1.000 | 0,01 a 100 | $.10^{-2}$ | libre | NE-OSO |
| A3 | Aluvial de los ríos Teno y Lontué | Confluencia de los ríos Teno y Lontue en la Depresión Intermedia | Arenas, gravas, arcillas y limos | 684,94 | 50 a 200 de la unidad superior, más permeable | Gravimetría: 12 perfiles con 139 estaciones de medida | 0 a 50 | 100 a 1.000 | <9,5 a >97,6 | 0,15 a 0,25 | libre | ENE-OSO |
| A4 | Formación volcánica sector norte de Depresión Intermedia | Depresión Intermedia, afloramiento atravesado por el cauce del río Teno | Depósitos de avalancha volcánica | 244,17 | | | | | | | | |
| **UPH 3. Cuenca Baja del Mataquito (1.682,5 $km^2$)** | | | | | | | | | | | | |
| A5 | Aluvial del bajo Mataquito | Cauce fluvial del río Mataquito, en su cuenca baja | Depósitos fluviales de arenas, gravas, bolos y arcillas | 225,32 | entre 16 a 100 m sobre el sustrato rocoso | Gravimetría: 2 perfiles con 12 estaciones de medida | 0 a 50 | 10 a 1.000 | 0,08 a 138,2 | 0,15 | libre | E-O |

## Tabla 3-5 Síntesis de los datos hidrogeológicos más relevantes de los acuíferos

| ACUÍFEROS IDENTIFICADOS | | | DATOS ACUÍFERO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Geometría | | | | Parámetros Hidrodinámicos | | | | |
| ID | Nombre | Localización geográfica | Litología | Superficie ($km^2$) | Potencia permeable (m) | Geofísica | Prof. NP (m) | T ($m^2$/día) | K (m/día) | S | Tipo acuífero | Dirección flujo |
| A6 | Jurásico y Triásico bajo Mataquito | Flanco oriental de la Cordillera de la Costa, atravesado por el cauce del río Mataquito | Calizas, areniscas y conglomerados | 300,86 | > 500 | no | | 10 a 1.000 | 0,01 a 100 | $.10^{-2}$ | libre | N-S y S-N |
| **UPH 4. Costera Mataquito-Maule (1.084,7 $km^2$)** | | | | | | | | | | | | |
| A7 | Detrítico franja costera central | Planicie litoral entre las desembocaduras de los ríos Mataquito y Maule | Arenas, gravas, arcillas y depósitos eólicos | 141,71 | 15 a 50 | 4 Perfiles de TEM | 0,30 a 1 | 100 a 1.000 | 1 a 100 | $.10^{-2}$ | libre | E-O |
| **UPH 5. Cuenca Alta del Maule (4.998,1 $km^2$)** | | | | | | | | | | | | |
| A8 | Aluvial del Alto Maule | Cauce fluvial del río Maule | Arenas, gravas, arcillas y limos | 78,59 | 1 a 30-40 | no | 1 a 3 | 100 a 1.000 | 1 a 100 | $.10^{-2}$ | libre | E-O |
| **UPH 6. Cuenca Media y Baja del Maule (5.664,3 $km^2$)** | | | | | | | | | | | | |
| A9 | Formación volcánica sector central Depresión Intermedia | Depresión Intermedia, entre cauces de ríos Claro y Lircay | Depósitos piroclásticos asociados a calderas de colapso | 1 444,36 | 100 | 7 perfiles gravimétricos realizados en los años 2006 y 2010 | 3 a 10 | 400 a 1.500 | 3,9 a 146 | $10^{-2}$ a $10^{-4}$ | libre y confinado en algún sector | E-O y NE-SO |

## Tabla 3-5 Síntesis de los datos hidrogeológicos más relevantes de los acuíferos

| ACUÍFEROS IDENTIFICADOS | | | DATOS ACUÍFERO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Geometría | | | | Parámetros Hidrodinámicos | | | | |
| ID | Nombre | Localización geográfica | Litología | Superficie ($km^2$) | Potencia permeable (m) | Geofísica | Prof. NP (m) | T ($m^2$/día) | K (m/día) | S | Tipo acuífero | Dirección flujo |
| A10 | Aluvial-coluvial sector central Depresión Intermedia | Depresión Intermedia, en el entorno de la margen derecha del río Maule | Arenas, gravas, arcillas y limos | 353,19 | 50 a 200 | | 3 a 9 | 500 a 2.000 | 5,4 a 170 | $.10^{-2}$ | libre | NE-SO |
| A11 | Aluvial del Bajo Maule | Cauce fluvial del río Maule, en su tramo de la cuenca media y baja | Depósitos fluviales de arenas, gravas, bolos y arcillas | 239,79 | 10 a 100 | no | 2 a 7 | 500 a 3.500 | 5,4 a 200 | $.10^{-2}$ | libre | E-O |
| **UPH 7. Cuenca del Perquilauquén (5.988,1 $km^2$)** | | | | | | | | | | | | |
| A13 | Formación volcánica sector sur Depresión Intermedia | Depresión Intermedia, en su sector meridional, atravesado su afloramiento por los cauces de los ríos Perquilauquén, Cauquenes y Purapel | Depósitos piroclásticos asociados a calderas de colapso | 1 874,91 | 200 | no | 0,04 a 1,58 | 100 a 7.800 | 10,3 a 19,8 | $10^{-2}$ a $10^{-4}$ | libre, en algún sector confinado | E-O y O-E |

## Tabla 3-5 Síntesis de los datos hidrogeológicos más relevantes de los acuíferos

| ACUÍFEROS IDENTIFICADOS | | | DATOS ACUÍFERO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Geometría | | | | Parámetros Hidrodinámicos | | | | |
| ID | Nombre | Localización geográfica | Litología | Superficie ($km^2$) | Potencia permeable (m) | Geofísica | Prof. NP (m) | T ($m^2$/día) | K (m/día) | S | Tipo acuífero | Dirección flujo |
| A14 | Aluvial-coluvial extremo meridional Depresión Intermedia | Depresión Intermedia, en su sector más meridional, en el entorno del cauce del río Perquilauquén | Arenas, gravas, arcillas y limos | 1 370,97 | 30 a 200 | no | 0,02 a 2,14 | 10 a 390 | 0,51 a 14,6 | $10^{-2}$ a $10^{-4}$ | libre, en algún sector confinado | E-O y SO-NE |
| **UPH 8. Cuenca del Loncomilla (4.390,1 $km^2$)** | | | | | | | | | | | | |
| A12 | Aluvial-coluvial sector sur Depresión Intermedia | Depresión Intermedia, en el entorno de la margen izquierda del río Maule y cauces de los ríos Putagán y Achibueno | Arenas, gravas, arcillas y limos | 2 066,75 | 40 a 200 m | 2 perfiles gravimétricos realizados en los años 2006 y 2010 | 0,07 a 6,23 | 200 a 3.500 | 2,8 a 17,3 | 0,01 a 0,02 | libre | E-O |
| **UPH 9. Costera entre Maule y Límite Sur (1.934,8 $km^2$)** | | | | | | | | | | | | |
| A15 | Cretácico costera sur | Flanco oriental de la Cordillera de la Costa, atravesado por el río Reloca | Areniscas, conglomerados, lutitas, calizas y sucesiones turbidíticas | 238,45 | > 300 | no | | 100 a 1.000 | 1 a 100 | $.10^{-2}$ | libre | NE-SO y SE-NO |

**Tabla 3-5 Síntesis de los datos hidrogeológicos más relevantes de los acuíferos**

| ACUÍFEROS IDENTIFICADOS | | | DATOS ACUÍFERO | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Geometría | | | | Parámetros Hidrodinámicos | | | | |
| ID | Nombre | Localización geográfica | Litología | Superficie ($km^2$) | Potencia permeable (m) | Geofísica | Prof. NP (m) | T ($m^2$/día) | K (m/día) | S | Tipo acuífero | Dirección flujo |
| A16 | Detrítico franja costera sur | Planicie litoral entre las desembocadura del río Reloca y el límite Sur de la Región VII | Arenas, gravas, arcillas y depósitos litorales (arenas y gravas) | 165,35 | 15 a 50 | no | 0,30 a 1 | 100 a 1.000 | 10 a 100 | $.10^{-2}$ | libre | E-O |
| **TOTAL** | | | | **9.894,50** | | | | | | | | |

*Fuente: Elaboración Propia*

## Tabla 3-6 Explotación de acuíferos y calidad de sus aguas

| ACUÍFERO | CAPTACIONES AGUAS SUBTERRÁNEAS | | | | | CALIDAD DEL AGUA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nº DAA | Profundidad obra (m) | Volumen de explotación concedido ($hm^3$/año) | Volumen explotado (con factor de uso) ($hm^3$/año) | Red Piezométrica (nº) | Puntos control | Sólidos Totales Disueltos (mg/l) | Estado calidad |
| **UPH 1. Costera entre límite Norte Región y río Mataquito ( 609,2 $km^2$)** | | | | | | | | |
| A1 | 0 | | 0,00 | | no | 0 | | Se supone buena |
| **UPH 2. Cuenca Alta del Mataquito (4.669,3 $km^2$)** | | | | | | | | |
| A2 | 0 | | 0,00 | | no | 0 | | Buena |
| A3 | 449 | 9 a 102 | 365,80 | 142,65 | 187 | 16 (doc. RH015) | 160 a 368 | En general buena, aunque puntualmente los Nitratos pueden incrementarse ligeramente |
| A4 | 70 | | | | | | | |
| **UPH 3. Cuenca Baja del Mataquito (1.682,5 $km^2$)** | | | | | | | | |
| A5 | 51 | 8 a 127 | 13,07 | 5,09 | 14 (2012) y 40 | 9 (doc. RH015 y CA055) | 260 | Buena, salvo la muestra M-1, con contenido alto en Mn, Fe y Al |
| A6 | 12 | | 0,97 | | no | 0 | | Debe ser buena, ante la naturaleza de los materiales del acuífero |
| **UPH 4. Costera Mataquito-Maule (1.084,7 $km^2$)** | | | | | | | | |
| A7 | 5 | | 0,60 | | no | 2 (doc. RH020) | | Bajos contenidos en As, $NO_2$ y $NO_3$ |
| **UPH 5. Cuenca Alta del Maule (4.998,1 $km^2$)** | | | | | | | | |

## Tabla 3-6 Explotación de acuíferos y calidad de sus aguas

| ACUÍFERO | CAPTACIONES AGUAS SUBTERRÁNEAS | | | | | CALIDAD DEL AGUA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nº DAA | Profundidad obra (m) | Volumen de explotación concedido ($hm^3$/año) | Volumen explotado (con factor de uso) ($hm^3$/año) | Red Piezométrica (nº) | Puntos control | Sólidos Totales Disueltos (mg/l) | Estado calidad |
| A8 | 1 | | 0,13 | | | 0 | Debe ser buena, aunque habría que vigilar la posible presencia de elementos metálicos de explotaciones mineras | |
| **UPH 6. Cuenca Media y Baja del Maule (5.664,3 $km^2$)** | | | | | | | | |
| A9 | 332 | de 5 a 157 m | 192,64 | 121,78 | 70 | 20 pozos distribuidos por la cuenca del Maule | entre 150 a 200 | Buena en general |
| A10 | 53 | | 58,12 | 36,75 | | | | |
| A11 | 19 | | 6,46 | 4,08 | | | | |
| **UPH 7. Cuenca del Perquilauquén (5.988,1 $km^2$)** | | | | | | | | |
| A13 | 411 | 4 a 355 | 298,02 | 218,67 | 34 (2010) | 14 | 38,4 a 650 µmohs/cm de conductividad | Buena, solo dos pozos en Cauquenes con 11 mg/l de $NO_3$ (2013) |
| A14 | 122 | 3 a 210 | 51,41 | 13,00 | 15 (2010) | | | |
| **UPH 8. Cuenca del Loncomilla (4.390,1 $km^2$)** | | | | | | | | |
| A12 | 553 | 4 a 175 (uno 299) | 285,55 | 180,51 | 71 | 20 pozos distribuidos por la cuenca del Maule | entre 88 y 370 | Buena |
| **UPH 9. Costera entre Maule y Límite Sur (1.934,8 $km^2$)** | | | | | | | | |
| A15 | 14 | | 1,35 | | no | 1 (1995) | 728 µmohs/cm | Buena |
| A16 | 12 | | 1,04 | | no | | | |

## Tabla 3-6 Explotación de acuíferos y calidad de sus aguas

| ACUÍFERO | CAPTACIONES AGUAS SUBTERRÁNEAS | | | | | CALIDAD DEL AGUA | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nº DAA | Profundidad obra (m) | Volumen de explotación concedido ($hm^3$/año) | Volumen explotado (con factor de uso) ($hm^3$/año) | Red Piezométrica (nº) | Puntos control | Sólidos Totales Disueltos (mg/l) | Estado calidad |
| **TOTAL** | **2.104** | | **1.275,16** | **722,53** | | | | |

## Tabla 3-7 Situación aguas subterráneas en la Región VII Maule

| ACUÍFEROS | | | BALANCE DEL ACUÍFERO | | | | | RESERVAS ACUÍFERO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Recarga anual media | | | | | | |
| Código | Nombre | Extensión Afloramientos ($km^2$) | Explotación anual ($hm^3$/año)[1] | Precipitación media anual Pm[3] (mm) | Infiltración (% Pm) | Recarga ($hm^3$/año)[4] | Balance anual ($hm^3$/año) | Potencia media saturada de agua (m) | Coeficiente almacena. (S) | Reservas totales estimadas ($hm^3$)[2] |
| **UPH 1. Costera entre límite Norte Región y río Mataquito** | | | | | | | | | | |
| A1 | Jurásico y Triásico costera norte | 75,48 | 0,00 | 700 | 30 | 15,85 | 15,85 | 100 | $10^{-2}$ | 75 |
| Resto UPH 1 | Rocas metamórficas y graníticas | 534,00 | 1,68 | 700 | 8 | 29,90 | 28,22 | | | |
| **TOTAL UPH 1** | | **609,48** | **1,68** | | | **45,75** | **44,07** | | | **75** |
| **UPH 2. Cuenca Alta del Mataquito** | | | | | | | | | | |
| A2 | Cretácicos y jurásicos cuenca alta del río Teno | 389,67 | 0,00 | 2 000 | 30 | 233,82 | 233,82 | >100 | $10^{-2}$ | 389 |

[1] **Explotación anual** procedente de los Derechos de Aprovechamientos de Aguas Subterráneas (en l/s), afectados del factor de uso de la DGA.
[2] **Reservas almacenadas en los acuíferos**, obtenidas al multiplicar la superficie por la potencia saturada del acuífero y por el factor de almacenamiento (S)
[3] **Precipitación media** de la cuenca, obtenida del Mapa de Isoyetas de la Región del Maule. Balance hídrico de Chile, DGA, 1987.
[4] **Recarga de acuíferos**, obtenida de multiplicar la precipitación media por el porcentaje de infiltración.

## Tabla 3-7 Situación aguas subterráneas en la Región VII Maule

| ACUÍFEROS | | | BALANCE DEL ACUÍFERO | | | | | RESERVAS ACUÍFERO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Código | Nombre | Extensión Afloramientos ($km^2$) | Explotación anual ($hm^3$/año)[1] | Recarga anual media | | | Balance anual ($hm^3$/año) | Potencia media saturada de agua (m) | Coeficiente almacena. (S) | Reservas totales estimadas ($hm^3$)[2] |
| | | | | Precipitación media anual $Pm^3$ (mm) | Infiltración (% Pm) | Recarga ($hm^3$/año)[4] | | | | |
| A3 | Aluvial de los ríos Teno y Lontue | 684,94 | 142,65 | 1 909 | Modelo hidrogeológico | 482,64 | 339,99 | 125 | 0,15 a 0,25 | 18 580 |
| A4 | Formación volcánica sector norte Depresión Intermedia | 244,17 | | | | | | | | |
| Resto UPH 2 | Rocas volcano-sedimentarias, en su mayor parte | 3.351,00 | 0,00 | 2 000 | 8 | 536,08 | 536,08 | | | |
| **TOTAL UPH 2** | | **4.669,78** | **142,65** | | | **1.252,54** | **1.109,89** | | | **18.969** |
| **UPH 3. Cuenca Baja del Mataquito** | | | | | | | | | | |
| A5 | Aluvial del bajo Mataquito | 225,32 | 5,09 | 700 | Modelo hidrogeológico | 192,52 | 187,43 | 52 | $10^{-2}$ | 1 755 |
| A6 | Jurásico y Triásico bajo Mataquito | 300,86 | 0,97 | 700 | 30 | 63,21 | 62,24 | >100 | $10^{-2}$ | 301 |
| Resto UPH 3 | Rocas volcano-sedimentarias, metamórficas y graníticas | 1.156,00 | 2,56 | 700 | 10 | 80,92 | 78,36 | | | |
| **TOTAL UPH 3** | | **1.682,18** | **8,62** | | | **336,65** | **328,03** | | | **2.056** |

## Tabla 3-7 Situación aguas subterráneas en la Región VII Maule

| ACUÍFEROS | | | BALANCE DEL ACUÍFERO | | | | | RESERVAS ACUÍFERO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Código | Nombre | Extensión Afloramientos ($km^2$) | Explotación anual ($hm^3$/año)[1] | Recarga anual media | | | Balance anual ($hm^3$/año) | Potencia media saturada de agua (m) | Coeficiente almacena. (S) | Reservas totales estimadas ($hm^3$)[2] |
| | | | | Precipitación media anual $Pm^3$ (mm) | Infiltración (% Pm) | Recarga ($hm^3$/año)[4] | | | | |
| **UPH 4. Costera Mataquito-Maule** | | | | | | | | | | |
| A7 | Detrítico franja costera central | 141,71 | 0,60 | 700 | 15 | 14,91 | 14,31 | 31 | $10^{-2}$ | 44 |
| Resto UPH 4 | Rocas metamórficas y graníticas | 943,00 | 4,88 | 700 | 8 | 52,80 | 47,92 | | | |
| **TOTAL UPH 4** | | **1.084,71** | **5,48** | | | **67,71** | **62,23** | | | **44** |
| **UPH 5. Cuenca Alta del Maule** | | | | | | | | | | |
| A8 | Aluvial del Alto Maule | 78,59 | 0,13 | 2 000 | 25 | 39,50 | 39,37 | 22 | $10^{-2}$ | 17 |
| Resto UPH 5 | Rocas volcánicas, volcano-sedimentarias y graníticas | 4.919,00 | 0,55 | 2 500 | 8 | 983,80 | 983,25 | | | |
| **TOTAL UPH 5** | | **4.997,59** | **0,68** | | | **1.023** | **1.022,62** | | | **17** |
| **UPH 6. Cuenca Media y Baja del Maule** | | | | | | | | | | |
| A9 | Formación volcánica sector central Depresión Intermedia | 1.444,36 | 121,78 | 850 | 25 | 306,85 | 185,07 | 90 | $10^{-2}$ y $10^{-4}$ | 562 |

## Tabla 3-7 Situación aguas subterráneas en la Región VII Maule

| ACUÍFEROS | | | BALANCE DEL ACUÍFERO | | | | | RESERVAS ACUÍFERO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Código | Nombre | Extensión Afloramientos ($km^2$) | Explotación anual ($hm^3$/año)[1] | Recarga anual media | | | Balance anual ($hm^3$/año) | Potencia media saturada de agua (m) | Coeficiente almacena. (S) | Reservas totales estimadas ($hm^3$)[2] |
| | | | | Precipitación media anual $Pm^3$ (mm) | Infiltración (% Pm) | Recarga ($hm^3$/año)[4] | | | | |
| A10 | Aluvial-coluvial sector central Depresión Intermedia | 353,19 | 36,75 | 850 | 25 | 75,01 | 38,26 | 115 | $10^{-2}$ | 406 |
| A11 | Aluvial del Bajo Maule | 239,79 | 4,08 | 800 | 25 | 48,00 | 43,92 | 50 | $10^{-2}$ | 120 |
| Resto UPH 6 | Rocas volcánicas, volcano-sedimentarias, metamórficas y graníticas | 3.627,00 | 1,04 | 1.300 | 8 | 391,70 | 390,66 | | | |
| **TOTAL UPH 6** | | **5.664,34** | **163,65** | | | **821,56** | **657,91** | | | **1 088** |
| **UPH 7. Cuenca del Perquilauquén** | | | | | | | | | | |
| A13 | Formación volcánica sector sur Depresión Intermedia | 1.874,91 | 188,39 | 1 150 | 25 | 538,78 | 350,39 | 184 | $10^{-2}$ y $10^{-4}$ | 2 082 |
| A14 | Aluvial-coluvial extremo merional Depresión Intermedia | 1.370,97 | 32,51 | 1 150 | 25 | 394,16 | 361,65 | 87 | $10^{-2}$ a $10^{-4}$ | 839 |

## Tabla 3-7 Situación aguas subterráneas en la Región VII Maule

| ACUÍFEROS | | | BALANCE DEL ACUÍFERO | | | | | RESERVAS ACUÍFERO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Código | Nombre | Extensión Afloramientos ($km^2$) | Explotación anual ($hm^3$/año)[1] | Recarga anual media | | | Balance anual ($hm^3$/año) | Potencia media saturada de agua (m) | Coeficiente almacena. (S) | Reservas totales estimadas ($hm^3$)[2] |
| | | | | Precipitación media anual $Pm^3$ (mm) | Infiltración (% Pm) | Recarga ($hm^3$/año)[4] | | | | |
| Resto UPH 7 | Rocas volcánicas, volcano-sedimentarias y graníticas | 2.742,22 | 16,41 | 1 383 | 8 | 303,56 | 287,15 | | | |
| **TOTAL UPH 7** | | **5.988,10** | **237,31** | | | **1.237** | **999,19** | | | **2.921** |
| **UPH 8. Cuenca del Loncomilla** | | | | | | | | | | |
| A12 | Aluvial-coluvial sector sur Depresión Intermedia | 2.066,75 | 170,20 | 1 150 | 25 | 593,97 | 423,77 | 100 | $10^{-2}$ | 2.066 |
| Resto UPH 8 | Rocas volcánicas, volcano-sedimentarias y graníticas | 2.323,35 | 0,00 | 1 900 | 8 | 353,25 | 353,24 | | | |
| **TOTAL UPH 8** | | **4.390,10** | **170,20** | | | **947,22** | **777,01** | | | **2.066** |
| **UPH 9. Costera entre Maule y Límite Sur** | | | | | | | | | | |
| A15 | Cretácico costera sur | 238,45 | 1,35 | 700 | 30 | 49,98 | 48,63 | >100 | $10^{-2}$ | 238 |
| A16 | Detrítico franja costera sur | 165,35 | 1,04 | 700 | 25 | 28,87 | 27,83 | 27 | $10^{-2}$ | 45 |
| Resto UPH 9 | Rocas volcánicas, volcano- | 1.531,00 | 3,57 | 750 | 8 | 91,80 | 88,23 | | | |

**Tabla 3-7 Situación aguas subterráneas en la Región VII Maule**

| ACUÍFEROS | | | BALANCE DEL ACUÍFERO | | | | | RESERVAS ACUÍFERO | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Código | Nombre | Extensión Afloramientos ($km^2$) | Explotación anual ($hm^3$/año)[1] | Recarga anual media | | | Balance anual ($hm^3$/año) | Potencia media saturada de agua (m) | Coeficiente almacena. (S) | Reservas totales estimadas ($hm^3$)[2] |
| | | | | Precipitación media anual $Pm^3$ (mm) | Infiltración (% Pm) | Recarga ($hm^3$/año)[4] | | | | |
| | sedimentarias y graníticas | | | | | | | | | |
| **TOTAL UPH 9** | | **1.934,80** | **5,96** | | | **170,65** | **164,69** | | | **283** |
| **TOTAL REGIÓN MAULE** | | **31.021,08** | **736,23** | | | **5.901,88** | **5.165,64** | | | **27.519** |

*Fuente: Elaboración Propi*

### 3.2.2.5. Análisis comparativo de la recarga subterránea estimada en los acuíferos

Al objeto de analizar los valores de la recarga subterránea estimada en el presente estudio, frente a los anteriormente evaluados y utilizados en otros estudios hidrogeológicos realizados en la Región del Maule, se ha realizado el análisis comparativo, independizado para los 16 acuíferos diferenciados y caracterizados hidrogeológicamente en las 9 UPH en las que se ha subdividido la Región del Maule, para la mejor gestión de sus recursos hídricos totales.

Teniendo en cuenta los criterios aplicados en el presente estudio, para la cuantificación de la recarga subterránea que se produce anualmente como media en los acuíferos de la Región, se ha visto que, en algunos casos, es difícil establecer el análisis comparativo entre las recargas estimadas anteriormente y las valoradas ahora, para los actuales acuíferos diferenciados. Los criterios hidrogeológicos considerados, en la evaluación de la recarga subterránea, han sido los siguientes:

- En este estudio **se han identificado nuevos acuíferos** que hasta el momento no se habían considerado como tales en los anteriores estudios realizados, como son los situados en dos de las tres cuencas costeras (acuíferos A1, A15 y A16) y algunos otros de los localizados en las cuencas del Mataquito (acuíferos A2 y A6) y Maule (parte del acuífero A11). **En la cuenca hidrográfica del río Maule** la diferenciación de 25 acuíferos que se había hecho anteriormente, por necesidades de cálculo en la aplicación del Modelo MAGIC (ver doc. RH080, del 2008), **no coinciden los límites hidrogeológicos con los 7 acuíferos** diferenciados en el presente estudio (acuíferos A8, A9, A10, A11, A12, A13 y A14). En el MAGIC se delimitó un determinado acuífero asociado a cada una de las cuencas y subcuencas hidrológicas discretizadas en la modelización hidrológica realizada, sin tener en cuenta sus posibles límites hidrodinámicos, a efectos de estimar de manera independiente el balance total: aguas superficiales-subterráneas por subcuencas. Mientras que en el presente estudio se ha efectuado una división de acuíferos, dentro de cada una de las nueve UPH

delimitadas en la Región, teniendo en cuenta **criterios hidrogeológicos** (diferencias litológicas y estructurales) **e hidrodinámicos** (continuidad o no en la circulación del agua subterránea) dentro de cada acuífero.

- Para la estimación de la recarga subterránea se ha partido de la **precipitación media anual** registrada en la Región, de acuerdo con el Mapa de Isoyetas elaborado por la DGA (doc. RH155), del que se ha dispuesto de la capa SIG elaborada en el 2006. A la precipitación media anual (Pm) estimada para el conjunto de la extensión superficial de cada uno de los 16 acuíferos, se le ha aplicado un determinado **coeficiente de infiltración,** teniendo en cuenta la propia litología del acuífero y sus características de permeabilidad, basada en experiencias contrastadas de estudios hidrogeológicos realizados en España, mediante la utilización del Modelo APLIS desarrollado por el Grupo de Hidrogeología de la Universidad de Málaga, España. De esta forma, a los **acuíferos carbonatados**, con permeabilidad debida a fenómenos de fisuración y carstificación, se les ha aplicado un coeficiente de infiltración del **30% de Pm**; a los **acuíferos detríticos** (aluviales y coluviales) **y a los piroclastos volcánicos** de la Depresión Intermedia, con permeabilidad debida a la porosidad intergranular de los materiales y, a veces, en el caso de las rocas volcánicas, también a procesos de fisuración y fracturación, el coeficiente de infiltración aplicado ha sido del **25% de Pm**[5].
- **En los 16 acuíferos caracterizados**, **salvo en dos del Mataquito** (conjunto A3-A4 y A5) que fueron modelizados matemáticamente en el año 2012 (doc. RH130 Estudio Hidrogeológico del Río Mataquito, DGA 2012), **sólo se ha estimado como recarga subterránea la directa**,

[5] En el Modelo Matemático del Acuífero "Teno-Lontué", en la Cuenca Alta del Mataquito (doc. RH130, del 2012), se le aplica similar tratamiento hidrogeológico e hidrodinámico a los dos sectores litológicos de los que se compone este acuífero, el del Norte, constituido por las rocas piroclásticas volcánicas (acuífero A3 de los delimitados en el PMRH del Maule), y el del Sur, correspondiente a los sedimentos detríticos aluviales y coluviales asociados a la dinámica fluvial de los cursos bajos de los ríos Teno y Lontué (acuífero A4).

ocasionada a partir de la infiltración que se origina de la precipitación media que anualmente se registra sobre la superficie de sus afloramientos, sin tener en cuenta otras fuentes de posible recarga subterránea, como pudieran ser: la infiltración de parte del agua superficial que circula por los ríos, al atravesar la superficie de los acuíferos, en los tramos en los que estos son perdedores, la percolación del agua de riego y pérdidas de agua de los canales, así como los aportes que, como aguas superficiales y subterráneas, se producen desde los relieves topográficos que circundan a los acuíferos. Las razones para no hacerlo han sido: la falta de datos hidrogeológicos (aforos diferenciales en los tramos de ríos que atraviesan los acuíferos, mapas de isopiezas de borde, valoración de los caudales destinados a riegos, etc.) para haber podido estimar estos valores con cierto rigor, así como considerar que, al ser todos estos posibles aportes subterráneos parte del mismo ciclo hídrico integral de la cuenca, sin tener en cuenta las distintas fases del mismo –superficial y subterráneo – el agua subterránea que no se utiliza vuelve directamente a los ríos, integrándose en el conjunto de los recursos hídricos de la UPH, que es la que en definitiva ha sido la unidad hidrológica que se ha tenido en cuenta para determinar el balance anual de los recursos hídricos naturales totales de la Región del Maule.

- En definitiva, el balance estimado de los 16 acuíferos caracterizados sería un balance simplificado que, a efectos prácticos, como, aun así, todos ellos son excedentarios, el resto del agua subterránea que podría recargarse en los mismos, a partir de estos otros factores mencionados, pasaría directamente a salir como drenaje natural a los cauces de los ríos, como lo demuestra el hecho de los afloramientos de aguas subterráneas detectados en los cauces bajos de los ríos Mataquito, Claro, Maule, Loncomilla y Perquilauquén (doc. RH080 del 2008 y RH100 del 2010); además de otras salidas, más difusas, que se pudiesen estar originando a estos y otros cauces de las cuencas. Por ello, **la estimación de la recarga subterránea cuantificada en el presente estudio es un valor mínimo**, lo que sitúa los resultados del lado de la seguridad frente a la disponibilidad de la oferta hídrica en las aguas subterráneas de la Región.

- En los acuíferos de la **Cuenca del Mataquito,** Teno-Lontué y Bajo Mataquito, que coinciden con los acuíferos A3-A4 y A5, respectivamente, la recarga subterránea considerada en el presente estudio ha sido la misma que se determinó en el Modelo Matemático realizado en estos dos acuíferos en el año 2012 (doc. RH130), en donde se utilizan cifras correspondientes a todos los factores de recarga que se pueden dar en los acuíferos (infiltración de la lluvia, de los ríos, perdidas en riegos y canales, aportes laterales y subterráneos desde otros sectores colindantes), determinadas a partir de la aplicación de un modelo de simulación hidrológica simplificado, en el que se tuvieron en cuenta estos parámetros. Dado que estos datos de recarga subterránea han sido contrastados al calibrar el modelo matemático de los dos acuíferos, se ha considerado que eran los mejores y más fiables valores de recarga subterránea para considerar en el presente estudio. Sin embargo, en el caso del acuífero de Teno-Lontué, el valor aplicado de recarga, de 482,64 $hm^3$/año, no es el mismo que el estimado en otros dos Informes Técnicos también redactados por la DGA, en 2011 y 2014 (ver doc. RH185), en el que se indican valores de 501,42 y 362,66 $hm^3$/año, respectivamente, de oferta hídrica (volumen sustentable) para este acuífero.
- En el conjunto de la **Cuenca del Maule**, en el presente estudio se han diferenciado 7 acuíferos (del A8 al A14), frente a los 25 (AC1 a AC25) que se utilizaron en la Modelización del MAGIC (doc. RH080). La correspondencia hidrogeológica entre ambos grupos de acuíferos ha sido, en algunos de ellos, difícil de asociar, ya que en el caso del estudio del MAGIC algunos de los acuíferos se distribuyen a caballo entre dos UPH de las delimitadas en el presente PMRH del Maule. Haciendo un ejercicio de aproximación, en la Tabla 3-9 se refleja una correspondencia orientativa entre ambas clasificaciones. Para el análisis comparativo de las recargas subterráneas que se originan en los 7 acuíferos del Maule, se han utilizado dos de los estudios anteriormente realizados en la zona: el citado RH080, en el que en su apartado 9.4.5, Cuadro 9.4.5-1, se exponen los flujos de entrada (recarga) y de salida estimada para cada uno de los 25 acuíferos; y el RH150, en el que en la cuenca del Maule se delimitan dos grandes

sectores acuíferos, "Maule Norte" y "Maule Medio Sur". Los valores de recarga de ambos estudios, frente a los evaluados en el presente informe, se exponen en dicha tabla.

Como puede observarse, en el caso del estudio **RH080** los valores estimados son muy superiores a los calculados en el presente PMRH del Maule, mientras que en el caso del estudio **RH150**, las cifras obtenidas son prácticamente las mismas para el sector del Maule Norte (del orden de 470 $hm^3$/año), mientras que quedan algo más elevadas, en la actualidad, para la suma de los acuíferos ubicados en el Maule Medio Sur (1.527 $hm^3$/año frente a 1.356 $hm^3$/año del RH150).

**Tabla 3-8 Comparación entre la recarga subterránea en UPH de las cuencas del Mataquito y Costeras**

| CUENCA | UPH | ACUÍFERO | | RECARGA CALCULADA PMRH | | | RECARGA ESTUDIOS ANTERIORES | | | DIFERENCIA RECARGAS (hm³/año) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Cod | Área (km²) | Pmedia (mm/año) | Infiltración (% Pm) | Recarga (hm³/año) | Ref. Estudio | Año / Organismo | Recarga (hm³/año) | |
| Costera Norte | 1 | A1 | 75,48 | 700 | 30 | 15,85 | Sin estudio anterior realizado | | | 15,85 |
| Rio Mataquito | 2 | A2 | 389,67 | 2 000 | 30 | 233,82 | Sin estudio anterior realizado | | | 233,82 |
| | | A3 | 684,94 | 1 909 | Tratados conjuntamente en el Modelo Matemático realizado en 2012 | 482,64 | Informe Técnico | 2011/ DGA | 501,42 | -18,78 |
| | | | | | | | RH130 | 2012/ DGA | 482,64 | 0,00 |
| | | A4 | 244,17 | | | | Informe Técnico Nº 360 | 2014/ DGA | 362,66 | 119,98 |
| | 3 | A5 | 225,32 | 700 | Datos Modelo Matemático | 192,51 | RH130 | 2012/ DGA | 192,51 | 0,00 |
| | | A6 | 300,86 | 700 | 30 | 63,21 | Sin estudio anterior realizado | | | 63,21 |
| Costera Centro | 4 | A7 | 141,71 | 700 | 15 | 14,91 | RH018 | 2002/ IICA | 7,43 | 7,48 |
| Costera Sur | 9 | A15 | 238,45 | 700 | 30 | 49,98 | Sin estudio anterior realizado | | | 49,98 |
| | | A16 | 165,35 | 700 | 25 | 28,87 | Sin estudio anterior realizado | | | 28,87 |
| **TOTAL (hm³/año)** | | | **9.894,50** | | | **1.081,79** | | | | |

*Fuente Elaboración Propia*

**Tabla 3-9 Comparación entre la recarga subterránea en UPH de la Cuenca del Maule**

| UPH | ACUÍFEROS | | RECARGA CALCULADA PMRH | | | RECARGA ESTUDIOS ANTERIORES | | | | Diferencia entre las recargas (hm³/año) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Estudio RH150 | | Estudio RH080 | | | |
| | Cod | Área (km²) | Pmedia (mm/año) | Infiltración (% Pm) | Recarga (hm³/año) | Acuífero | Recarga (hm³/año) | Acuífero | Recarga (hm³/año) | RH150 | RH080 |
| 5 | A8 | 78,59 | 2 000 | 25 | 39,50 | Maule Norte | 473,04 | Integrado en el AC-7 | | -3,68 | |
| 6 | A9 | 1.444,36 | 850 | 25 | 306,85 | | | Acuíferos AC-1, AC-2, AC-3 y el 70% de AC-4 y AC-5 | 1.166,20 | | -859,35 |
| | A10 | 353,19 | 850 | 25 | 75,01 | | | El 30% de AC-4, AC-5 y el 20% de AC-7 , AC-8 | 503,31 | | -428,30 |
| | A11 | 239,79 | 800 | 25 | 48,00 | | | Parte del AC-7, AC-8 y AC-25 | | | |
| 7 | A13 | 1.874,91 | 1 150 | 25 | 538,78 | Maule Medio Sur | 1.356,04 | Acuíferos AC-12, AC-13, AC-14, AC-19, AC-20, AC-21y AC-22 | 1.429,53 | 170,87 | -890,75 |
| | A14 | 1.370,97 | 1 150 | 25 | 394,16 | | | Acuíferos AC-15, AC-16 y el 80% del AC-18 | 925,58 | | -531,42 |
| 8 | A12 | 2.066,75 | 1 150 | 25 | 593,97 | | | El 70% de AC-7, AC-8; completos el AC-9, AC-10, AC-23 y AC-24; y el 50% de AC-11 | 1.913,60 | | -1.319,63 |
| **TOTAL** | | **7.428,55** | | | **1.996,27** | | **1.829,08** | | **5.938,23** | | |

*Fuente Elaboración Propia*

### 3.2.2.6. Resumen de las aguas subterráneas Región VII del Maule

La situación de las aguas subterráneas en el conjunto de la Región VII del Maule se resume en el cuadro siguiente, en el que se incluyen las formaciones acuíferas identificadas en el marco del presente PMRHM distribuidas por las unidades de planificación hídrica:

**Tabla 3-10 Situación de los acuíferos de la VII Región del Maule**

| Nº | DENOMINACIÓN UPH | EXTENSIÓN ACUÍFEROS ($km^2$) | EXPLOTACIÓN CONTROLADA ($hm^3$/año) | RECARGA ESTIMADA ($hm^3$/año) | BALANCE ($hm^3$/año) | RESERVA ALMACENADA ($hm^3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Costera norte | 75,48 | 0,00 | 15,85 | 15,85 | 75,00 |
| 2 | Alto Mataquito | 1.318,78 | 142,65 | 716,46 | 573,81 | 18.969,00 |
| 3 | Bajo Mataquito | 526,18 | 6,06 | 255,73 | 249,67 | 2.056,00 |
| 4 | Costera central | 141,71 | 0,60 | 14,91 | 14,31 | 44,00 |
| 5 | Alto Maule | 78,59 | 0,13 | 39,50 | 39,37 | 17,00 |
| 6 | Medio y Bajo Maule | 2.037,34 | 162,61 | 429,86 | 267,25 | 1.087,95 |
| 7 | Perquilauquén | 3.245,88 | 220,90 | 932,94 | 712,04 | 2.921,00 |
| 8 | Loncomilla | 2.066,75 | 170,20 | 593,97 | 423,77 | 2.066,00 |
| 9 | Costera sur | 403,80 | 2,39 | 78,85 | 76,46 | 283,00 |
| **TOTAL** | | **9.894,50** | **705,54** | **3.078,07** | **2.372,53** | **27.518,95** |

*Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas*

La observación de la tabla anterior permite establecer las siguientes conclusiones al nivel de los 16 acuíferos en explotación del conjunto del territorio:

- El volumen estimado de la **recarga anual de agua** es de **3.078 $hm^3$/año** y procede de la precipitación que se infiltra en los acuíferos; esta recarga forma parte del conjunto de los recursos naturales estimados en la Región del Maule, que han sido evaluados en el capítulo de Recursos Hídricos en Régimen Natural de este documento. Es decir, la recarga de acuíferos constituye en torno al 13% de los recursos hídricos naturales anuales de la Región.
- **La mayor parte de esta recarga**, salvo la que es explotada para su utilización mediante los pozos inventariados y los manantiales

aprovechados, entra a formar parte del balance positivo de las aguas subterráneas que **se integra en el ciclo superficial de los ríos**. Solamente una parte de ella, la que se infiltra en los acuíferos aluviales costeros, y que no es explotada, puede pasar subterráneamente al mar, a través del borde costero, sin retornar al ciclo superficial.

- La **explotación** controlada de estos recursos subterráneos alcanza un volumen de **706 hm³/año**, es decir, se explota en torno al 23% de la recarga anual.
- Las **reservas totales** de agua subterránea almacenada en el conjunto de los acuíferos identificados en la Región del Maule suponen una cifra de unos **27.519 hm³**, volumen superior a los recursos hídricos naturales en el conjunto de la Región.

### 3.2.3. Hipótesis de los recursos hídricos naturales en la VII Región

#### 3.2.3.1. Recursos hídricos del año medio

Los recursos hídricos medios anuales en régimen natural obtenidos para cada Unidad de Planificación Hídrica están caracterizados por los siguientes valores en régimen natural:

- Los recursos hídricos medios anuales.
- La distribución mensual del año medio de cada uno de esos valores.

Estos recursos hídricos naturales calculados son los totales e incluyen, tanto las aguas superficiales, como las subterráneas, y pueden quedar almacenados en los acuíferos, las lagunas o en los embalses. En la tabla siguiente, se indican los recursos propios que se generan dentro del territorio de cada UPH y la parte que queda almacenada en los acuíferos, tal y como se han reflejado en los dos apartados anteriores:

**Tabla 3-11 Resumen de los recursos hídricos en la VII Región del Maule (año medio)**

| Nº | UPH | Recursos naturales totales (hm³/año) | | Acuíferos (hm³/año) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Parciales | Acumulados | Recarga | Reserva |
| 1 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 119 | 119 | 16 | 75 |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 4.619 | - | 716 | 18.969 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 911 | 5.530 | 256 | 2.056 |
| 4 | Costeras Mataquito-Maule | 211 | 211 | 15 | 44 |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 7.451 | - | 40 | 17 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 3.658 | 17.990 | 430 | 1.088 |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 2.348 | - | 933 | 2.921 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 4.533 | - | 594 | 2.066 |
| 9 | Costeras entre río Maule y límite Región | 324 | 324 | 79 | 283 |
| **TOTAL VII REGIÓN (hm³/año)** | | **24.174** | **24.174** | **3.079** | **27.519** |

*Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas*

Los recursos hídricos naturales propios que se generan en cada UPH corresponden a la columna de los RRHH parciales que engloba a la componente superficial y subterránea de las aguas de cada unidad, sin incluir las aportaciones provenientes de las UPH de aguas arriba. Estos recursos hídricos totales naturales, corresponden a volúmenes medios anuales, no representan a ninguna época en particular, ni tampoco a un escenario de sequía ni de abundancia. Se trata de un año medio de recursos hídricos naturales totales.

La columna de los RRHH acumulados, refleja el valor acumulado de las aportaciones totales en la UPH inferior que descarga al mar, así se tiene que:

- La UPH 3 Cuenca Baja del Mataquito acumula, a los propios, los RRHH de la UPH 2 Cuenca Alta del Mataquito.

- La UPH 6 Cuenca Media y Baja del Maule acumula, a los propios, los RRHH de la UPH 5 Cuenca Alta del Maule, la UPH 7 Cuenca del Perquilauquén, y la UPH 8 Cuenca del Loncomilla.

### 3.2.3.2. Recursos hídricos Q50%, Q85% y periodo 2010-15

Para la cuantificación de los recursos hídricos de los que se pueden disponer para distintas hipótesis de variación se ha efectuado un análisis de la frecuencia de los caudales medios anuales de las distintas estaciones hidrométricas de la DGA en régimen natural, así como del último periodo de registros del 2010 al 2015, comparándolos todos ellos con respecto al caudal medio anual de las series (QM).

La distribución mensual de la oferta hídrica corresponde a la distribución mensual de un año medio de recursos hídricos.

Las fuentes documentales que se han consultado para realizar este análisis proceden de:

- *Estaciones fluviométricas de la DGA* situadas en las cabeceras de las cuencas.
- *Referencia (RH010) 1996. Análisis de la Oferta y Demanda de Recursos Hídricos en Cuencas Críticas del Loa, Rapel y Mataquito*. DGA. Figueiredo Ferraz, Consultoría e Ingeniería de Proyecto Ltda.
- *Referencia (RH015) 1999. Exploración de los Recursos Hídricos VII Región.* DGA. Ayala, Cabrera y Asociados Ltda.
- *Referencia (RH020) 2003. Diagnóstico de los Recursos Hídricos en Secano y Costero, VI a VII Región. Estadística fluviométrica de las series de caudales medios diarios mensuales y anuales de la VII Región.* CNR. Ayala, Cabrera y Asociados Ltda.
- *Referencia (RH050) 2005. Evolución de los Recursos Hídricos de la Cuenca del Río Maule. Estadística fluviométrica de las series de caudales medios diarios mensuales y anuales.* DGA. Dirección Regional del Maule. Departamento administración de Recursos Hídricos.

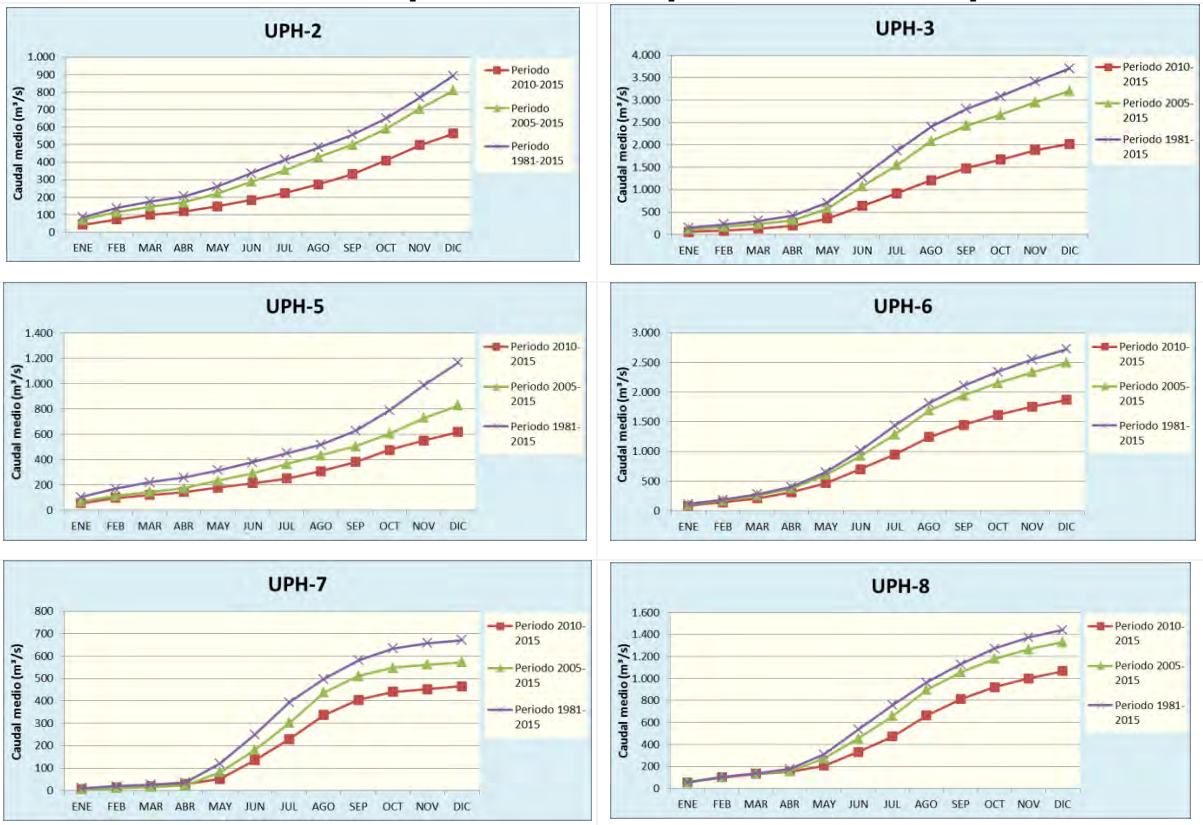
- *Referencia (RH080) 2008. Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos Cuenca del río Maule.* Se aplica el modelo MAGIC de gestión de los recursos hídricos. El modelo MAGIC a su vez utiliza el modelo hidrológico MPL para la generación de los recursos hídricos en régimen natural, es decir, la escorrentía total (superficial+subterránea) de cada una de las unidades hidrológicas de aporte natural y cuencas laterales que conforman las cuencas del río Maule. El modelo hidrológico MPL a su vez, es calibrado mediante la aplicación de las series de los caudales de las estaciones fluviométricas restituidas al régimen natural. Luis Arrau del Canto. Consultores en Ingeniería Hidráulica y de Riego.

Sobre la base de la información de las estaciones fluviométricas de la DGA de cada UPH, se han confeccionado una serie de gráficos comparativos de la evolución de los caudales medios mensuales de las estaciones fluviométricas dentro de las UPH, valores que han sido acumulados mensualmente en distintos periodos de tiempo para poder advertir la desviación respecto a un periodo base tomado desde 1981 a 2015.

Se han analizado dos periodos respecto al periodo base, tal es así, un periodo formado por los 10 últimos años de 2005 a 2015, y el periodo 2010 a 2015 de los últimos 5 años.

Estos gráficos sólo pretenden mostrar la evolución mensual acumulada a lo largo del año de los caudales promedio de todas las estaciones fluviométricas seleccionadas y agrupadas por UPH, tienen el único interés de confirmar la disminución progresiva de los recursos hídricos en los últimos periodos de tiempo.

**Gráfico 3-3. Comparación de los caudales medios mensuales acumulados para distintos periodos de tiempo**




*Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas*

Del análisis de las series fluviométricas y tal como lo reflejan los gráficos, los últimos 10 y 5 años de registros revelan una progresiva disminución de los recursos hídricos respecto del periodo base, siendo el periodo 2010 a 2015 el más crítico en cuanto a la sequía.

Por otro lado, sobre la base de las estadísticas fluviométricas de la información de los estudios de las referencias antes citados, se han confeccionado una serie de relaciones entre los caudales medios anuales en régimen natural de distintas frecuencias de presentación Q(i%), con respecto al caudal medio anual QM, incluyendo también el último periodo 2010 a 2015.

A través del análisis de esta información, se ha obtenido la relación comparativa entre los caudales medios anuales de Q(50%)/QM; Q(85%)/QM; y Q(2010-15)/QM, definiendo así tres factores que se corresponden con factores reductores respecto de la aportación hídrica media QM de las distintas UPH. La tabla siguiente resume los resultados de las citadas relaciones para cada UPH como unidad hidrológica parcial no acumulada, y el gráfico su representación ilustrada.

**Tabla 3-12 Factor reductor medio de los Recursos Hídricos**

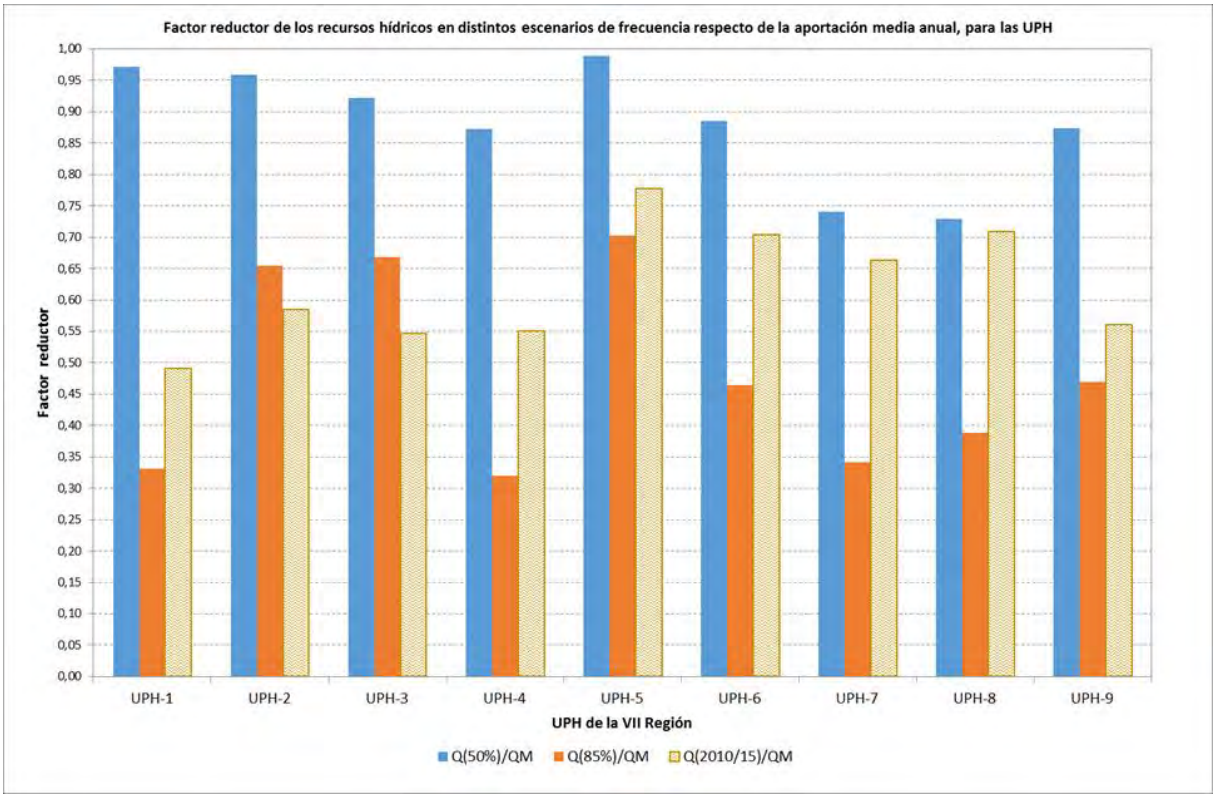
| UPH | Relación (Q50%/QM) | Relación (Q85%/QM) | Relación Q(2010-15)/QM |
|---|---|---|---|
| 1 | 0,97 | 0,33 | 0,49 |
| 2 | 0,96 | 0,65 | 0,58 |
| 3 | 0,92 | 0,67 | 0,55 |
| 4 | 0,87 | 0,32 | 0,55 |
| 5 | 0,99 | 0,70 | 0,78 |
| 6 | 0,89 | 0,46 | 0,70 |
| 7 | 0,74 | 0,34 | 0,66 |
| 8 | 0,73 | 0,39 | 0,71 |
| 9 | 0,87 | 0,47 | 0,56 |
| **MEDIO P.** | **0,89** | **0,55** | **0,69** |

*Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas*

De los valores de la tabla se deduce que la oferta hídrica de los recursos hídricos naturales correspondientes al Q50% de excedencia de presentación son muy próximos a los recursos hídricos del año medio, siendo para toda la región del orden del 89%. Por otro lado, la oferta hídrica de los recursos hídricos naturales correspondientes al Q85% de excedencia de presentación son del orden del 55% de los recursos hídricos del año medio, y para el periodo 2010 a 2015 es del orden del 69% del año medio para toda la Región, sin embargo para las UPH-2 y UPH-3 son aún más bajos que los del Q85%.

El gráfico siguiente representa la evolución de estos factores de reducción de los recursos hídricos respecto del año medio de recursos para cada UPH.

**Gráfico 3-4 Factor reductor de las aportaciones naturales con respecto al año medio**




*Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas*

Analizando los resultados de las relaciones comparativas de los caudales Q(2010-15)/QM, se aprecia que tanto la cuenca del río Mataquito, como las cuencas costeras están en valores iguales o inferiores a 0,58, en tanto que en las cuencas del río Maule esta relación está en valores iguales o superiores a 0,66.

Se aprecia que en el periodo 2010 a 2015 ha habido una reducción drástica y general en las aportaciones de las UPH de las Cuencas del río Mataquito, de tal forma, que en este periodo las aportaciones han resultado ser inferiores a las asociadas a los caudales del 85% de excedencia.

Por otro lado, en las UPH de las Cuencas del río Maule, en su totalidad las aportaciones medias del periodo 2010 a 2015 han sido superiores a las asociadas a los caudales del 85% de excedencia, sin embargo, la UPH-7

tiene el factor de reducción más crítico respecto de las demás del Maule de 0,663.

A través de estos factores de reducción de los recursos hídricos naturales medios anuales, se han definido tres proyecciones de la oferta hídrica, una para el Q50%, otro para el Q85%, y uno final para el periodo 2010 a 2015.

Con los valores anteriores, en el apartado siguiente se definen las hipótesis de la oferta de los recursos hídricos naturales.

### 3.2.3.3. Resumen de las hipótesis de los recursos hídricos naturales

Las hipótesis de los recursos hídricos naturales considerados para distintas probabilidades de excedencia son las siguientes:

- Recursos hídricos asociados al año medio.
- Recursos hídricos asociados al 50% de probabilidad de excedencia.
- Recursos hídricos asociados al 85% de probabilidad de excedencia.
- Recursos hídricos del periodo 2010 a 2015 asociado a la situación actual de recursos.

En las tablas siguientes se presentan los recursos hídricos naturales totales para los distintos escenarios y para las nueve UPH. Se ha incluido también una columna con los recursos hídricos naturales del año medio, para poder evaluar su magnitud con respecto a las distintas hipótesis. Estos recursos hídricos totales se presentan, por un lado, en forma parcial de cada UPH, es decir, no acumulado con los recursos provenientes de las UPH de aguas arriba, y por otro, en forma acumulada según la red de drenaje.

No se incluyen dentro del cálculo de los recursos hídricos naturales a los volúmenes contenidos en los cuerpos de agua de la región, ya que el propósito de los RHN es establecer la oferta de agua que se incorpora cada año al sistema en función de la demanda efectiva. Posteriormente se analizarán los déficit o superávit en función de las reservas de aguas superficiales y subterráneas.

| Tabla 3-13 Recursos hídricos naturales medios ($hm^3$/año) para distintas probabilidades de excedencia (parcial) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **UPH** | **RHN año medio** | **RHN (50%)** | **RHN (85%)** | **RHN (2010-15)** |
| 1 | 118,69 | 115,36 | 39,34 | 58,16 |
| 2 | 4.619,15 | 4.428,71 | 3.022,78 | 2.697,58 |
| 3 | 910,73 | 840,07 | 608,91 | 497,26 |
| 4 | 211,47 | 184,46 | 67,69 | 116,31 |
| 5 | 7.451,30 | 7.371,05 | 5.231,43 | 5.789,66 |
| 6 | 3.658,20 | 3.238,12 | 1.697,81 | 2.575,37 |
| 7 | 2.347,80 | 1.739,35 | 800,73 | 1.556,59 |
| 8 | 4.533,20 | 3.307,66 | 1.761,35 | 3.214,04 |
| 9 | 323,66 | 282,88 | 152,09 | 181,25 |
| **TOTAL** | **24.174,19** | **21.507,65** | **13.382,14** | **16.686,22** |

*Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas*

| Tabla 3-14. Recursos hídricos naturales medios ($hm^3$/año) para distintas probabilidades de excedencia (acumulado) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **UPH** | **RHN año medio** | **RHN (50%)** | **RHN (85%)** | **RHN (2010-15)** |
| 1 | **118,69** | **115,36** | **39,34** | **58,16** |
| 2 | 4.619,15 | 4.428,71 | 3.022,78 | 2.697,58 |
| 3 acumulado | **5.529,88** | **5.268,78** | **3.631,70** | **3.194,84** |
| 4 | **211,47** | **184,46** | **67,69** | **116,31** |
| 5 | 7.451,30 | 7.371,05 | 5.231,43 | 5.789,66 |
| 6 acumulado | **17.990,49** | **15.656,17** | **9.491,31** | **13.196,70** |
| 7 | 2.347,80 | 1.739,35 | 800,73 | 1.556,59 |
| 8 | 4.533,20 | 3.307,66 | 1.761,35 | 3.214,04 |
| 9 | **323,66** | **282,88** | **152,09** | **181,25** |
| **TOTAL** | **24.174,19** | **21.507,65** | **13.382,14** | **16.686,22** |

*Fuente: Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas*

Analizando los recursos hídricos naturales totales de las distintas probabilidades de excedencia, se aprecia que los RHN(50%) se aproximan mucho a los del año medio; por otro lado, la situación más crítica por su escasez para la VII Región del Maule corresponde a los RHN(85%) con un

total de 13.382,14 $hm^3$/año, y le siguen en magnitud los RHN del periodo 2010 a 2015 con un total de 16.686,22 $hm^3$/año, sin embargo, en las UPH de las cuencas del río Mataquito los recursos hídricos naturales totales en este periodo han sido inferiores a los RHN(85%).

Adicionalmente se presentan los recursos hídricos naturales subterráneos, tanto para el año medio, como para los RHN (50%), para los RHN (85%), y para los RHN (2010-15), obtenidos para el año medio del apartado de recursos hídricos subterráneos en función de la recarga media anual de los acuíferos asociados a las UPH, y aplicando los factores reductores de los recursos hídricos naturales medios antes citados.

Referido a los recursos hídricos naturales subterráneos, se obtienen en función de la recarga media anual de los acuíferos de las UPH para los distintos escenarios.

**Tabla 3-15 Recursos hídricos naturales medios subterráneos ($hm^3$/año) para distintas probabilidades de excedencia (parcial)**

| UPH | RHN año medio | RHN (50%) | RHN (85%) | RHN (2010-15) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 15,85 | 15,41 | 5,25 | 7,77 |
| 2 | 716,46 | 686,92 | 468,85 | 418,41 |
| 3 | 255,72 | 235,88 | 170,98 | 139,62 |
| 4 | 14,91 | 13,01 | 4,77 | 8,20 |
| 5 | 39,50 | 39,07 | 27,73 | 30,69 |
| 6 | 429,86 | 380,50 | 199,50 | 302,62 |
| 7 | 932,94 | 691,16 | 318,18 | 618,54 |
| 8 | 593,97 | 433,39 | 230,78 | 421,12 |
| 9 | 78,85 | 68,91 | 37,05 | 44,16 |
| **TOTAL** | **3.078,06** | **2.564,25** | **1.463,11** | **1.991,14** |

*Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas*

| Tabla 3-16 Recursos hídricos naturales medios (hm³/año) subterráneos para distintas probabilidades de excedencia (acumulado) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **UPH** | **RHN año medio** | **RHN (50%)** | **RHN (85%)** | **RHN (2010-15)** |
| 1 | **15,85** | **15,41** | **5,25** | **7,77** |
| 2 | 716,46 | 686,92 | 468,85 | 418,41 |
| 3 | **972,18** | **922,80** | **639,83** | **558,04** |
| 4 | **14,91** | **13,01** | **4,77** | **8,20** |
| 5 | 39,50 | 39,07 | 27,73 | 30,69 |
| 6 | **1.996,27** | **1.544,13** | **776,20** | **1.372,98** |
| 7 | 932,94 | 691,16 | 318,18 | 618,54 |
| 8 | 593,97 | 433,39 | 230,78 | 421,12 |
| 9 | **78,85** | **68,91** | **37,05** | **44,16** |
| **TOTAL** | **3.078,06** | **2.564,25** | **1.463,11** | **1.991,14** |

*Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas*

Los recursos hídricos naturales superficiales se obtienen como la diferencia entre los recursos hídricos naturales totales y los recursos hídricos naturales subterráneos, tal y como se reflejan en las tablas siguientes:

| Tabla 3-17 Recursos Hídricos Naturales medios superficiales (hm³/año) para distintas probabilidades de excedencia (parcial) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **UPH** | **RHN año medio** | **RHN (50%)** | **RHN (85%)** | **RHN (2010-15)** |
| 1 | 102,84 | 99,96 | 34,09 | 50,39 |
| 2 | 3.902,69 | 3.741,79 | 2.553,93 | 2.279,17 |
| 3 | 655,01 | 604,19 | 437,94 | 357,63 |
| 4 | 196,56 | 171,45 | 62,92 | 108,11 |
| 5 | 7.411,80 | 7.331,97 | 5.203,69 | 5.758,97 |
| 6 | 3.228,34 | 2.857,62 | 1.498,31 | 2.272,75 |
| 7 | 1.414,86 | 1.048,19 | 482,54 | 938,05 |
| 8 | 3.939,23 | 2.874,26 | 1.530,56 | 2.792,91 |
| 9 | 244,81 | 213,96 | 115,04 | 137,10 |
| **TOTAL** | **21.096,13** | **18.943,40** | **11.919,03** | **14.695,08** |

*Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas*

**Tabla 3-18 Recursos Hídricos Naturales medios superficiales (hm³/año) para distintas probabilidades de excedencia (acumulado)**

| UPH | RHN año medio | RHN (50%) | RHN (85%) | RHN (2010-15) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | **102,84** | **99,96** | **34,09** | **50,39** |
| 2 | 3.902,69 | 3.741,79 | 2.553,93 | 2.279,17 |
| 3 | **4.557,70** | **4.345,98** | **2.991,87** | **2.636,80** |
| 4 | **196,56** | **171,45** | **62,92** | **108,11** |
| 5 | 7.411,80 | 7.331,97 | 5.203,69 | 5.758,97 |
| 6 | **15.994,22** | **14.112,05** | **8.715,11** | **11.762,68** |
| 7 | 1.414,86 | 1.048,19 | 482,54 | 938,05 |
| 8 | 3.939,23 | 2.874,26 | 1.530,56 | 2.792,91 |
| 9 | **244,81** | **213,96** | **115,04** | **137,10** |
| **TOTAL** | **21.096,13** | **18.943,40** | **11.919,03** | **14.695,08** |

*Elaboración propia a partir de las fuentes indicadas*

La observación de los cuadros anteriores, permite efectuar las siguientes observaciones:

- El escenario de los RHN (50%) representa un escenario algo inferior al de los RHN del año medio, de un orden medio del 11%, por lo que se considera suficiente representación la del año medio. Por esta razón, además de la consideración del año medio de recursos hídricos naturales, se consideran conveniente los escenarios de modelización de los RHN (85%) y de los RHN (2010-15).
- Por otro lado, los canales de trasvases están condicionados por el régimen de las aportaciones de los ríos, principalmente el del río Mataquito al río Rapel.
- Esta situación en particular se presenta en la cuenca del río Mataquito (UPH-2 y UPH-3) del trasvase del río Teno-Chimbarongo desde la UPH-2 hacia la cuenca del río Rapel de la VI Región, debido a que en el resto de los trasvases las UPH de origen (UPH-5 y UPH-6) poseen recursos hídricos excedentarios que permiten satisfacer los caudales de trasvase.

### 3.2.4. Resumen y conclusiones de los RHN

Los recursos hídricos naturales totales de la VII Región del Maule en la Situación Actual, podrían asimilarse al periodo 2010 a 2015 de escasez de los RHN.

La situación más crítica (ver Tabla 3-14) por su escasez para la totalidad de la Región del Maule corresponde a los RHN (85%) con un total de 13.382,14 $hm^3$/año, y le siguen en orden de magnitud los RHN (2010-15) con un total de 16.686,22 $hm^3$/año. Sin embargo, en las UPH de las cuencas del río Mataquito los recursos hídricos naturales totales del periodo 2010 a 2015 han resultado ser inferiores a los RHN (85%).

Esta situación de escasez hídrica condiciona la satisfacción de las demandas, y promueve los planes de aumento de la eficiencia de riego, como así también los estudios de regulación y trasvase desde las cuencas de cabecera.

Para estas consideraciones se debe tener en cuenta la aportación de La Laguna del Maule al sistema. Durante el periodo 2010- 2015, la Unidad de Planificación daba un total de RHN por año superior a las aportaciones teóricas de precipitación, debido a su capacidad de embalsar. En consecuencia, La Laguna del Maule llegó a niveles (año 2014, 239 $hm^3$)[6] cercanos a la denominada Porción Inferior, definida en el convenio 1947.MOP N°3.341.

## 3.3. DEMANDAS DE AGUA

Los usos del agua son las distintas clases de utilización del recurso, así como cualquier otra actividad que tenga repercusiones significativas en el estado

[6] DGA 2016, Pronóstico de disponibilidad de agua 2016-2017

de las aguas. Estos usos incluyen los de abastecimiento de población, regadíos y usos agrarios, usos industriales para producción de energía eléctrica, otros usos industriales, acuicultura, usos recreativos, navegación y transporte acuático, etc.

### 3.3.1. Demanda agrícola

#### 3.3.1.1. Conceptos básicos

Los conceptos que caracterizan la demanda agrícola son:

- La demanda neta (agua consumida por los cultivos).
- La demanda bruta (agua total derivada, teniendo en cuenta las eficiencias de transporte, distribución y aplicación).
- La diferencia entre demanda bruta y neta, que se corresponde con el retorno o las pérdidas.
- Para caracterizar la demanda agrícola se ajusta la superficie asignada a cada zona según las distintas fuentes de información y se calcula el volumen demandado a partir de:

- La superficie cultivada de regadío y la distribución o mosaico de cultivos.
- Las dotaciones netas, o sea, las necesidades de agua de los cultivos que se determinan al nivel de comarca agraria.
- Los datos de la infraestructura de riego. A partir del porcentaje de cada sistema de riego (gravedad, aspersión, localizado) y de las pérdidas en la red primaria y secundaria se estima la eficiencia de transporte, de distribución y de aplicación.

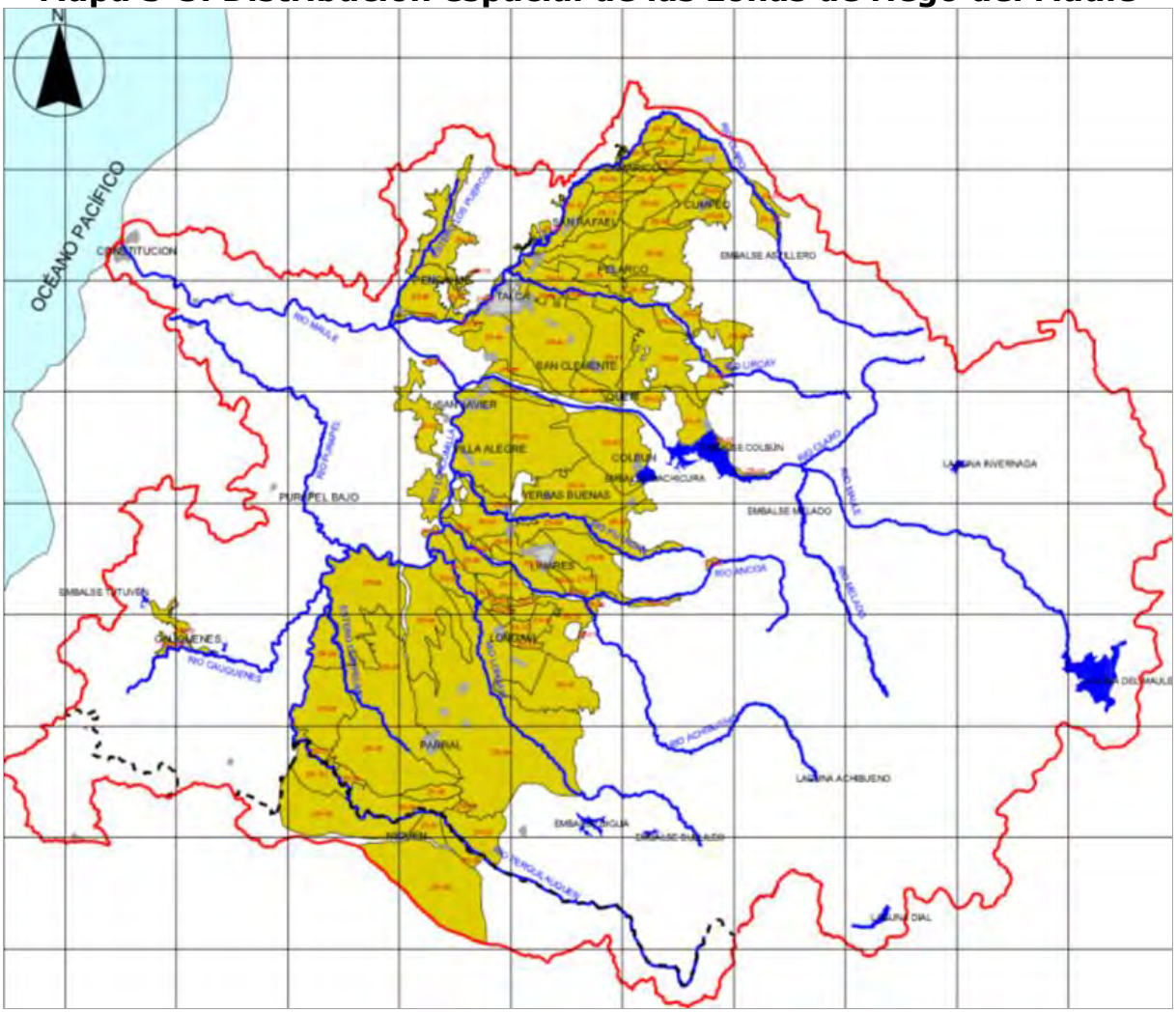
#### 3.3.1.2. Demanda en 2005 y máxima regable

Para cuantificar la demanda agrícola se han utilizado las fuentes documentales indicadas en el informe de la Etapa I entre las que destacan las siguientes:

- Para todas las cuencas que constituyen las Unidades de Planificación Hídrica: *RH070 Estimaciones de demandas de agua y proyecciones futuras. Zona II. Regiones V a XII y Región Metropolitana*; elaborado en enero de 2007 para la DGA.
- Para la cuenca del Maule: *RH080 Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos de la cuenca del Maule.* Actualización del modelo de operación del sistema y formulación del Plan, de mayo de 2008.

Hay que indicar que cada uno de estos documentos aporta valores diferentes en cuanto a superficies regables y demandas agrarias porque se han obtenido de forma diversa. El segundo de ellos establece el área regable que se indica en el mapa siguiente y que se corresponde con las cuencas del Maule medio y bajo, Perquilauquén y Loncomilla, aunque no aporta información sobre las tres unidades costeras ni sobre la cuenca del Mataquito.

**Mapa 3-5. Distribución espacial de las zonas de riego del Maule**




*Fuente: Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos de la cuenca del Maule. 2008*

En este estudio (RH080) se distinguen 104 zonas regables de las que se aporta la superficie regada en 2005 y la máxima regable. Asimismo estima las necesidades hídricas netas (en mm) mensuales y total anual para el riego de cada una de ellas. Estas zonas se han distribuido espacialmente en las nueve unidades de planificación y obtenido las demandas agrarias organizadas por UPH.

Por su parte, el estudio de estimaciones de demanda de agua (RH070) aporta información sobre la superficie regada en 2005 y la demanda

mensual de cada uno de los sectores tanto consuntivos, como no consuntivos, distribuidas por UPH, es decir, para todo el ámbito territorial de la VII Región.

En la tabla siguiente se sintetiza la información aportada por cada uno de los documentos anteriores en el que, para homogenizar la información, se han añadido las superficies de las cuencas costeras y del Mataquito al estudio del Plan Director del Maule:

**Tabla 3-19 Superficie agraria regada en 2005[7] según distintas fuentes**

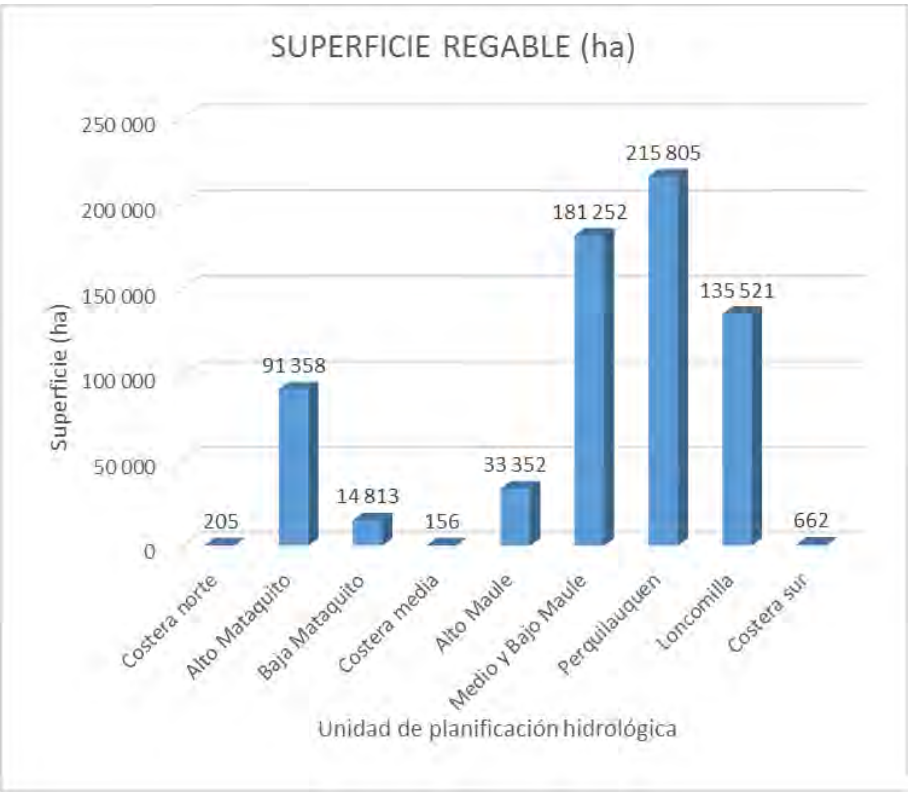
| UPH | | Estimaciones demanda (2007) | Plan Director Maule (2008) | |
|---|---|---|---|---|
| Nº | DENOMINACIÓN | | Regada | Máxima regable |
| 1 | Costera norte | 205 | 205 | 205 |
| 2 | Alto Mataquito | 74.627 | 74.627 | 91.358 |
| 3 | Baja Mataquito | 12.100 | 12.100 | 14.813 |
| 4 | Costera media | 156 | 156 | 156 |
| 5 | Alto Maule | 33.352 | 33.352 | 33.352 |
| 6 | Medio y Bajo Maule | 68.022 | 100.036 | 181.252 |
| 7 | Perquilauquén | 58.216 | 54.366 | 215.805 |
| 8 | Loncomilla | 78.421 | 87.005 | 135.521 |
| 9 | Costera sur | 662 | 662 | 662 |
| **TOTAL VII REGIÓN (ha)** | | **325.761** | **362.509** | **673.124** |

*Fuente: RH070 y RH080*

Como se puede observar en la tabla anterior, las superficies regadas en 2005[7] coinciden sensiblemente en el estudio de *Estimaciones de demanda de agua*, y en el *Plan Director 2008* y son del orden del 50% con respecto a la inventariada en el Plan Director como máxima regable. Su distribución por UPH se puede observar en el gráfico siguiente:

[7] Datos levantados en 2005 para informes publicados en 2007-2008 (RH070 y RH080)

**Gráfico 3-5 Superficie máxima regable**




*Fuente: Plan Director del Maule completada por las estimaciones de demanda*

Los valores de demanda agrícola que se deducen de estos estudios se indican en la tabla siguiente, del que se distinguen diferentes dotaciones:

| Tabla 3-20 Demanda agraria en 2005 según distintas fuentes[8] | | | | |
|---|---|---|---|---|
| UPH | | Estimaciones demanda (2007) | Plan Director Maule (2008) | |
| Nº | DENOMINACIÓN | | Regada | Máxima regable |
| 1 | Costera norte | 3,54 | 3,54 | 3,54 |
| 2 | Alto Mataquito | 1.007,86 | 1.007,86 | 1.233,81 |
| 3 | Baja Mataquito | 163,42 | 163,42 | 200,05 |
| 4 | Costera media | 2,53 | 2,53 | 2,53 |
| 5 | Alto Maule | 407,62 | 407,62 | 407,62 |
| 6 | Medio y Bajo Maule | 1.471,84 | 735,19 | 1.332,68 |
| 7 | Perquilauquén | 918,51 | 375,36 | 1.491,91 |
| 8 | Loncomilla | 1.220,72 | 670,91 | 879,65 |
| 9 | Costera sur | 10,16 | 10,16 | 10,16 |
| **TOTAL VII REGIÓN ($hm^3$/año)** | | **5.206,20** | **3.376,58** | **5.561,96** |

*Fuente: RH070 y RH080*

Dividiendo la demanda agrícola de cada UPH por la superficie regable, se obtienen las dotaciones unitarias medias ($m^3$/ha/año) de cada UPH, tal y como se refleja en la tabla adjunta para las dos fuentes de información consideradas:

| Tabla 3-21 Dotaciones resultantes en 2005 según distintas fuentes[8] | | | | |
|---|---|---|---|---|
| UPH | | Estimaciones demanda (2007) | Plan Director Maule (2008) | |
| Nº | DENOMINACIÓN | | Regada | Máxima regable |
| 1 | Costera norte | 17.327 | 17.327 | 17.327 |
| 2 | Alto Mataquito | 13.505 | 13.505 | 13.505 |
| 3 | Baja Mataquito | 13.505 | 13.505 | 13.505 |
| 4 | Costera media | 16.180 | 16.180 | 16.180 |

[8] Datos levantados en 2005 para informes publicados en 2007-2008 (RH070 y RH080)

**Tabla 3-21 Dotaciones resultantes en 2005 según distintas fuentes[8]**

| UPH | | Estimaciones demanda (2007) | Plan Director Maule (2008) | |
|---|---|---|---|---|
| Nº | DENOMINACIÓN | | Regada | Máxima regable |
| 5 | Alto Maule | 12.222 | 12.222 | 12.222 |
| 6 | Medio y Bajo Maule | 21.638 | 7.349 | 7.353 |
| 7 | Perquilauquén | 15.778 | 6.904 | 6.913 |
| 8 | Loncomilla | 15.566 | 7.711 | 6.491 |
| 9 | Costera sur | 15.342 | 15.342 | 15.342 |
| **DOTACIONES MEDIAS ($m^3$/ha/año)** | | **15.674** | **12.227** | **12.093** |

*Fuente: RH070 y RH080*

La observación de los resultados de la tabla anterior permite realizar los siguientes comentarios:

- El estudio de estimaciones de demanda presenta las dotaciones más elevadas, con valor medio de 15.674 $m^3$/ha/año, lo que indica una eficiencia del regadío muy baja. En el documento *Diagnóstico actual del riego y drenaje en Chile y su proyección (VII Región)*, elaborado en febrero de 2003 por la CNR (referencia SAP010), se especifican que: *"la superficie de riego en la Región es del orden de 325.000 ha de las cuales se riegan por gravedad el 97,9%, con microrriego 1,1% y con riego mecanizado mayor el 1%. Considerando una eficiencia del 35-70-85%, respectivamente, se estiman las eficiencias de riego por cuencas siguientes":*

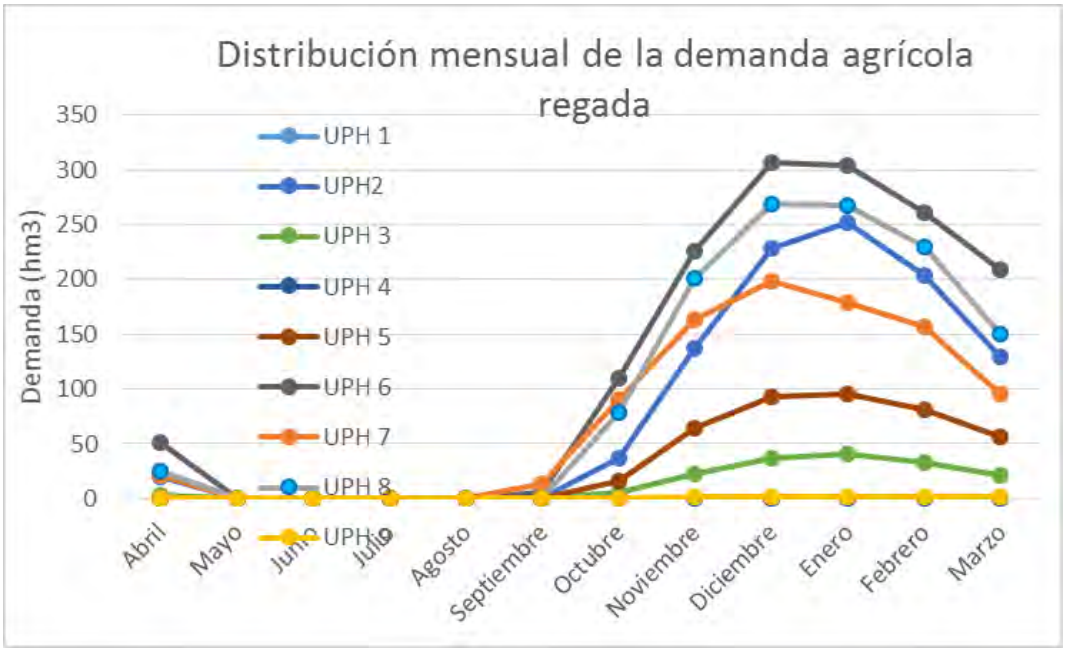
- Cuenca del río Mataquito: 37%
- Cuenca del río Maule: 36%
- Cuencas costeras (Cauquenes): 41%

- Estas dotaciones son más bajas en el Plan Director de 2008 –su ámbito en el regadío es la planicie central recorrida por el Maule Medio, Perquilauquén y Loncomilla-, en el que los valores son aproximadamente la mitad.

- El Plan Director 2008 presenta una horquilla en la demanda agraria que oscila entre 3.376,58 $hm^3$/año y 5.561,96 $hm^3$/año deducida la primera de ellas de una menor dotación para una superficie regada en 2005 similar a la del otro estudio y, la segunda de la superficie agraria total transformada, que es un 40% mayor que la del 2005.

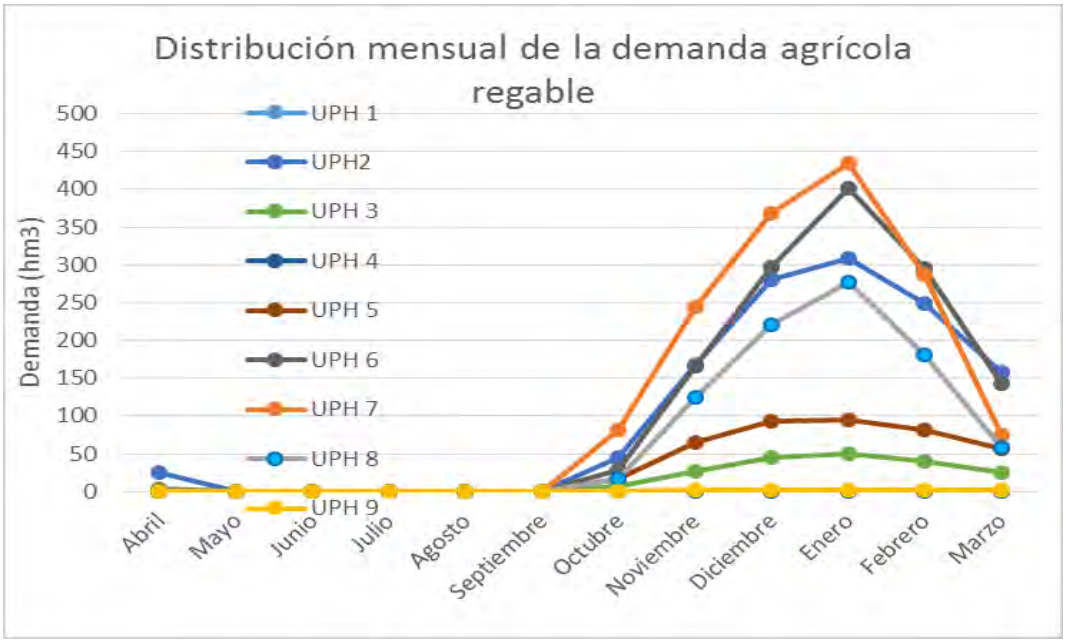
La integración de ambos estudios ha permitido obtener la distribución mensual de las demandas agrarias –tanto la regada en 2005, como la máxima regable–, que se han representado en los siguientes gráficos:

**Gráfico 3-6 Distribución mensual de la demanda agrícola regada (2005)**




*Fuente: Estimaciones de demanda de agua*

**Gráfico 3-7 Distribución mensual de la demanda agraria máxima**




*Fuente: Plan Director del Maule completada por las estimaciones de demanda*

### 3.3.1.3. Demanda agrícola actual (2015)

El *Plan Director Maule (2008)* incluye una tabla con la distribución de la superficie regable en cada una de las 104 zonas regables y para los periodos 1980-90, 1991-2006 y el área máxima regable:

- Área cultivada en el periodo 1980-90: 168 010 ha
- Área cultivada en el periodo 1991-2016: 241 407 ha
- Ratio de crecimiento anual: 1,19

Una vez distribuidas las zonas regables por UPH, se han utilizado los valores de crecimiento unitario anual a partir de los dos primeros periodos y se ha obtenido una ratio que se ha afectado a cada superficie regable de cada UPH para obtener su distribución en la situación actual de 2015. La tabla siguiente recoge estos cálculos y su comparación entre los resultados de cada estudio:

| Tabla 3-22 Superficie agraria estimada en 2015 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| UPH | | Estimaciones demanda (2007) | Plan Director Maule (2008) | | |
| Nº | DENOMINACIÓN | | Regada 2005 | Regada 2015 | Máxima regable |
| 1 | Costera norte | 205 | 205 | 205 | 205 |
| 2 | Alto Mataquito | 74.627 | 74.627 | 88.808 | 91.358 |
| 3 | Baja Mataquito | 12.100 | 12.100 | 14.399 | 14.813 |
| 4 | Costera media | 156 | 156 | 156 | 156 |
| 5 | Alto Maule | 33.352 | 33.352 | 33.352 | 33.352 |
| 6 | Medio y Bajo Maule | 68.022 | 100.036 | 119.045 | 181.252 |
| 7 | Perquilauquén | 58.216 | 54.366 | 64.697 | 215.805 |
| 8 | Loncomilla | 78.421 | 87.005 | 103.538 | 135.521 |
| 9 | Costera sur | 662 | 662 | 662 | 662 |
| **TOTAL VII REGIÓN (ha)** | | **325.761** | **362.509** | **424.862** | **673.124** |

*Fuente: RH070 y RH080*

Si a la superficie regada se le aplican las dotaciones resultantes del PD Maule (2008), resulta la demanda agraria que se indica en la tabla siguiente, distribuida por UPH:

| Tabla 3-23 Demanda agraria resultante en 2015 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| UPH | | Superficie regada 2015 (ha) | Dotación ($m^3$/ha/año) | Demanda ($hm^3$/año) |
| Nº | DENOMINACIÓN | | | |
| 1 | Costera norte | 205 | 17.327 | 3,54 |
| 2 | Alto Mataquito | 88.808 | 13.505 | 1.199,37 |
| 3 | Baja Mataquito | 14.399 | 13.505 | 194,47 |
| 4 | Costera media | 156 | 16.180 | 2,53 |
| 5 | Alto Maule | 33.352 | 12.222 | 407,62 |
| 6 | Medio y Bajo Maule | 119.045 | 7.353 | 875,29 |
| 7 | Perquilauquén | 64.697 | 6.913 | 447,26 |
| 8 | Loncomilla | 103.538 | 6.491 | 672,05 |
| 9 | Costera sur | 662 | 15.342 | 10,16 |
| **TOTAL VII REGIÓN ($hm^3$/año)** | | **424.862** | | **3.812,31** |

*Fuente: RH070 y RH080*

### 3.3.1.4. Hipótesis de demanda agraria a considerar en los balances hídricos

Para la determinación de los balances hídricos entre los recursos hídricos naturales y las demandas consuntivas, se van a considerar las dos hipótesis de demanda correspondientes a la situación actual (referida a 2015) y la demanda maximalista, que se deduce de suponer que se riega toda la superficie potencialmente regable. En la tabla siguiente se han sintetizado estos valores distribuidos por UPH, en los que en las cuencas costeras se han mantenido constantes:

**Tabla 3-24 Hipótesis de demanda agraria a considerar en los balances hídricos**

| UPH | | Demanda actual (2015) ($hm^3$/año) | Demanda maximalista ($hm^3$/año) |
|---|---|---|---|
| Nº | DENOMINACIÓN | | |
| 1 | Costera norte | 3,54 | 3,54 |
| 2 | Alto Mataquito | 1 199,37 | 1.233,81 |
| 3 | Baja Mataquito | 194,47 | 200,05 |
| 4 | Costera media | 2,53 | 2,53 |
| 5 | Alto Maule | 407,62 | 407,62 |
| 6 | Medio y Bajo Maule | 875,29 | 1.332,68 |
| 7 | Perquilauquén | 447,26 | 1.491,91 |
| 8 | Loncomilla | 672,05 | 879,65 |
| 9 | Costera sur | 10,16 | 10,16 |
| **TOTAL VII REGIÓN ($hm^3$/año)** | | **3.812,31** | **5.561,96** |

*Fuente: RH070 y RH080*

### 3.3.2. Demanda pecuaria

La demanda pecuaria se ha obtenido del documento *Estimaciones de demandas de agua y proyecciones futuras. Zona II. Regiones V a XII y Región Metropolitana*; elaborado en enero de 2007 para la DGA, con datos del año 2005. Se ha articulado a partir de la consideración de los distintos tipos de consumidores cuales son: Bovinos de carne, Bovinos de leche,

Ovinos, Caprinos, Porcinos, Equinos, Camélidos y Aves (pollos, gallos, gallinas y pavos).

De cada uno de estos consumidores se ha inventariado su población (cabezas de ganado y número de aves) y asignado la demanda anual en litros/año. La tabla siguiente recoge el valor de esta demanda distribuida por UPH, en $hm^3$/año:

**Tabla 3-25 Demanda pecuaria**

| UPH | | Estimaciones demanda (2007) |
|---|---|---|
| Nº | DENOMINACIÓN | |
| 1 | Costera norte | 0,15 |
| 2 | Alto Mataquito | 13,03 |
| 3 | Baja Mataquito | 2,11 |
| 4 | Costera media | 0,09 |
| 5 | Alto Maule | 3,39 |
| 6 | Medio y Bajo Maule | 6,80 |
| 7 | Perquilauquén | 10,84 |
| 8 | Loncomilla | 7,38 |
| 9 | Costera sur | 0,40 |
| **TOTAL VII REGIÓN ($hm^3$/año)** | | **44,19** |

*Fuente: Estimaciones de demandas de agua. Enero 2007*

Dado que se desconoce su distribución mensual, se ha considerado que es constante a lo largo del año, es decir, supone una demanda consuntiva de 3,68 $hm^3$/mes a lo largo de los doce meses del año.

En cuanto a su evolución para el futuro, dicho estudio RH070 considera que no habrá modificaciones con respecto a la situación actual, por lo que la demanda se ha mantenido constante, tanto en la situación actual de 2015 como en la maximalista.

### 3.3.3. Demanda de agua potable

#### 3.3.3.1. Demanda poblacional de referencia 2005

El abastecimiento de poblaciones –ya sea rural o urbana- comprende el uso doméstico, la provisión a servicios públicos locales e institucionales y el servicio de agua para los comercios e industrias ubicadas en el ámbito municipal que se encuentran conectadas a la red de suministro. Se consideran diversos conceptos para caracterizar la demanda:

- Volumen anual y distribución temporal de agua suministrada. El agua suministrada es el agua entregada a la población, referida al punto de captación o salida de embalse o acuífero, e incluye las pérdidas en conducciones, depósitos y distribución.
- Volumen anual y distribución temporal de agua registrada. El agua registrada es el agua suministrada a las redes de distribución, medida por los contadores, e incluye los consumos no facturados, consumos doméstico, industrial y comercial.
- Estimación de agua no registrada: es la diferencia entre el agua suministrada y la registrada. Esta diferencia puede ser debida a errores en los contadores, volumen de fugas, acometidas fraudulentas etc.
- Volumen de agua de consumo doméstico y su distribución temporal: volumen registrado exclusivamente doméstico.

Dentro del agua no registrada se agrupan las pérdidas aparentes y las pérdidas reales. Entre las primeras estarían los consumos autorizados que no se miden ni facturan (diversos usos municipales), los consumos no autorizados y las imprecisiones de los contadores. Las pérdidas reales comprenden las fugas en la red de distribución y en las acometidas, así como las fugas y vertidos en los depósitos. Los datos de partida para la estimación de demandas urbanas, en el caso de no disponer de datos reales, son la población y la dotación, a partir de los cuales se establece una metodología para la estimación de demandas urbanas totales.

Para su identificación se ha utilizado el documento *Estimaciones de demandas de agua y proyecciones futuras. Zona II. Regiones V a XII y Región Metropolitana*; elaborado en enero de 2007 para la DGA, con datos del año 2005. En este documento se aporta, para cada una de las UPH los datos de población rural y urbana –distribuida por localidad o comuna-, el origen de la fuente de suministro –superficial o subterránea-, la dotación en el caso de la población urbana y el caudal medio estimado en litros por segundo.

La metodología que se siguió en este documento fue la siguiente:

- *Para la determinación de las demandas actuales de agua potable se han utilizado dos fuentes de información: para el uso urbano se ha extraído la información de los planes de desarrollo de las empresas de servicios sanitarios, disponibles en la biblioteca de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), en tanto que para el abastecimiento Rural se ha utilizado información del Programa de Agua Potable Rural (APR) de la DOH.*

A partir de estos datos, se ha organizado la información de la forma en que se puede observar en la tabla siguiente:

**Tabla 3-26 Demanda poblacional 2005**

| UPH | | POBLACIÓN ABASTECIDA (hab) | | | DOTACIÓN (l/hab/día) | | DEMANDA (hm³/año) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | Rural | Urbana | Total | Rural | Urbana | Rural | Urbana | Total |
| 1 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 2.581 | 612 | 3.193 | 150 | 500 | 0,141 | 0,112 | 0,253 |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 34.244 | 150.471 | 184.715 | 167 | 250 | 2,087 | 13,730 | 15,818 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 27.995 | 26.567 | 54.562 | 153 | 200 | 1,563 | 1,939 | 3,503 |
| 4 | Costeras Mataquito-Maule | | 2.834 | 2.834 | | 192 | 2,681 | | 2,681 |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | | | | | | | | |

**Tabla 3-26 Demanda poblacional 2005**

| UPH | | POBLACIÓN ABASTECIDA (hab) | | | DOTACIÓN (l/hab/día) | | DEMANDA (hm³/año) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | Rural | Urbana | Total | Rural | Urbana | Rural | Urbana | Total |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 82.554 | 301.982 | 384.536 | 162 | 170 | 4,881 | 18,738 | 23,619 |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 29.808 | 73.043 | 102.851 | 150 | 276 | 1,632 | 7,356 | 8,988 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 70.805 | 114.051 | 184.856 | 150 | 204 | 3,877 | 8,484 | 12,360 |
| 9 | Costeras entre río Maule y limite Región | 3.166 | 10.989 | 14.155 | 150 | 224 | 0,173 | 0,898 | 1,072 |
| | **TOTAL** | **253.987** | **677.715** | **931.702** | | | **17,037** | **51,258** | **68,294** |

*Fuente: Estimaciones de demandas de agua. Enero 2007*

Los datos de la tabla anterior permiten realizar las siguientes observaciones:

- La población abastecida total de la VII Región del Maule ascendía a 931.702 habitantes en el año 2005, que se distribuye en un 26,96% rural y el 73,04% urbana. Esta población se concentra, básicamente en la UPH 6 de la cuenca media y baja del Maule (41%), el Alto Mataquito (20%) y la cuenca del Loncomilla (20%).
- Las dotaciones medias se sitúan en torno a 150 l/hab/día para el abastecimiento rural y superan los 220 l/hab/día en la urbana.
- La demanda se ha calculado al afectar a la población de la dotación media, y asciende a 68,29 $hm^3$/año. Esta demanda se concentra en la cuenca del Alto Mataquito (24%), la cuenca media y baja del Maule (36%) y el Loncomilla (19%), seguido de la del Perquilauquén (13%).

La garantía de suministro de agua potable, ya sea de tipo urbana o rural, es básica y prioritaria. Está relacionada con el crecimiento de la población, la renta per cápita, el tamaño de la población y el nivel de equipamiento comercial e industrial del medio urbano.

### 3.3.3.2. Demanda poblacional en la situación actual 2015

En el documento de referencia RH070 se explicita la metodología que se siguió para estimar la demanda futura a 10 y a 25 años, que fue la siguiente:

- *Para estimar las demandas futuras se han utilizado las proyecciones incluidas en los mismos planes de desarrollo, las que consideran diferentes tasas de crecimiento de la población dependiendo de la ciudad o centro urbano de que se trate. Cuando las fechas de las proyecciones requeridas no aparecían explícitamente en los planes de desarrollo, se interpoló o extrapoló a la fecha de interés. Procedimiento análogo se utilizó para cuantificar las demandas de los servicios de Agua Potable Rural.*

Siguiendo esta metodología se ha obtenido la demanda poblacional –tanto urbana como rural- para la situación actual 2015, que se sintetiza en la tabla siguiente, distribuida por UPH:

**Tabla 3-27. Demanda poblacional actual 2015**

| UPH | | POBLACIÓN ABASTECIDA (hab) | | | DOTACIÓN (l/hab/día) | | DEMANDA (hm³/año) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | Rural | Urbana | Total | Rural | Urbana | Rural | Urbana | Total |
| 1 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 3.147 | 818 | 3.965 | 150 | 500 | 0,172 | 0,149 | 0,322 |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 41.743 | 180.088 | 221.831 | 167 | 250 | 2,544 | 16,433 | 18,977 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 30.907 | 34.375 | 65.282 | 153 | 200 | 1,726 | 2,509 | 4,235 |
| 4 | Costeras Mataquito-Maule | 0 | 3.627 | 3.627 | 0 | 192 | 0,000 | 0,254 | 0,254 |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 100.633 | 361.005 | 461.638 | 162 | 170 | 5,950 | 22,400 | 28,351 |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 36.337 | 81.212 | 117.549 | 150 | 276 | 1,989 | 8,181 | 10,171 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 86.309 | 134.606 | 220.915 | 150 | 222 | 4,725 | 10,907 | 15,633 |

| Tabla 3-27. Demanda poblacional actual 2015 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| UPH | | POBLACIÓN ABASTECIDA (hab) | | | DOTACIÓN (l/hab/día) | | DEMANDA ($hm^3$/año) | | |
| Nº | Denominación | Rural | Urbana | Total | Rural | Urbana | Rural | Urbana | Total |
| 9 | Costeras entre río Maule y limite Región | 3.860 | 13.145 | 17.005 | 150 | 210 | 0,211 | 1,008 | 1,219 |
| | **TOTAL** | **302.936** | **808.876** | **1.111.812** | | | **17,319** | **61,842** | **79,162** |

*Fuente: Estimaciones de demandas de agua. Enero 2007*

Los datos de la tabla anterior permiten realizar las siguientes observaciones:

- La población abastecida total de la VII Región del Maule en la situación actual de 2015 asciende a 1.111.812 habitantes en el año 2005, que se distribuye en un 27,25% rural y el 72,75% urbana. Esta población se concentra, básicamente en la UPH 6 de la cuenca media y baja del Maule (49%), el Alto Mataquito (24%) y la cuenca del Loncomilla (24%).
- Las dotaciones medias se sitúan en torno a 150 l/hab/día para el abastecimiento rural y superan los 220 l/hab/día en la urbana.
- La demanda se ha calculado al afectar a la población de la dotación media, y asciende a 79,16 $hm^3$/año, de la que 17,32 $hm^3$/año se corresponde con la población rural y 61,84 $hm^3$/año con la urbana. Esta demanda se concentra en la cuenca media y baja del Maule (36%), la cuenca del Alto Mataquito (24%), y el Loncomilla (20%), seguido de la del Perquilauquén (13%).

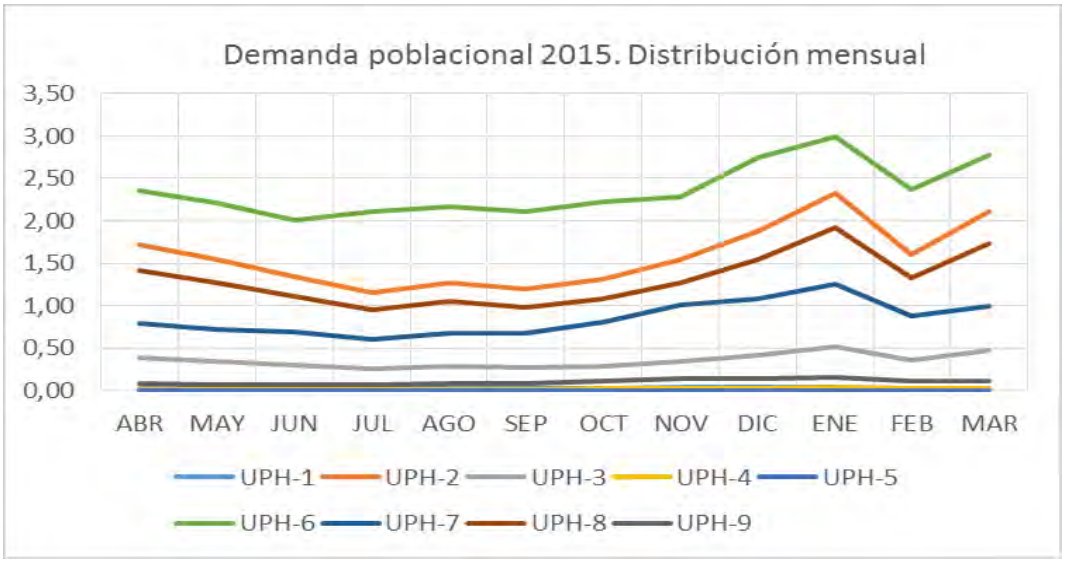
La garantía de suministro de agua potable, ya sea de tipo urbana o rural, es básica y prioritaria. Está relacionada con el crecimiento de la población, la renta per cápita, el tamaño de la población y el nivel de equipamiento comercial e industrial del medio urbano.

### 3.3.3.3. Distribución mensual de la demanda urbana

La distribución mensual de la demanda poblacional no es constante sino que presenta unos picos en los meses de primavera y verano que se deben considerar para acompasarlas de los recursos hídricos correspondientes para su suministro. En el estudio de referencia Plan Director del Maule, 2008

(RH080), se incluye una distribución mensual de la demanda poblacional para cada una de las UPH. A la demanda poblacional anual obtenida a la situación actual 2015, se le han aplicado las ratios obtenidas en el estudio de referencia para obtener la demanda poblacional al nivel mensual. Su representación gráfica se puede observar en el gráfico siguiente –donde se pone de manifiesto el pico de la demanda en los meses de noviembre a enero-, mientras que sus valores numéricos se incluyen en la tabla de la página siguiente:

**Gráfico 3-8 Distribución mensual de la demanda poblacional (2015) (hm³/mes)**




*Fuente: Elaboración propia a partir del documento RH080*

**Tabla 3-28 Distribución mensual de la demanda poblacional. Situación actual 2015**

| UPH | | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | Total anual ($hm^3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 0,020 | 0,019 | 0,019 | 0,019 | 0,020 | 0,022 | 0,028 | 0,036 | 0,038 | 0,041 | 0,031 | 0,029 | **0,322** |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 1,715 | 1,540 | 1,339 | 1,152 | 1,273 | 1,197 | 1,312 | 1,547 | 1,871 | 2,322 | 1,603 | 2,107 | **18,977** |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 0,383 | 0,344 | 0,299 | 0,257 | 0,284 | 0,267 | 0,293 | 0,345 | 0,418 | 0,518 | 0,358 | 0,470 | **4,235** |
| 4 | Costeras Mataquito-Maule | 0,016 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 0,016 | 0,017 | 0,022 | 0,029 | 0,030 | 0,033 | 0,025 | 0,023 | **0,254** |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 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** |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 2,350 | 2,216 | 2,011 | 2,104 | 2,171 | 2,109 | 2,227 | 2,287 | 2,741 | 2,993 | 2,370 | 2,772 | **28,351** |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 0,786 | 0,718 | 0,698 | 0,601 | 0,677 | 0,670 | 0,804 | 1,005 | 1,076 | 1,257 | 0,884 | 0,995 | **10,171** |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 1,413 | 1,268 | 1,103 | 0,949 | 1,049 | 0,986 | 1,081 | 1,274 | 1,541 | 1,913 | 1,320 | 1,736 | **15,633** |
| 9 | Costeras entre río Maule y limite Región | 0,076 | 0,071 | 0,072 | 0,071 | 0,076 | 0,083 | 0,105 | 0,138 | 0,144 | 0,157 | 0,118 | 0,109 | **1,219** |
| **TOTAL ($hm^3$/año)** | | **6,759** | **6,189** | **5,556** | **5,167** | **5,566** | **5,351** | **5,870** | **6,662** | **7,859** | **9,234** | **6,710** | **8,241** | **79,162** |

*Fuente: Elaboración Propia en base al documento RH080*

### 3.3.4. Demanda industrial

#### 3.3.4.1. Demanda industrial de referencia 2005

La demanda industrial se ha obtenido del documento *Estimaciones de demandas de agua y proyecciones futuras. Zona II. Regiones V a XII y Región Metropolitana (RH070)*; elaborado en enero de 2007 para la DGA, con datos del año 2005. Se ha articulado a partir de la consideración de los distintos consumos de cada tipo de industria, entre las que destacan:

- Alimentación, conservas y agroindustria.
- Producción de vinos y licores.
- Frigoríficos, mataderos y procesamiento de carnes.
- Embotelladoras y cervecerías.
- Fabricación de papel e impresos

La tabla siguiente recoge el valor de esta demanda distribuida por UPH, en $hm^3$/año:

**Tabla 3-29 Demanda industrial de referencia 2005**

| UPH | | Estimaciones demanda (2007) |
|---|---|---|
| Nº | DENOMINACIÓN | |
| 1 | Costera norte | 0,00 |
| 2 | Alto Mataquito | 25,78 |
| 3 | Baja Mataquito | 5,71 |
| 4 | Costera media | 0,00 |
| 5 | Alto Maule | 0,00 |
| 6 | Medio y Bajo Maule | 37,53 |
| 7 | Perquilauquén | 0,13 |
| 8 | Loncomilla | 43,43 |
| 9 | Costera sur | 0,00 |
| **TOTAL VII REGIÓN ($hm^3$/año)** | | **112,57** |

*Fuente: Estimaciones de demandas de agua. Enero 2007*

Como se puede observar, la actividad industrial se concentra en las dos UPH del Mataquito, en la cuenca media y baja del Maule y en la del Loncomilla. Por otra parte, la relación entre esta demanda industrial (112,57 $hm^3$/año) y la población urbana de 677 715 ha, asciende a 99 $m^3$/(hab.urbano), ratio medio que oscila entre 124 y 381 según la UPH de que se trate, y que se considerará para estimar el crecimiento de esta demanda industrial para los escenarios futuros, según las ratios que se indican en la tabla siguiente:

**Tabla 3-30 Ratios de la demanda industrial**

| UPH | | Población urbana (hab) | Demanda Industrial ($hm^3$/año) | Porcentaje (%) | Ratio (m3/hab.urb) |
|---|---|---|---|---|---|
| No | Denominación | | | | |
| 1 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 612 | | | |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 150.471 | 25,78 | 22,90 | 171 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 26.567 | 5,71 | 5,07 | 215 |
| 4 | Costeras Mataquito-Maule | 2.834 | | | |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | | | | |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 301.982 | 37,53 | 33,34 | 124 |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 73.043 | 0,13 | 0,11 | 2 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 114.051 | 43,43 | 38,58 | 381 |
| 9 | Costeras entre río Maule y limite Región | 10.989 | | | |
| | **TOTAL** | **680.549** | **112,57** | **100,00** | |

### 3.3.4.2. Demanda industrial en la situación actual 2015

A partir de las ratios obtenidas en el apartado anterior y de la población urbana para el 2015 distribuida por UPH, se ha obtenido la demanda industrial en la situación actual de 2015, según se indica en la tabla siguiente:

| Tabla 3-31 Demanda industrial en la situación actual 2015 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| UPH | | Población urbana (hab) | Ratio (m3/hab. urb) | Demanda industrial ($hm^3$/año) | Porcentaje (%) |
| Nº | Denominación | | | | |
| 1 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 818 | | | |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 180 088 | 171 | 30,85 | 27,14 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 34 375 | 215 | 7,39 | 6,56 |
| 4 | Costeras Mataquito-Maule | 3 627 | | | |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | | | | |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 361 005 | 124 | 44,86 | 39,85 |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 81 212 | 2 | 0,14 | 0,12 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 134 606 | 381 | 51,25 | 45,53 |
| 9 | Costeras entre río Maule y limite Región | 13 145 | | 0,00 | 0,00 |
| | **TOTAL** | **808.876** | | **134,50** | **100,00** |

*Fuente: Estimaciones de demandas de Agua, Enero 2007*

Dado que se desconoce su distribución mensual, se ha considerado que es constante a lo largo del año, es decir, supone una demanda consuntiva de 11,21 $hm^3$/mes a lo largo de los doce meses del año.

### 3.3.5. Demanda forestal

#### 3.3.5.1. Demanda forestal de referencia

La demanda forestal se ha obtenido del documento *Estimaciones de demandas de agua y proyecciones futuras. Zona II. Regiones V a XII y Región Metropolitana*; elaborado en enero de 2007 para la DGA, con datos del año 2005. La metodología que se siguió en este estudio para estimar la demanda forestal fue la siguiente (página 3):

> *En el caso específico de las demandas forestales, se debe señalar que la mayor parte de las plantaciones de eucaliptus son trabajadas a nivel de secano con un pequeño riego de implantación. Si bien existen algunas plantaciones de esta especie regadas en forma permanente, dicha*

*información no está catastrada lo que hace prácticamente imposible su determinación. Por esta razón se ha optado sólo por representar el riego de implementación de esta especie y hacer una distribución aproximada de su ubicación por cuencas, en función de los antecedentes disponibles.*

Por su parte, en la página 83, detalla el método seguido con el uso forestal:

*La determinación de las demandas forestales está referida específicamente a especies de álamo y eucaliptus. En el caso de la primera especie, el álamo, requiere de riegos constantes, produciéndose sobre suelos exigentes que compiten inclusive con frutales. En el segundo caso, eucaliptus, esta especie sólo requiere de un pequeño riego de implantación.*

*En el caso específico del álamo se han calculado sus demandas de acuerdo a la posición geográfica en grandes macrozonas. De esta forma, para plantaciones existentes en la V Región y Región Metropolitana los requerimientos anuales por hectárea, regada por surco con 45% de eficiencia, alcanzan a los 20 millones de $m^3$; entre la VI y VII regiones a 19,6 millones de $m^3$; en la VIII y IX regiones a 18,3 millones de $m^3$ y en la X Región a 2,14 millones de $m^3$.*

*En el caso del eucaliptus, esta especie solo requiere de un muy pequeño riego al momento de su plantación, el cual alcanza a los 2,5 litros por árbol. Debido a que la vida comercial de esta especie en promedio en Chile no supera los 20 años, se ha tomado el supuesto de que se consume sólo un veinteavo cada año de su vida útil.*

A partir de lo anterior, la demanda forestal se ha articulado a partir de la consideración de los distintos consumos de cada tipo de especie forestal –eucaliptus y álamo-, obtenida a partir de su superficie y de su dotación. Las dotaciones consideradas han sido las siguientes:

- Eucaliptus: 0,16 $m^3$/ha/año.
- Álamo: entre 19.548 y 19.788 $m^3$/ha/año.

La tabla siguiente recoge el valor de esta demanda distribuida por UPH, en $hm^3$/año:

**Tabla 3-32. Demanda forestal de referencia 2005**

| UPH | | SUPERFICIE FORESTAL (ha) | | | DEMANDA ($hm^3$/año) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | Eucaliptus | Álamo | Total | Eucaliptus | Álamo | Total |
| 1 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 1.056 | 13 | 1.069 | 0,0002 | 0,255 | 0,255 |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 3.407 | 62 | 3.468 | 0,0005 | 1,212 | 1,213 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 1.460 | 26 | 1.486 | 0,0002 | 0,520 | 0,520 |
| 4 | Costeras Mataquito-Maule | 426 | 3 | 430 | 0,0001 | 0,061 | 0,061 |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 1.195 | 12 | 1.207 | 0,0002 | 0,227 | 0,227 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 4.430 | 66 | 4.496 | 0,0007 | 1,291 | 1,292 |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 3.155 | 246 | 3.401 | 0,0005 | 4,809 | 4,809 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 1.684 | 697 | 2.381 | 0,0003 | 13,692 | 13,692 |
| 9 | Costeras entre río Maule y limite Región | 1.616 | 5 | 1.621 | 0,0003 | 0,094 | 0,095 |
| | **TOTAL** | **18.429** | **1.129** | **19.559** | **0,003** | **22,162** | **22,165** |

*Fuente: Estimaciones de demandas de agua. Enero 2007*

Los datos de la tabla anterior permiten realizar las siguientes observaciones:

- La superficie forestal de la VII Región del Maule ascendía a 19.559 ha en el año 2005, que se distribuye en un 94% de eucaliptus y el 6% restante de álamos. Estas especies se concentran, básicamente en la UPH 6 de la cuenca media y baja del Maule (23%), el Alto Mataquito (18%) y la cuenca del Perquilauquén (17%).
- Las dotaciones medias se sitúan en torno a 0,16 $m^3$/ha/año para el eucaliptus y superan los 19.548 $m^3$/ha/año en los álamos.

- La demanda se ha calculado al afectar a la superficie de cada especie por la dotación media, y asciende a 22,16 $hm^3$/año. Esta demanda se concentra en la cuenca del Loncomilla (62%), y en la del Perquilauquén (22%), que son las UPH con mayor superficie de álamos.

### 3.3.5.2. Demanda forestal en la situación actual de 2015

Para la situación actual, en el propio documento RH070 se han estimado las superficies reales de cada especie forestal a la que se le ha aplicado la dotación indicada en el apartado anterior, resultando la demanda que se indica en la tabla siguiente:

**Tabla 3-33 Demanda forestal actual 2015**

| UPH | | SUPERFICIE FORESTAL (ha) | | | DEMANDA ($hm^3$/año) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | Eucaliptus | Álamo | Total | Eucaliptus | Álamo | Total |
| 1 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 1.760 | 22 | 1.782 | 0,0003 | 0,426 | 0,426 |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 5.679 | 103 | 5.782 | 0,0009 | 2,021 | 2,022 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 2.434 | 44 | 2.478 | 0,0004 | 0,866 | 0,866 |
| 4 | Costeras Mataquito-Maule | 711 | 5 | 716 | 0,0001 | 0,102 | 0,102 |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 1.992 | 19 | 2.011 | 0,0003 | 0,378 | 0,379 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 7.385 | 110 | 7.495 | 0,0012 | 2,153 | 2,154 |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 5.260 | 409 | 5.669 | 0,0008 | 8,016 | 8,017 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 2.808 | 1.162 | 3.970 | 0,0004 | 22,825 | 22,825 |
| 9 | Costeras entre río Maule y limite Región | 2.694 | 8 | 2.702 | 0,0004 | 0,157 | 0,158 |
| | **TOTAL** | **30.722** | **1.882** | **32.604** | **0,005** | **36,944** | **36,949** |

*Fuente: Estimaciones de demandas de agua. Enero 2007*

Dado que se desconoce su distribución mensual, se ha considerado que es constante a lo largo del año, es decir, supone una demanda consuntiva de 3,08 $hm^3$/mes a lo largo de los doce meses del año.

### 3.3.6. Demanda minera

En el estudio de referencia RH070 la demanda minera no existe este tipo de demanda para el 2005, mientras que para la situación actual de 2015, la cuantifica en 0,44 $hm^3$/año concentrada en la región costera sur, es decir, en la UPH 9.

### 3.3.7. Demandas consuntivas totales de agua

#### 3.3.7.1. Hipótesis de demanda consideradas

A partir de las estimaciones de demanda realizadas en los apartados anteriores y al objeto de compararlas con los recursos hídricos para determinar los balances hídricos, se han considerado las **dos hipótesis de demandas consuntivas** siguientes:

- **Situación actual a 2015.** Se nutre de las siguientes fuentes de información:

- Estudio de referencia RH070 para las demandas pecuaria, de agua potable –tanto rural como urbana-, industrial, forestal y minera.
- Estudio de referencia RH080 para la demanda agraria para las UPH del Maule, completadas por los datos del estudio de referencia RH070 para el resto de las UPH. A partir de los datos de 2005, se han interpolado las ratios anuales hasta alcanzar los valores correspondientes a la situación actual de 2015.

- **Demanda maximalista**. Se corresponde con la demanda agraria correspondiente a la máxima superficie regable que se ha inventariado en el estudio de referencia RH080, más la actual a 2015 para el resto de demandas sectoriales:

- Estudio de referencia RH070 para las demandas pecuaria, de agua potable –tanto rural como urbana-, industrial, forestal y minera, correspondientes al año 2015.
- Estudio de referencia RH080 para la demanda agraria de la máxima superficie regable para las UPH del Maule, completadas por los datos del estudio de referencia RH070 para el resto de las UPH.

### 3.3.7.2. Demandas totales en la situación actual 2015

Con los criterios indicados en el apartado anterior, se obtiene la demanda total anual distribuida por UPH, para la situación actual, que se refleja en la Tabla 3-34.

En definitiva, la demanda consuntiva en la situación actual de 2015 de la Región VII del Maule se eleva a 4.107,55 $hm^3$/año. Como se puede observar, **la demanda agraria supone más del 92% del total** de la demanda consuntiva motivada por la alta dotación considerada. La distribución mensual de esta demanda consuntiva en la situación actual, se ha obtenido de la siguiente manera:

- Demanda agraria. La distribución que se indica en el estudio de referencia RH080, para las UPH del Maule, completada con la del estudio RH070 para el resto de cuencas.
- Demanda de agua potable. La distribución que se indica en el estudio RH080, trasladada también a las otras cuencas.
- Resto de demandas. Distribución mensual constante que no supondrá un desequilibrio en los balances, dado el escaso volumen anual que representan y la enorme proporción de la agraria sobre el resto.

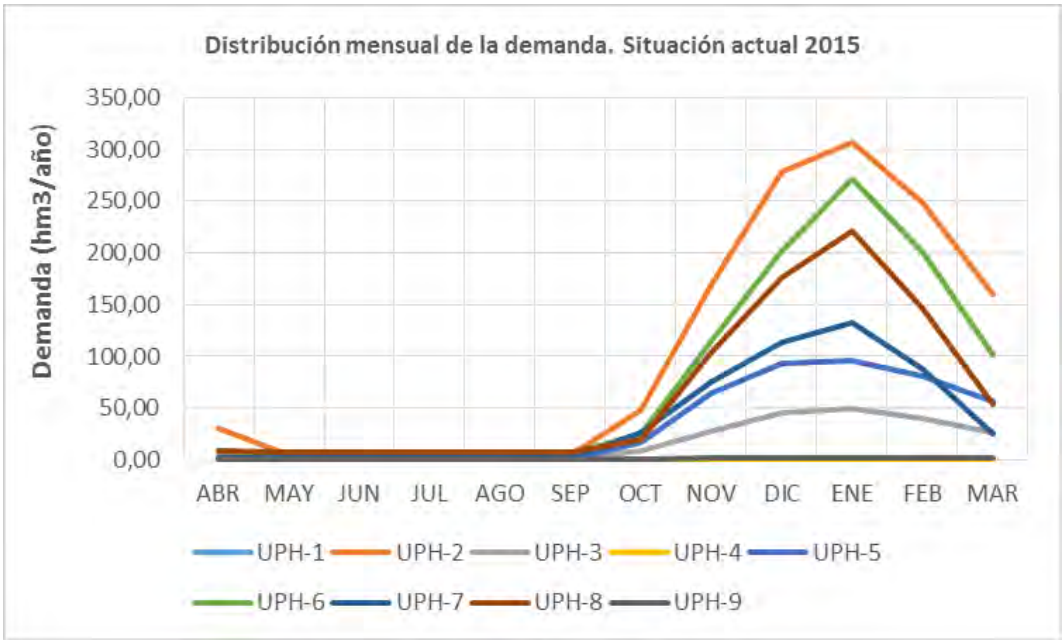
**Tabla 3-34 Demandas consuntivas totales (hm³/año). Situación actual 2015**

| UPH | | Sector consuntivo | | | | | | Total consuntiva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | Agrícola | Pecuaria | Agua potable | Industrial | Minera | Forestal | |
| 1 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 3,54 | 0,15 | 0,32 | 0,00 | | 0,43 | 4,44 |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 1.199,37 | 13,03 | 18,98 | 30,85 | | 2,02 | 1.264,25 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 194,47 | 2,11 | 4,24 | 7,39 | | 0,87 | 209,07 |
| 4 | Costeras Mataquito-Maule | 2,53 | 0,09 | 0,25 | 0,00 | | 0,10 | 2,98 |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 407,62 | 3,39 | 0,00 | 0,00 | | 0,38 | 411,39 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 875,29 | 6,80 | 28,35 | 44,86 | | 2,15 | 957,46 |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 447,26 | 10,84 | 10,17 | 0,14 | | 8,02 | 476,43 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 672,05 | 7,38 | 15,63 | 51,25 | | 22,83 | 769,15 |
| 9 | Costeras entre río Maule y limite Región | 10,16 | 0,40 | 1,22 | 0,00 | 0,44 | 0,16 | 12,38 |
| **TOTAL VII REGIÓN (hm³/año)** | | **3.812,31** | **44,19** | **79,16** | **134,50** | **0,44** | **36,95** | **4.107,55** |
| **TOTAL VII REGIÓN (%)** | | **92,81** | **1,08** | **1,93** | **3,27** | **0,01** | **0,90** | **100,00** |

*Fuente: Elaboración Propia*

Su representación gráfica se puede observar en el gráfico siguiente –donde se pone de manifiesto el pico de la demanda en los meses de regadío-, mientras que sus valores numéricos se incluyen en la tabla de la página siguiente:

**Gráfico 3-9 Distribución mensual de la demanda consuntiva (2015)(hm³/año)**




*Fuente: Elaboración propia a partir de los documentos RH070 y RH080*

**Tabla 3-35 Distribución mensual de las demandas consuntivas totales. Situación actual 2015**

| UPH | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | Anual ($hm^3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | 0,22 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,13 | 0,36 | 0,61 | 0,80 | 0,82 | 0,71 | 0,52 | 4,44 |
| **2** | 29,94 | 5,36 | 5,16 | 4,98 | 5,10 | 5,02 | 48,44 | 168,75 | 277,66 | 306,25 | 248,16 | 159,44 | 1.264,25 |
| **3** | 5,20 | 1,21 | 1,16 | 1,12 | 1,15 | 1,13 | 8,18 | 27,70 | 45,38 | 50,04 | 40,58 | 26,22 | 209,07 |
| **4** | 0,13 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,06 | 0,22 | 0,41 | 0,56 | 0,60 | 0,51 | 0,36 | 2,98 |
| **5** | 0,36 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 16,65 | 65,15 | 93,61 | 95,81 | 81,29 | 56,96 | 411,39 |
| **6** | 8,26 | 6,70 | 6,50 | 6,59 | 6,66 | 6,59 | 25,46 | 115,46 | 202,64 | 270,92 | 200,87 | 100,82 | 957,46 |
| **7** | 2,40 | 2,30 | 2,28 | 2,18 | 2,26 | 2,25 | 26,94 | 75,79 | 113,29 | 133,13 | 88,33 | 25,27 | 476,43 |
| **8** | 8,20 | 8,06 | 7,89 | 7,74 | 7,84 | 7,77 | 20,15 | 103,81 | 176,57 | 220,85 | 146,88 | 53,39 | 769,15 |
| **9** | 0,49 | 0,15 | 0,16 | 0,15 | 0,16 | 0,17 | 0,94 | 1,74 | 2,41 | 2,43 | 2,10 | 1,48 | 12,38 |
| **TOTAL** | **55,20** | **24,20** | **23,56** | **23,17** | **23,57** | **23,45** | **147,33** | **559,42** | **912,92** | **1.080,84** | **809,42** | **424,46** | **4.107,55** |

*Fuente Elaboración Propia*

### 3.3.7.3. Demanda maximalista

Se nutre de la demanda agraria correspondiente a la máxima superficie regable que se ha inventariado en el estudio de referencia RH080, más la actual a 2015 para el resto de demandas sectoriales. Con los criterios indicados en el apartado anterior, se obtiene la demanda total anual distribuida por UPH, para la situación actual, que se refleja en la Tabla 3-36.

En definitiva, la **demanda consuntiva maximalista de la Región VII del Maule se eleva a 5.857,20 hm³/año**. Como se puede observar, la demanda agraria supone el 95% del total de la demanda consuntiva motivada por la alta dotación considerada a toda la superficie regable, originada por la baja eficiencia de riego. La distribución mensual de esta demanda consuntiva en la situación actual, se ha obtenido de la siguiente manera:

- Demanda agraria. La distribución que se indica en el estudio de referencia RH080, para las UPH del Maule, completada con la del estudio RH070 para el resto de cuencas.
- Demanda de agua potable. La distribución que se indica en el estudio RH080, trasladada también a las otras cuencas.
- Resto de demandas. Distribución mensual constante que no supondrá un desequilibrio en los balances, dado el escaso volumen anual que representan y la enorme proporción de la agraria sobre el resto.

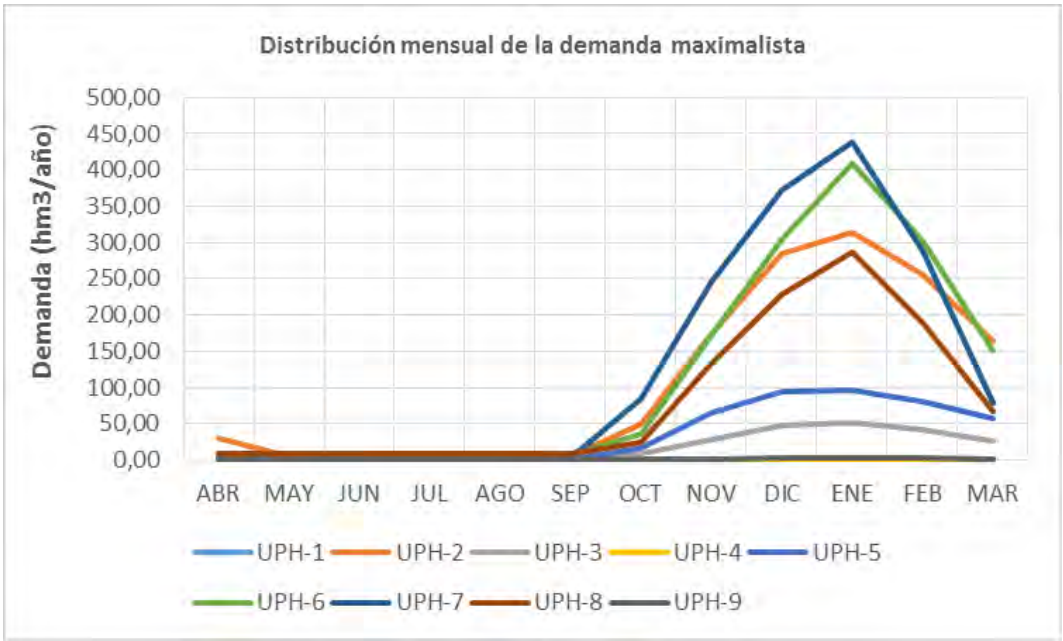
**Tabla 3-36 Demandas consuntivas totales (hm³/año). Demanda maximalista**

| UPH | | Sector consuntivo | | | | | | Total consuntiva |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | Agrícola | Pecuaria | Agua potable | Industrial | Minera | Forestal | |
| 1 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 3,54 | 0,15 | 0,32 | 0,00 | | 0,43 | 4,44 |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 1.233,81 | 13,03 | 18,98 | 30,85 | | 2,02 | 1.298,69 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 200,05 | 2,11 | 4,24 | 7,39 | | 0,87 | 214,66 |
| 4 | Costeras Mataquito-Maule | 2,53 | 0,09 | 0,25 | 0,00 | | 0,10 | 2,98 |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 407,62 | 3,39 | 0,00 | 0,00 | | 0,38 | 411,39 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 1.332,68 | 6,80 | 28,35 | 44,86 | | 2,15 | 1.414,84 |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 1.491,91 | 10,84 | 10,17 | 0,14 | | 8,02 | 1.521,08 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 879,65 | 7,38 | 15,63 | 51,25 | | 22,83 | 976,75 |
| 9 | Costeras entre río Maule y limite Región | 10,16 | 0,40 | 1,22 | 0,00 | 0,44 | 0,16 | 12,38 |
| **TOTAL VII REGIÓN (hm³/año)** | | **5.561,96** | **44,19** | **79,16** | **134,50** | **0,44** | **36,95** | **5.857,20** |
| **TOTAL VII REGIÓN (%)** | | **94,96** | **0,75** | **1,35** | **2,30** | **0,01** | **0,63** | **100,00** |

*Fuente: Elaboración Propia*

Su representación gráfica se puede observar en el gráfico siguiente –donde se pone de manifiesto el pico de la demanda en los meses de regadío-, mientras que sus valores numéricos se incluyen en la tabla de la página siguiente:

**Gráfico 3-10 Distribución mensual de la demanda consuntiva (2015) (hm³/año)**




*Fuente: Elaboración propia a partir de los documentos RH070 y RH080*

**Tabla 3-37 Distribución mensual de las demandas consuntivas totales. Situación actual 2015**

| UPH | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | Anual ($hm^3$) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **1** | 0,22 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,07 | 0,13 | 0,36 | 0,61 | 0,80 | 0,82 | 0,71 | 0,52 | 4,44 |
| **2** | 30,64 | 5,36 | 5,16 | 4,98 | 5,10 | 5,02 | 49,68 | 173,44 | 285,47 | 314,87 | 255,13 | 163,85 | 1.298,69 |
| **3** | 5,32 | 1,21 | 1,16 | 1,12 | 1,15 | 1,13 | 8,38 | 28,46 | 46,64 | 51,44 | 41,71 | 26,94 | 214,66 |
| **4** | 0,13 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,06 | 0,22 | 0,41 | 0,56 | 0,60 | 0,51 | 0,36 | 2,98 |
| **5** | 0,36 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 16,65 | 65,15 | 93,61 | 95,81 | 81,29 | 56,96 | 411,39 |
| **6** | 9,00 | 6,70 | 6,50 | 6,59 | 6,66 | 6,59 | 35,26 | 172,25 | 304,75 | 408,58 | 302,25 | 149,71 | 1.414,84 |
| **7** | 2,46 | 2,30 | 2,28 | 2,18 | 2,26 | 2,25 | 84,29 | 246,77 | 371,68 | 437,44 | 288,88 | 78,27 | 1.521,08 |
| **8** | 8,20 | 8,06 | 7,89 | 7,74 | 7,84 | 7,77 | 23,94 | 133,39 | 228,54 | 286,39 | 189,74 | 67,25 | 976,75 |
| **9** | 0,49 | 0,15 | 0,16 | 0,15 | 0,16 | 0,17 | 0,94 | 1,74 | 2,41 | 2,43 | 2,10 | 1,48 | 12,38 |
| **TOTAL** | **56,83** | **24,20** | **23,56** | **23,17** | **23,57** | **23,45** | **219,72** | **822,22** | **1.334,47** | **1.598,36** | **1.162,32** | **545,34** | **5.857,20** |

*Fuente: Elaboración Propia*

## 3.4. Revisión de Balance de Oferta y Demanda de Agua

### 3.4.1. Oferta de agua

La cantidad total de la oferta de agua en cada una de las Unidades de Planificación Hídrica se ha obtenido por agregación de las cuencas hidrográficas que las constituyen cuyos valores se obtuvieron de los estudios hidrológicos más recientes sobre esta materia. En concreto, se ha utilizado los siguientes documentos básicos:

- Para la cuenca del Maule: Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos de la cuenca del Maule. Actualización del modelo de operación del sistema y formulación del Plan, de mayo de 2008 (RH080). Elaborado para la DGA. Luis Arrau del Canto. Consultores en Ingeniería Hidráulica y de Riego. Aporte medio del sistema (escorrentía total).

- Para la cuenca del Mataquito: Diagnóstico de caudales disponibles en cuencas no controladas de recuperación cuencas de Maule, Mataquito y Rapel (RH090); elaborado en 2008 para la CNR. GCF Ingenieros Ltda. Aporte medio del sistema (escorrentía total).

Las cuencas costeras suponen en torno al 10% de la superficie total de la Región y disponen de recursos hídricos muy escasos. Sus valores se han obtenido del documento Diagnóstico de recursos hídricos en secano interior y costero VI a VIII Región (RH020); elaborado en noviembre de 2003 para la CNR. AC Ingenieros Consultores Ltda. Aporte medio del sistema (escorrentía total).

Por ejemplo, en el caso de las unidades de planificación comprendidas dentro de la cuenca del Maule (UPH 5, 6, 7 y 8), la determinación de la oferta total se obtuvo al considerar el cuadro 6.1.1.4-4, CAUDALES PROMEDIO, APORTES NATURALES Y CUENCAS LATERALES (m3/s), que expresa los caudales ajustados para los nodos considerados en el modelo MAGIC MAULE, ya sean

de Aportes Naturales (AN), o Cuencas Laterales (CL). A continuación se presenta un ejemplo en la tabla siguiente.

**Tabla 3- 38 Distribución mensual de las demandas consuntivas totales. Situación actual 2015**

| Código | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cl-1** | 0,777 | 4,272 | 12,905 | 16,827 | 14,392 | 9,612 | 4,775 | 1,940 | 0,714 | 0,278 | 0,152 | 0,299 |
| **Cl-2** | 0,774 | 5,131 | 12,783 | 15,263 | 13,036 | 9,090 | 4,865 | 2,069 | 0,755 | 0,288 | 0,139 | 0,258 |
| **CL-3** | 0,771 | 3,815 | 11,730 | 16,811 | 14,485 | 9,352 | 4,336 | 1,674 | 0,641 | 0,258 | 0,164 | 0,320 |
| **AN-4** | 2,814 | 16,752 | 37,819 | 44,666 | 37,771 | 27,068 | 15,686 | 7,147 | 2,804 | 1,067 | 0,51 | 0,761 |
| **Cl-5** | 0,886 | 5,567 | 14,461 | 19,392 | 17,031 | 11,004 | 5,245 | 2,059 | 0,739 | 0,310 | 0,176 | 0,325 |
| **Cl-6** | 0,058 | 0,358 | 0,941 | 1,227 | 1,060 | 0,694 | 0,333 | 0,133 | 0,051 | 0,020 | 0,011 | 0,023 |
| **CL-7** | 0,030 | 0,150 | 0,486 | 0,719 | 0,618 | 0,392 | 0,187 | 0,073 | 0,028 | 0,011 | 0,009 | 0,014 |
| **Cl-8** | 0,632 | 3,888 | 10,346 | 13,125 | 11,193 | 7,680 | 4,099 | 1,720 | 0,652 | 0,254 | 0,131 | 0,209 |
| **Cl-9** | 0,013 | 0,057 | 0,195 | 0,296 | 0,251 | 0,159 | 0,076 | 0,029 | 0,011 | 0,005 | 0,003 | 0,006 |
| **Cl-10** | 0,096 | 0,482 | 1,373 | 1,876 | 1,657 | 1,086 | 0,525 | 0,205 | 0,081 | 0,032 | 0,019 | 0,035 |
| **CL-11** | 0,023 | 0,111 | 0,367 | 0,546 | 0,468 | 0,295 | 0,140 | 0,054 | 0,021 | 0,008 | 0,007 | 0,011 |
| **CL-12** | 0,096 | 0,561 | 1,482 | 1,940 | 1,657 | 1,126 | 0,604 | 0,253 | 0,098 | 0,038 | 0,021 | 0,030 |
| **AN-13** | 0,564 | 3,670 | 9,378 | 12,662 | 11,127 | 1,126 | 3,434 | 1,348 | 0,475 | 0,202 | 0,113 | 0,200 |

*Fuente: Plan Director de la Cuenca del Río Maule, 1998, DGA.*

Para la determinación de los aportes naturales TOTALES, se clasificó cada nodo según la UPH a la que corresponde, y se calculó el volumen de agua anual, multiplicando el caudal promedio mensual por el número de días de cada mes. De esta forma se construyó la Tabla 3-11 del informe de Etapa 2, que da cuenta de 17.990 hm3/año para la cuenca del río Maule en su totalidad. Como se indicó, se procedió de manera similar en la cuenca del río Mataquito.

**Tabla 3-39 Resumen de los recursos hídricos en la VII Región del Maule (año medio)**

| Nº | UPH | Recursos naturales totales ($hm^3$/año) | | Acuíferos ($hm^3$/año) | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Parciales | Acumulados | Recarga | Reserva |
| 1 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 119 | 119 | 16 | 75 |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 4.619 | - | 716 | 18.969 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 911 | 5.530 | 256 | 2.056 |
| 4 | Costeras Mataquito-Maule | 211 | 211 | 15 | 44 |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 7.451 | - | 40 | 17 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 3.658 | 17.990 | 430 | 1.088 |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 2.348 | - | 933 | 2.921 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 4.533 | - | 594 | 2.066 |
| 9 | Costeras entre río Maule y límite Región | 324 | 324 | 79 | 283 |
| **TOTAL VII REGIÓN ($hm^3$/año)** | | **24.174** | **24.174** | **3.079** | **27.519** |

*Fuente: Elaboración Propia*

### 3.4.2. Análisis de la recarga de acuíferos

Al objeto de analizar los valores de la recarga subterránea estimada en el presente estudio, frente a los anteriormente evaluados y utilizados en otros estudios hidrogeológicos realizados en la Región del Maule, se ha realizado el análisis comparativo, que a continuación se expone (Tablas 2-40 y 2-41), independizado para los 16 acuíferos diferenciados y caracterizados hidrogeológicamente en las 9 UPH en las que se ha subdividido la Región del Maule, para la mejor gestión de sus recursos hídricos totales.

Teniendo en cuenta los criterios aplicados en el presente estudio (PMRH del Maule), para la cuantificación de la recarga subterránea que se produce anualmente, como media, en los acuíferos de la Región, se ha visto que, en algunos casos, es difícil el poder establecer el análisis comparativo entre las recargas estimadas anteriormente y las valoradas ahora, para los actuales acuíferos diferenciados, ya que los criterios hidrológicos e hidrogeológicos aplicados en estudios anteriores redactados, difieren de los aplicados en el presente estudio.

Los criterios hidrogeológicos considerados, en la evaluación de la recarga subterránea, han sido los siguientes:

- En este estudio, se han identificado acuíferos que hasta el momento no se habían considerado como tales en los anteriores estudios realizados, como son los situados en dos de las tres cuencas costeras (acuíferos A1, A15 y A16) y algunos otros de los localizados en las cuencas del Mataquito (acuíferos A2 y A6) y Maule (parte del acuífero A11). En otros casos, como ocurre en el conjunto de la cuenca hidrográfica del río Maule, la diferenciación de 25 acuíferos que se había hecho anteriormente, por necesidades de cálculo en la aplicación del Modelo MAGIC (ver doc. RH080, del 2008), no coinciden en sus límites hidrogeológicos con los 7 acuíferos diferenciados en el presente estudio (acuíferos A8, A9, A10, A11, A12, A13 y A14). Ver Mapa de Acuíferos de la Región del Maule (Nº 2-3)

En el MAGIC, el criterio seguido para la diferenciación de los acuíferos dentro de los límites hidrográficos de la Cuenca del Maule, fue el de delimitar un determinado acuífero asociado a cada una de las cuencas y subcuencas hidrológicas discretizadas en la modelización hidrológica realizada, sin tener en cuenta sus posibles límites hidrodinámicos, a efectos de estimar de manera independiente el balance total −aguas superficiales-subterráneas− por subcuencas. Mientras que en el actual estudio, del PMRH del Maule, lo que se ha efectuado ha sido una división de acuíferos, dentro de cada una de las nueve UPH delimitadas en la Región, teniendo en cuenta criterios hidrogeológicos (diferencias litológicas y estructurales) e hidrodinámicos (continuidad o no en la circulación del agua subterránea) dentro de cada acuífero.

- Para la estimación de la recarga subterránea, en el presente estudio, se ha partido de la **precipitación media anual** registrada en la Región, de acuerdo con el Mapa de Isoyetas elaborado por la DGA (doc. RH155 *Estimación preliminar de las Recargas de Agua Subterránea y Determinación de los Sectores Acuíferos de Aprovechamiento Común en las Cuencas de las Regiones del Maule, Biobío, La Araucanía, Los Rios y Los Lagos,* realizado por la DGA en 2014, en el que se utiliza el mapa de isoyetas de la Región del Maule realizado en el *Balance Hídrico de Chile*, DGA 1987(y del que se ha dispuesto de la capa SIG elaborada en el año 2006.

- A la precipitación media anual (Pm) estimada para el conjunto de la extensión superficial de cada uno de los 16 acuíferos, se le ha aplicado un determinado **coeficiente de infiltración**, teniendo en cuenta la propia litología del acuífero y sus características de permeabilidad, en base a

experiencias contrastadas de estudios hidrogeológicos realizados en España, mediante la utilización del Modelo APLIS[9].

A los acuíferos carbonatados, con permeabilidad debida a fenómenos de fisuración y carstificación, se les ha aplicado un coeficiente de infiltración del 30% de Pm; a los acuíferos detríticos (aluviales y coluviales) y a los piroclastos volcánicos de la Depresión Intermedia, con permeabilidad debida a la porosidad intergranular de los materiales y, a veces, en el caso de las rocas volcánicas, también a procesos de fisuración y fracturación, el coeficiente de infiltración aplicado ha sido del 25% de Pm[10].

- En los 16 acuíferos caracterizados, salvo en dos del Mataquito (conjunto A3-A4 y A5) que fueron modelizados matemáticamente en el año 2012 (doc. RH130 *Estudio Hidrogeológico del Río Mataquito*, DGA 2012), sólo se ha estimado como recarga subterránea la directa, ocasionada a partir de la infiltración que se origina de la precipitación media que anualmente se registra sobre la superficie de sus afloramientos, sin tener en cuenta otras fuentes de posible recarga subterránea, como pudieran ser: la infiltración de parte del agua superficial que circula por los ríos, al atravesar la superficie de los acuíferos, en los tramos en los que estos son perdedores, la

[9] Modelo APLIS: metodología para la cuantificación y zonación espacial de la recarga en acuíferos preferentemente carbonatados, y aplicado también en casos de acuíferos detríticos sedimentario. Grupo de Hidrogeología de la Universidad de Málaga, España.

[10] En el Modelo Matemático del Acuífero "Teno-Lontué", en la Cuenca Alta del Mataquito (doc. RH130, del 2012), se le aplica similar tratamiento hidrogeológico e hidrodinámico a los dos sectores litológicos de los que se compone este acuífero, el del Norte, constituido por las rocas piroclásticos volcánicas (acuífero A3 de los delimitados en el PMRH del Maule), y el del Sur, correspondiente a los sedimentos detríticos aluviales y coluviales asociados a la dinámica fluvial de los cursos bajos de los ríos Teno y Lontué (acuífero A4).

percolación del agua de riego y pérdidas de agua de los canales, así como los aportes que, como aguas superficiales y subterráneas, se producen desde los relieves topográficos que circundan a los acuíferos.

Las razones para no estimar estas otras recargas complementarias han sido: la falta de datos hidrogeológicos (aforos diferenciales en los tramos de ríos que atraviesan los acuíferos, mapas de isopiezas de borde, valoración de los caudales destinados a riegos, etc.) para haber podido valorar estas recargas adicionales con cierto rigor, así como el considerar que, al ser todos estos posibles aportes subterráneos parte del mismo ciclo hídrico integral de la cuenca, sin tener en cuenta las distintas fases del mismo –superficial y subterráneo – el agua subterránea que no se utiliza vuelve directamente a los ríos, integrándose en el conjunto de los recursos hídricos de la UPH, que es la que en definitiva ha sido la unidad hidrológica que se ha tenido en cuenta a la hora de determinar el balance anual de los recursos hídricos naturales totales de la Región del Maule .

En definitiva, el balance estimado de los 16 acuíferos caracterizados sería un balance simplificado que, a efectos prácticos, como, aun así, todos ellos son excedentarios, el resto del agua subterránea que podría recargarse en los mismos, a partir de estos otros factores mencionados, pasaría directamente a salir como drenaje natural hacia los cauces de los ríos, como lo demuestra el hecho de los afloramientos de aguas subterráneas detectados en los cauces bajos de los ríos Mataquito, Claro, Maule, Loncomilla y Perquilauquén (doc. RH080 del 2008 y RH100 del 2010); además de otras salidas, más difusas, que se pudiesen estar originando a estos y otros cauces de las cuencas. Por ello, la estimación de la recarga subterránea cuantificada en el presente estudio sería una cifra mínima, lo que nos sitúa en el lado de la seguridad frente a la disponibilidad de la oferta hídrica en las aguas subterráneas de la Región.

- En los acuíferos de la Cuenca del Mataquito, Teno-Lontué y Bajo Mataquito, que coinciden con los acuíferos A3-A4 y A5, respectivamente, la recarga subterránea considerada en el presente estudio ha sido la misma que se determinó en el Modelo Matemático realizado en estos dos acuíferos en el año 2012 (doc. RH130), en donde se utilizan cifras correspondientes a todos los factores de recarga que se pueden dar en los acuíferos (infiltración de la lluvia, de los ríos, perdidas en riegos y canales, aportes laterales y subterráneos desde otros sectores colindantes), determinadas a partir de la aplicación de un modelo de simulación hidrológica simplificado, en el que se tuvieron en cuenta estos parámetros. Dado que estos datos de recarga subterránea han sido contrastados al calibrar el modelo matemático de los dos acuíferos, se ha considerado que eran los mejores y más fiables valores de recarga subterránea para considerar en el presente estudio.

  Sin embargo, en el caso del acuífero de Teno-Lontué, el valor aplicado de recarga, de 482,64 $hm^3$/año, no es el mismo que el estimado en otros dos Informes Técnicos también redactados por la DGA, en 2011 y 2014 (ver doc. RH185 *Evaluación de la Disponibilidad de Recursos Hídricos Subterráneos en el sector acuífero de Teno-Lontué*, DGA 2015), en el que se indican valores de 501,42 y 362,66 $hm^3$/año, respectivamente, de oferta hídrica (volumen sustentable) para este acuífero. Ver datos incluidos en la Tabla 3-40.

- En el conjunto de la Cuenca del Maule, en el presente estudio, se han diferenciado 7 acuíferos (del A8 al A14), frente a los 25 (AC1 a AC25) que se utilizaron en la Modelización del MAGIC (doc. RH080). La correspondencia hidrogeológica entre ambos grupos de acuíferos ha sido, en algunos de ellos, difícil de asociar, ya que en el caso del estudio del MAGIC algunos de los acuíferos se distribuyen entre dos UPH de las delimitadas en el presente PMRH del Maule. Haciendo un ejercicio de aproximación, en la Tabla 3-41 se refleja una correspondencia orientativa entre ambas clasificaciones.

Para el análisis comparativo de las recargas subterráneas que se originan en los 7 acuíferos del Maule, se han utilizado dos de los estudios anteriormente realizados en la zona: el citado RH080 *Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos de la Cuenca del río Maule. Fase II: Actualización del Modelo de operación del sistema y formulación del Plan*, realizado por la DGA en 2008, en el que en su apartado 9.4.5, Cuadro 9.4.5-1, se exponen los flujos de entrada (recarga) y de salida estimada para cada uno de los 25 acuíferos; y el RH150 *Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos. Sectores acuíferos Maule Medio Norte y Maule Medio Sur*, DGA 2014, en el que en la cuenca del Maule se delimitan dos grandes sectores acuíferos, "Maule Norte" y "Maule Medio Sur". Los valores de recarga de ambos estudios, frente a los evaluados en el presente informe, se exponen en la Tabla 3-41.

Como puede observarse, en el caso del estudio **RH030**, los valores estimados son muy superiores a los calculados en el presente PMRH del Maule, mientras que en el caso del estudio **RH150**, las cifras obtenidas son prácticamente las mismas para el sector del Maule Norte (del orden de 470 $hm^3$/año), mientras que quedan algo más elevadas, en la actualidad, para la suma de los acuíferos ubicados en el Maule Medio Sur (1.527 $hm^3$/año frente a 1.356 $hm^3$/año del RH150)

# Tabla 3-40 Comparativo de recarga Subterránea en UPH de las cuencas del rio Mataquito y Costeras

| CUENCAS | UPH | ACUÍFEROS | | | RECARGA PMRH REGIÓN DEL MAULE | | | RECARGA ESTUDIOS ANTERIORES | | | | Diferencia entre las recargas (3) hm³/año |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Cod. | Cod. | Nombre | Área km² | Prcipitación media (1) mm/año | Infiltración (% Pm) | Recarga Subterránea hm³/año (2) | Ref. Estudio (cod. Asignado) | Año realización/ Organismo | Recarga Subterránea hm³/año | Observaciones | |
| Costera Norte | 1 | A1 | Jurásico y Triásico costera norte | 75,48 | 700 | 30 | 15,85 | Sin estudio anterior realizado | | | | 15,85 |
| Rio Mataquito | 2 | A2 | Cretácicos y jurásicos cuenca alta del río Teno | 389,67 | 2.000 | 30 | 233,82 | Sin estudio anterior realizado | | | | 233,82 |
| | | A3 | Aluvial de los ríos Teno y Lontué | 684,94 | 1.909 | Tratados conjuntamente en el Modelo Matemático realizado en 2012 | 482,64 | Informe Técnico | 2011/ DGA | 501,42 | | -18,78 |
| | | | | | | | | RH130 | 2012/ DGA | 482,64 | Modelo Matemático | 0,00 |
| | | A4 | Formación volcánica sector norte de Depresión Intermedia | 244,17 | | | | Informe Técnico Nº 360 | 2014/ DGA | 362,66 | | 119,98 |
| | 3 | A5 | Aluvial del bajo Mataquito | 225,32 | 700 | Datos Modelo Matemático | 192,51 | RH130 | 2012/ DGA | 192,51 | Modelo Matemático | 0,00 |
| | | A6 | Jurásico y Triásico bajo Mataquito | 300,86 | 700 | 30 | 63,21 | Sin estudio anterior realizado | | | | 63,21 |
| Costera Centro | 4 | A7 | Detrítico franja costera central | 141,71 | 700 | 15 | 14,91 | RH018 | 2002/ IICA | 7,43 | | 7,48 |
| Costera Sur | 9 | A15 | Cretácico costera sur | 238,45 | 700 | 30 | 49,98 | Sin estudio anterior realizado | | | | 49,98 |
| | | A16 | Detrítco franja costera sur | 165,35 | 700 | 25 | 28,87 | Sin estudio anterior realizado | | | | 28,87 |
| | TOTAL | | | 9.894,50 | | | 1.081,79 | | | | | |

.(1) **Preciptación media de la cuenca**, obtenida del Mapa de Isoyetas de la Región del Maule (Balance Hídrico de Chile, DGA 1987)

.(2) **Recarga acuíferos**, obtenida de multiplicar la Pm por el % de infiltración

.(3) **Diferencia entre las recargas:** valores negativos, cuando la recarga estimada en el PMRH del Maule es inferior a la determinada en otros estudios anteriores realizados

# Tabla 3-41 Comparativo de Recarga Subterránea en UPH de la Cuenca del Maule

| CUENCAS | UPH | ACUÍFEROS | | | RECARGA PMRH REGIÓN DEL MAULE | | | RECARGA ESTUDIOS ANTERIORES | | | | Diferencia entre las recargas (3) hm³/año | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | Estudio RH150 | | Estudio RH080 | | | |
| | Cod. | Cod. | Nombre | Área km² | Prcipitación media (1) mm/año | Infiltración (% Pm) | Recarga Subterránea hm³/año (2) | Acuíferos | Recarga hm³/año | Acuíferos | Recarga hm³/año | RH150 | RH080 |
| Rio Maule | 5 | A8 | Aluvial del Alto Maule | 78,59 | 2.000 | 25 | 39,50 | Maule Norte | 473,04 | Integrado en el AC-7 | | -3,68 | |
| | 6 | A9 | Formación volcánica sector central Depresión Intermedia | 1.444,36 | 850 | 25 | 306,85 | | | Acuíferos AC-1, AC-2, AC-3 y el 70% de AC-4 y AC-5 | 1.166,20 | | -859,35 |
| | | A10 | Aluvial-coluvial sector central Depresión Intermedia | 353,19 | 850 | 25 | 75,01 | | | El 30% de AC-4, AC-5 y el 20% de AC-7 , AC-8 | 503,31 | | -428,30 |
| | | A11 | Aluvial del Bajo Maule | 239,79 | 800 | 25 | 48,00 | | | Parte del AC-7, AC-8 y AC-25 | | | |
| | 7 | A13 | Formación volcánica sector sur Depresión Intermedia | 1.874,91 | 1.150 | 25 | 538,78 | Maule Medio Sur | 1.356,04 | Acuíferos AC-12, AC-13, AC-14, AC-19, AC-20, AC-21y AC-22 | 1.429,53 | 170,87 | -890,75 |
| | | A14 | Aluvial-coluvial extremo meridional Depresión Intermedia | 1.370,97 | 1.150 | 25 | 394,16 | | | Acuíferos AC-15, AC-16 y el 80% del AC-18 | 925,58 | | -531,42 |
| | 8 | A12 | Aluvial-coluvial sector sur Depresión Intermedia | 2.066,75 | 1.150 | 25 | 593,97 | | | El 70% de AC-7, AC-8; completos el AC-9, AC-10, AC-23 y AC-24; y el 50% de AC-11 | 1.913,60 | | -1.319,63 |
| | TOTAL | | | 9.894,50 | | | 1.996,27 | | 1.829,08 | | 5.938,23 | | |

.(1) **Preciptación media de la cuenca**, obtenida del Mapa de Isoyetas de la Región del Maule (Balance Hídrico de Chile, DGA 1987)

.(2) **Recarga acuíferos**, obtenida de multiplicar la Pm por el % de infiltración

.(3) **Diferencia entre las recargas:** valores negativos, cuando la recarga estimada en el estudio es inferior a la determinada en otros estudios anteriores realizados

**RH150** *Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos. Sectores acuíferos Maule Medio Norte y Maule Medio Sur* , DGA 2014

**RH080** *Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos de la Cuenca del río Maule. Fase II: Actualiza-ción del Modelo de operación del sistema y formulación del Plan, r* ealizado por la DGA en 2008

### 3.4.3. Derechos de agua no consuntivos

Se propuso el concepto de Caudal No Consuntivo equivalente (CNCe) con el propósito de comparar los derechos de aprovechamientos de agua no consuntivos con los derechos consuntivos, y así reflejar de manera más fidedigna la disponibilidad real de agua.

La complicación que surge al considerar los derechos no consuntivos es que dado que un mismo caudal se puede otorgar varias veces en un cauce (como ocurre en la actualidad), no es posible sumarlos directamente. Por esta razón, se propuso un indicador denominado caudal no consuntivo equivalente, que corresponde a la suma ponderada de los derechos no consuntivos, multiplicados la distancia establecida para su restitución, y el total dividido por la longitud del cauce, de la forma:

$$CNCe\ \left(\frac{m3}{s}\right) = \frac{\sum qi\ di}{L}$$

Donde

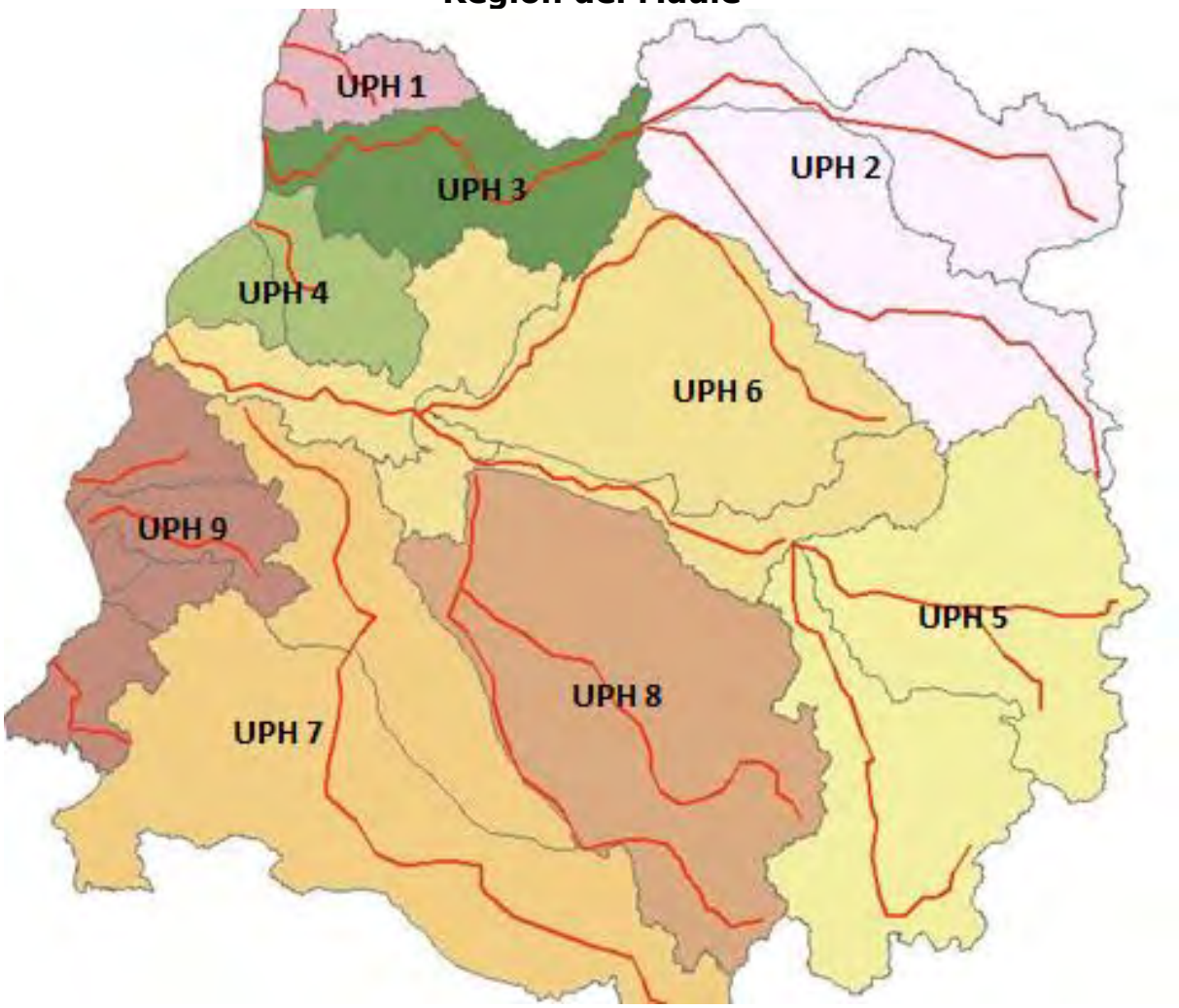
qi = caudal del derecho no consuntivo, expresado en m3/s

di = distancia entre el punto de captación y el de restitución (metros), según se consigna en el CPA

L = Longitud del cauce principal en la subcuenca, expresada en metros.

La longitud del cauce en cada Unidad de Planificación hidrológica se determinó para los cauces principales, según se establece en la figura siguiente:

**Mapa 3- 6 Simplificación de los Cauces Principales de las UPH Región del Maule**




*Fuente: Elaboración Propia*

Y las longitudes determinadas en cada caso son las siguientes:

**Tabla 3 42 Longitud de Cauces Principales Aproximadas**

| UPH | Longitud de cauce (L), expresada en metros (m) |
|---|---|
| UPH-1 | 0 |
| UPH-2 | 226.259 |
| UPH-3 | 99.599 |
| UPH-5 | 200.198 |
| UPH-6 | 271.524 |
| UPH-7 | 183.188 |
| UPH-8 | 225.097 |
| UPH-9 | 92.124 |
| **Total general** | **1.297.989** |

*Fuente: Elaboración Propia*

Con los antecedentes anteriores se determinó el Caudal NC equivalente, en m3/s, para cada UPH.

**Tabla 3 43 Caudal No Consuntivo Equivalente de Cauces Principales Aproximadas.**

| UPH | Longitud de cauce (m) | Σ qi*di (m3/s*m) | CNCe (m3/s) |
|---|---|---|---|
| UPH-1 | 0 | 0 | 0,00 |
| UPH-2 | 226.259 | 3.281.183 | 14,50 |
| UPH-3 | 99.599 | 119 | 0,00 |
| UPH-5 | 200.198 | 7.044.997 | 35,19 |
| UPH-6 | 271.524 | 9.436.816 | 34,75 |
| UPH-7 | 183.188 | 754.689 | 4,12 |
| UPH-8 | 225.097 | 2.506.476 | 11,14 |
| UPH-9 | 92.124 | 9.311 | 0,10 |

*Fuente: Elaboración Propia*

En complemento, se estimó el caudal equivalente en $hm^3$/año, para compararlo con el balance de masas.

| Tabla 3- 44 Comparación No Consuntivo Caudal Equivalente, Balance de Masas (ordenados por cuenca) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **UPH** | **CNCe ($m^3/s$)** | **CNCe ($hm^3$/año)** | **Balance de Masas ($hm^3$/año)** | **% volumen "utilizado"** |
| UPH-1 | 0,00 | 0,00 | 119,00 | 0,0% |
| UPH-2 | 14,50 | 457,27 | 4.619,00 | 9,9% |
| UPH-3 | 0,00 | 0,00 | 911,00 | 0,0% |
| UPH-4 | 0,00 | 0,00 | 211,00 | 0,0% |
| UPH-5 | 35,19 | 1.109,75 | 7.451,00 | 14,9% |
| UPH-6 | 34,75 | 1.095,88 | 3.658,00 | 30,0% |
| UPH-7 | 4,12 | 129,93 | 2.348,00 | 5,5% |
| UPH-8 | 11,14 | 351,31 | 4.533,00 | 7,7% |
| UPH-9 | 0,10 | 3,15 | 324,00 | 1,0% |

*Fuente: Elaboración Propia*

## 3.5. INFRAESTRUCTURAS DE REGULACIÓN Y TRASVASES

### 3.5.1. Presas de embalse

En el cuadro siguiente se pueden observar las presas de embalse que almacenan y regulan parte de las aguas superficiales, así como las lagunas naturales aprovechadas para la gestión de los recursos hídricos:

| Tabla 3-45 Relación de embalses en la VII Región distribuidos por UPH | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **UPH** | **Subcuencas Planificación** | **Río** | **Embalses y lagunas** | **Capacidad ($hm^3$)** | **Volumen de alerta por sequía $hm^3$)** | **Relación (cap/aler)** |
| 1 | Cuenca Costera norte | | **Vichuquén** | 95 | | |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | Río Teno | **Planchón** | 73 | | |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | Río Maule Alto (hasta antes junta Río Melado) | **Laguna Invernada** | 174* | 13,00 | 13,38 |
| | | | **Laguna del Maule** | 1.420** | 170,00 | 8,35 |
| | | Río Guaiquivilo | **Laguna Dial** | Sin datos | | |
| | | Río Melado | **Melado** | 134* | 116,00 | 1,16 |

**Tabla 3-45 Relación de embalses en la VII Región distribuidos por UPH**

| UPH | Subcuencas Planificación | Río | Embalses y lagunas | Capacidad ($hm^3$) | Volumen de alerta por sequía $hm^3$) | Relación (cap/aler) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | Río Maule Medio entre ríos Melado y Loncomilla | **Colbún** | 1 490* | 900,50 | 1,65 |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | Río Catillo (Perquilauquén Alto) | **Digua** | 220 | 81,10 | 2,71 |
| | | Río Tutuvén (Cauquenes) | **Tutuvén** | 22 | 5,00 | 4,40 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | Río Caballo Blanco | **Machicura** | 55 | 42,00 | 1,31 |
| | | Río Achibueno | **Laguna Achibueno** | Sin datos | | |
| | | Río Bullileo | **Bullileo** | 60 | 15,20 | 3,95 |
| | | Río Ancoa | **Ancoa** | 79 | | |
| **TOTAL ($hm^3$)** | | | | **3.822** | **1.342,80** | |

*Fuente: Informe DGA Reg. Maule. Estado de Embalses al 16/08/2016*

**Embalse solo uso generación. **Convenio 1947 ENDESA – Dirección de Riego, Capacidad máxima anual para riego igual a 800 $hm^3$*

## 3.5.2. Trasvases entre cuencas

Las conexiones hidráulicas entre las distintas Unidades de Planificación Hídrica (UPH) y entre la Región VII con las Regiones VI y VIII vecinas, se realiza mediante canales y túneles que transfieren de este modo el recurso hídrico. Una síntesis de estas conexiones se incluye en la tabla siguiente, en la que se aportan también todos los canales principales aunque no se trate de una transferencia entre UPH, por considerarse de gran interés que esta información quede reflejada, debido a que se cita en otros puntos, como es el caso de los diagramas unifilares:

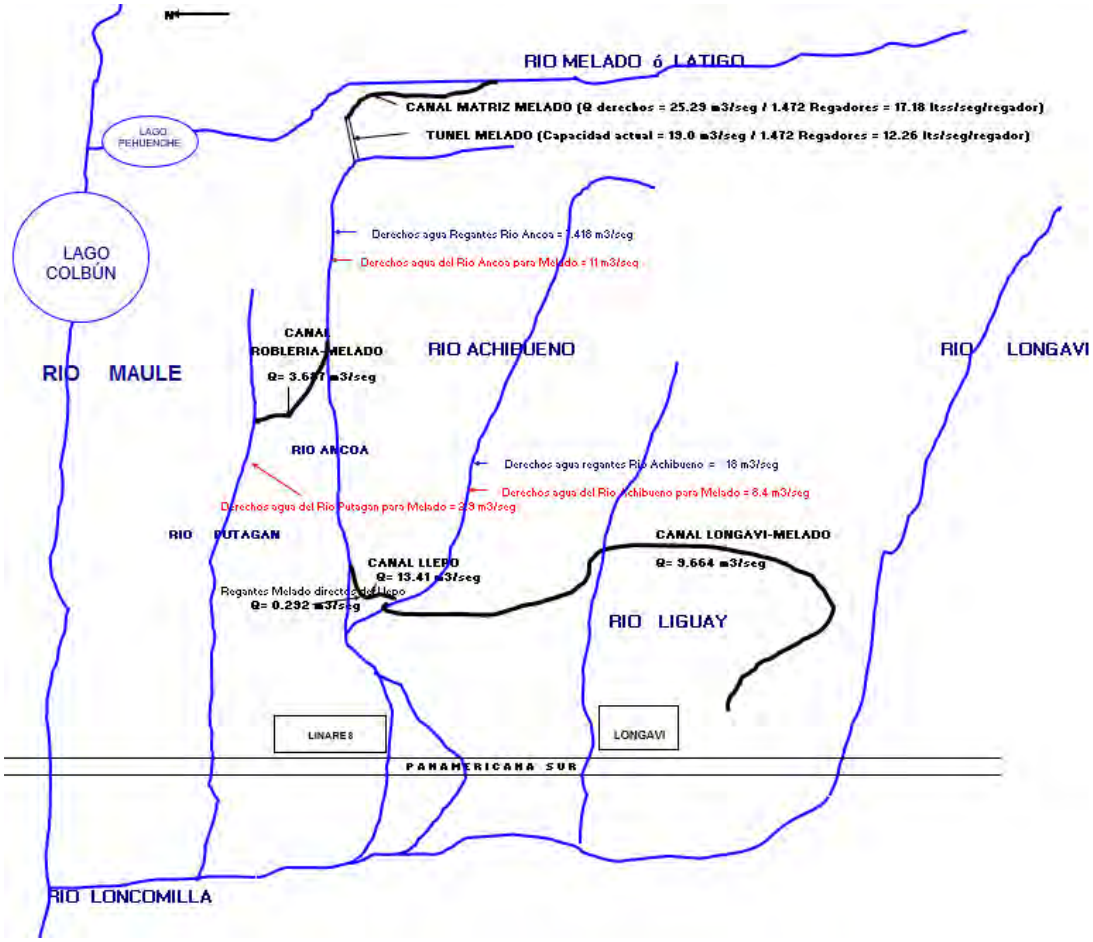
**Tabla 3-46 Transporte y/o trasvases de agua por canales entre las UPH o Regiones**

| Canal | UPH origen | UPH o Región destino | Descripción del origen y destino del transporte |
|---|---|---|---|
| Teno-Chimbarongo | 2 | Región VI | Margen derecha del río Teno de la cuenca alta del Mataquito aguas arriba de la ruta Nº 5, al río Rapel de la Región VI Libertador Bernardo O´Higgins. |
| Maule Norte Alto | 6 | 6 | Margen derecha del río Maule aguas arriba de la Estación Hidrométrica del río Maule en Armerillo. |
| Maule Sur | 6 | 8 | Margen izquierda del río Maule desde el embalse de Colbún. |
| Garzas Suizas | 5 | 5 | Margen derecha del río Maule aguas arriba de la Estación Hidrométrica del río Maule en Armerillo. |
| Melado | 5 | 8 | Túnel de trasvase desde el río Melado al río Ancoa |
| Maule Norte Bajo | 6 | 6 | Margen derecha del río Maule desde el embalse de Colbún. |
| Maitén | 6 | 6 | Margen derecha del río Maule desde el embalse de Colbún. |
| Duao Zapata | 8 | 6 | Cruce en sifón del río Maule desde su margen izquierda a su margen derecha. |
| San Clemente | 8 | 6 | Cruce en sifón del río Maule desde su margen izquierda a su margen derecha. |
| Sur 1 | 6 | 8 | Margen izquierda del río Maule desde el embalse de Colbún, pasando por embalse Machicura |
| Sur 2 | 6 | 8 | Margen izquierda del río Maule desde el embalse de Colbún, pasando por embalse Machicura |
| Sur 3 | 6 | 8 | Margen izquierda del río Maule desde el embalse de Colbún, pasando por embalse Machicura |

*Fuente: Elaboración propia en base a la revisión de antecedentes (capitulo 5)*

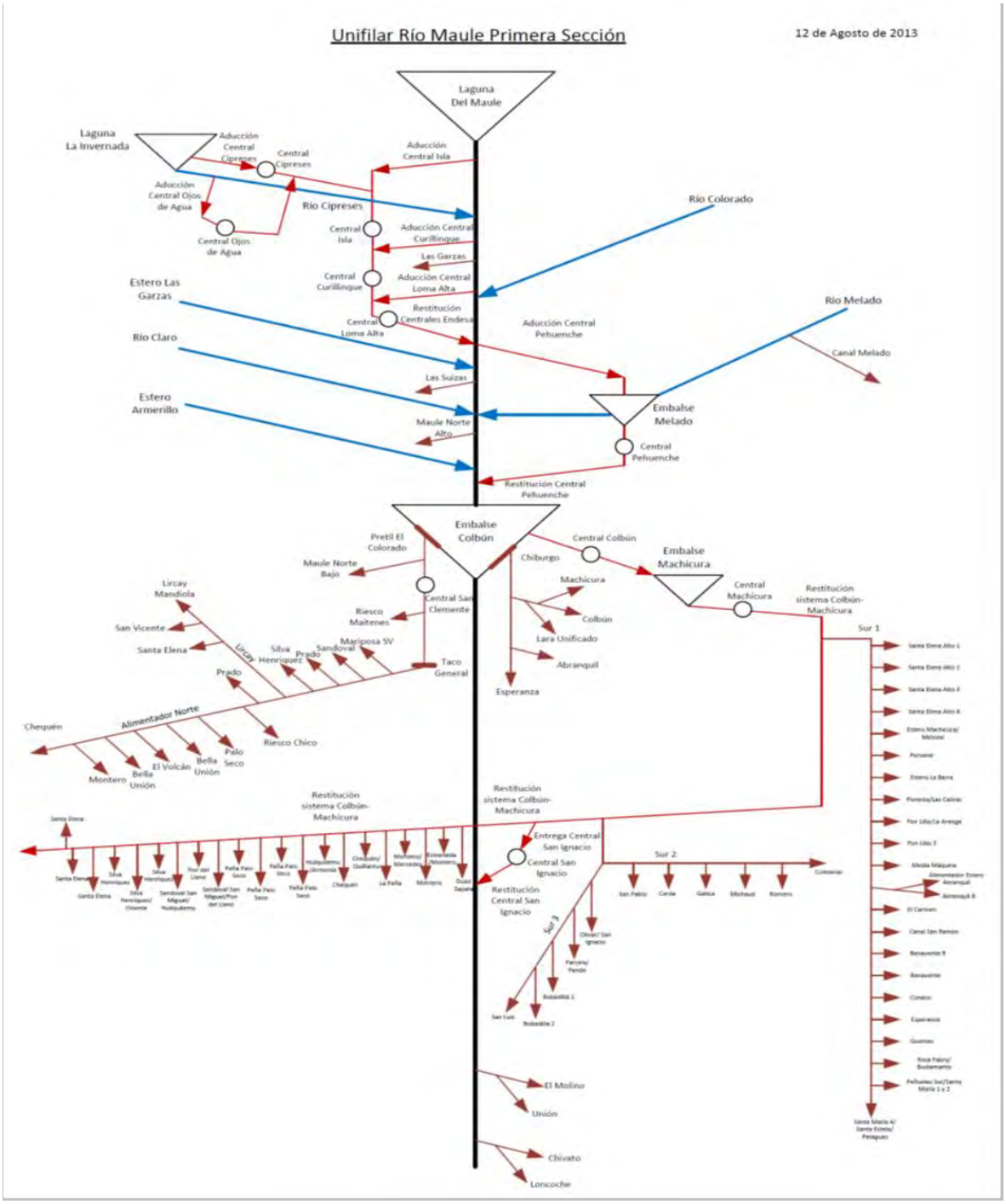
En las páginas siguientes se aportan los esquemas unifilares de los sistemas Melado, Maule y Maitenes, donde se puede observar la compleja red de derivaciones, trasvases, bombeos, aprovechamientos hidroeléctricos y demás infraestructuras de gestión de las aguas de la cuenca del Maule:

## Figura 3-3 Esquema unifilar del Sistema Melado



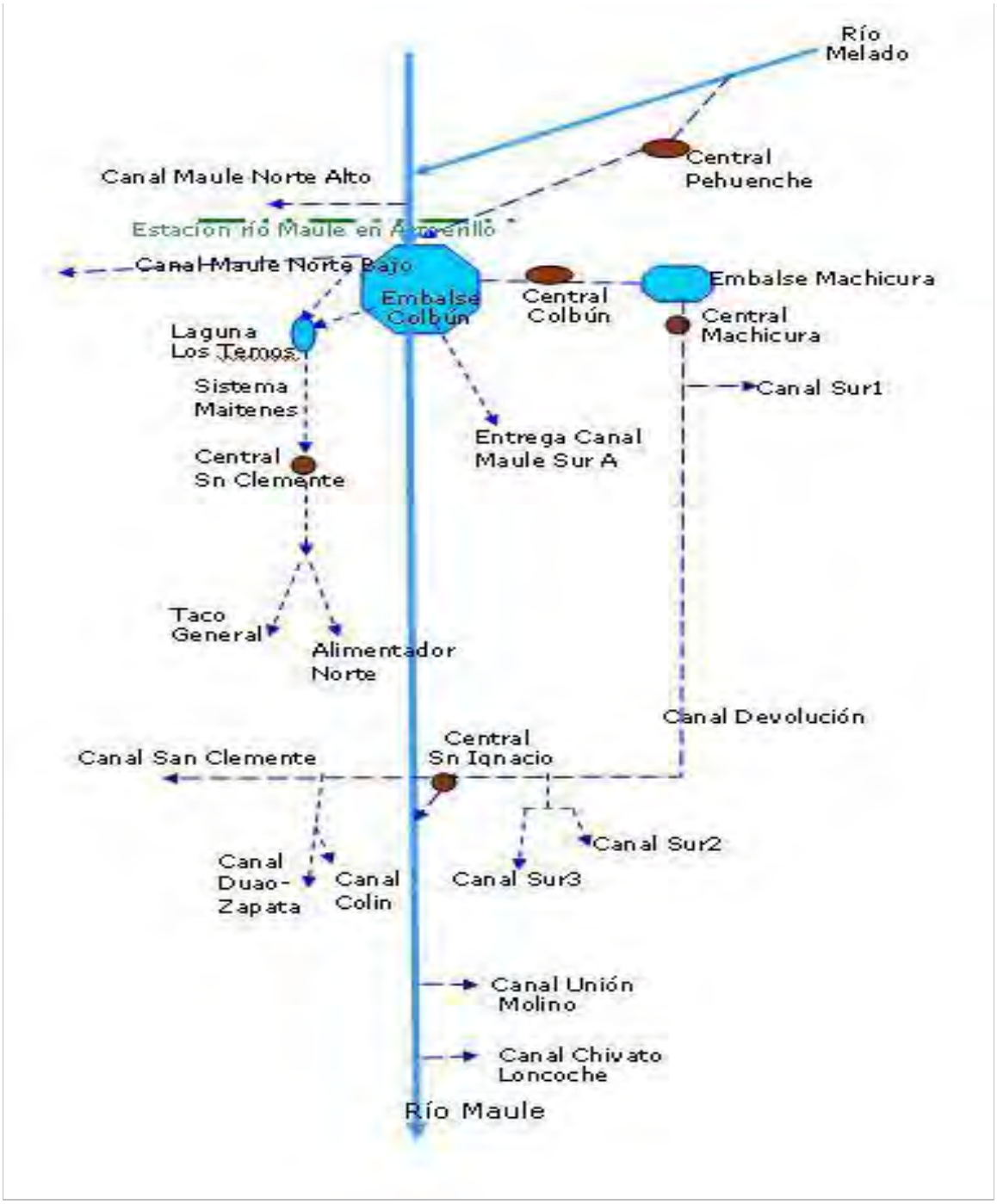

*Fuente: Asociación de Canalistas Canal Melado*

## Figura 3-4 Esquema unifilar del Maule




*Fuente: Junta de Vigilancia Rio Maule*

## Figura 3-5 Esquema unifilar del Sistema Maitenes



En el Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos de la cuenca del río Maule, de 2008, se aportan los datos de los volúmenes medios mensuales que circulan por dichas conducciones, así como el volumen total anual; una síntesis de esta información se incluye en la tabla siguiente, con las unidades en millones de metros cúbicos ($hm^3$), y en la que se han identificado en color azul las que suponen un trasvase entre las distintas unidades de planificación consideradas.

**Tabla 3-47 Volúmenes medios mensuales canales de riego y volumen anual**

| CANAL | MES | | | | | | | | | | | | ANUAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Ene | Feb | Mar | |
| Teno-Chimbarongo | 9,79 | 15,85 | 24,27 | 28,41 | 26,16 | 22,11 | 24,18 | 29,67 | 32,15 | 24,05 | 13,90 | 11,76 | 262,29 |
| Maule Norte Alto | 26,39 | 19,82 | 9,93 | 8,20 | 11,97 | 15,76 | 36,91 | 48,37 | 58,39 | 55,90 | 44,63 | 38,11 | 374,37 |
| Maule Sur | 21,36 | 10,79 | 7,21 | 6,67 | 7,20 | 12,05 | 35,57 | 52,90 | 57,29 | 57,37 | 45,51 | 34,10 | 348,02 |
| Garzas Suizas | 1,74 | 0,83 | 0,39 | 0,29 | 0,21 | 0,18 | 2,28 | 2,75 | 2,89 | 4,18 | 2,83 | 3,00 | 21,57 |
| Melado | 23,74 | 10,02 | 0,98 | 0,21 | 2,30 | 0,88 | 11,38 | 29,37 | 42,83 | 48,53 | 43,01 | 42,27 | 255,53 |
| Maule Norte Bajo | 19,10 | 5,62 | 3,73 | 3,19 | 3,80 | 9,72 | 48,96 | 68,95 | 79,36 | 79,71 | 61,33 | 45,21 | 428,69 |
| Maitén | 14,59 | 6,59 | 2,64 | 1,71 | 1,55 | 5,83 | 28,82 | 39,99 | 44,17 | 46,01 | 35,71 | 25,85 | 253,48 |
| Duao Zapata | 8,48 | 3,16 | 1,58 | 0,64 | 0,80 | 5,18 | 15,45 | 17,88 | 22,55 | 22,28 | 18,70 | 15,05 | 131,78 |
| Molino y Otros | 4,46 | 2,38 | 2,20 | 2,28 | 2,25 | 3,29 | 7,93 | 9,75 | 11,30 | 11,36 | 9,22 | 6,75 | 73,16 |
| San Clemente | 23,02 | 10,37 | 2,88 | 2,12 | 2,33 | 10,65 | 38,89 | 49,79 | 58,01 | 55,47 | 41,83 | 32,17 | 327,52 |
| Sur 1 | 18,20 | 6,40 | 2,72 | 4,66 | 1,42 | 5,03 | 35,03 | 46,47 | 58,17 | 60,34 | 48,21 | 33,16 | 319,83 |
| Sur 2 | 7,62 | 2,95 | 1,24 | 0,51 | 0,99 | 3,65 | 15,62 | 22,29 | 24,61 | 24,61 | 20,10 | 14,52 | 138,72 |
| Sur 3 | 4,95 | 2,33 | 1,32 | 3,99 | 1,23 | 3,32 | 18,32 | 13,17 | 14,17 | 14,14 | 10,96 | 8,68 | 96,58 |
| S1+S2+S3 | 30,77 | 11,68 | 5,29 | 9,16 | 3,64 | 12,00 | 68,97 | 81,93 | 96,96 | 99,10 | 79,28 | 56,35 | 555,13 |

*Fuente: Elaboración propia.*

## 3.6. ESCENARIOS DE OFERTA Y DEMANDA

### 3.6.1. Introducción

El conocimiento del balance entre los recursos hídricos y las demandas consuntivas para cada UPH es esencial para esbozar la problemática de cada unidad hidrográfica, determinando si son excedentarias o deficitarias, para poder plantear las medidas apropiadas para solucionar los problemas detectados.

En el marco del Plan Maestro de Recursos Hídricos del Maule se han evaluado los escenarios tanto de la cantidad de agua en régimen natural que existe en cada una de las nueve unidades de planificación, como las demandas existentes en las mismas cuencas.

La planificación de la gestión de los recursos hídricos debe darse en el marco de la construcción de escenarios que son imágenes coherentes de la situación actual y de situaciones probables, tanto de los recursos hídricos naturales como de las demandas.

Estos escenarios pretenden reducir la incertidumbre de una realidad hídrica *in perpetum mobile* y se han obtenido como combinación entre diversas hipótesis de variación de los recursos hídricos naturales y distintas hipótesis de consideración de las demandas consuntivas de agua. Estas hipótesis de evolución, tanto de los recursos hídricos como de las demandas, se plantean a partir de la situación actual y contando con las planificaciones sectoriales relacionadas con los recursos hídricos, como por ejemplo, los diferentes Planes de Riego de las Juntas de Vigilancia o las proyecciones de población del INE.

### 3.6.2. Metodología

El proceso de exploración del futuro, por tanto, mediante escenarios alternativos de satisfacción de las demandas y de disponibilidad de recursos para suministrarlos, requiere abordar tres etapas básicas:

- Análisis de la situación actual, determinando las variables y parámetros básicos para abordar los problemas y desafíos existentes.
- Identificación de escenarios para dar respuesta a los problemas planteados.
- Análisis de escenarios para determinar el modo en que cada escenario responde a los interrogantes y desafíos.

En consecuencia, el planteamiento y análisis de los escenarios exige:

- Elegir las variables internas que definen la satisfacción de la demanda.
- Analizar las variables externas que condicionan las variables internas.
- Establecer hipótesis de evolución de estas variables.
- Definir escenarios por combinación de estas hipótesis.
- Analizar la coherencia, factibilidad y efectos de cada escenario.
- Selección de los escenarios que debe guiar la planificación de los recursos hídricos.

Esta metodología se ha aplicado al nivel de cada una de las UPH de la Región del Maule y cuya delimitación se muestra en el siguiente mapa:

**Mapa 3-7 Unidades de Planificación Hídrica de la Región del Maule**

## 3.6.3. Variables internas que definen la satisfacción de las demandas

El fenómeno a contemplar en los escenarios es la satisfacción de las demandas de agua en los distintos horizontes de planificación y la eliminación de los déficit hídricos existentes. Los escenarios contendrán, por tanto, una proyección de las demandas de agua y una definición de la oferta para satisfacerlas. Las variables internas que definen el fenómeno son:

- Las demandas de agua con su desagregación sectorial y territorial. Los componentes sectoriales de la demanda son:

- Demanda de agua potable.

- Demanda agrícola.
- Demanda industrial.
- Demandas para otros usos: pecuario, minero y forestal.

- La disponibilidad de recursos hídricos –u oferta de agua- con sus componentes y distribución territorial. Los componentes básicos de la oferta son:

- Recursos convencionales: superficiales y subterráneos.
- Recursos adicionales como los trasvases.

- Por su origen territorial, los recursos pueden caracterizarse como:
- recursos internos de la UPH y,
- recursos procedentes de transferencias de otras UPH.

La variación de las variables anteriores está condicionada por variables externas que pueden afectar, tanto a la demanda como a la oferta, de modo que cualquier hipótesis de futuro debe someterse a un análisis de coherencia entre la evolución de unas u otras.

### 3.6.4. Relación entre las variables internas y las variables externas

#### 3.6.4.1. Variables externas de la demanda

- **Demanda poblacional**. La garantía de suministro es básica y prioritaria. Está relacionada con el crecimiento de la población, la renta per cápita, el tamaño de la población y el nivel de equipamiento comercial e industrial del medio urbano.
- **Demanda agrícola**. Por su elevado valor (del orden del 92% de la demanda consuntiva total), tiene gran incidencia en la previsión de futuro de la demanda de agua. Está relacionada con factores como la superficie de riego, el tipo de cultivo y la eficiencia de riego y está condicionada por el mercado regional y nacional, los acuerdos comerciales internacionales, las necesidades de abastecimiento interno en el país y de fijación de la población en el medio rural.

- **Demanda industrial**. La variable de entorno fundamental de esta demanda es el crecimiento del PBI. El volumen global de esta demanda es poco significativo respecto a la demanda total, pero no es aceptable que la insuficiencia de disponibilidad de agua pueda llegar a constituir una restricción para el desarrollo de los sectores industriales.
- **Entorno ambiental**. Cualquier aprovechamiento modifica el régimen de la corriente fluvial. La alteración del régimen de caudales y los efectos ambientales que comporta deben limitarse mediante el establecimiento de caudales mínimos. Una situación similar se produce con el aprovechamiento de las aguas subterráneas que pudieran llegar a estar sobreexplotadas, lo que produce grandes repercusiones ambientales. Esta situación, como en las aguas superficiales, puede requerir la limitación de los aprovechamientos.

### 3.6.4.2. Variables externas de la oferta

- **Generales**. La variable de entorno en la oferta es la propia demanda a satisfacer ya que el volumen total de la oferta debe adecuarse al volumen total de la demanda. La composición de la oferta (recursos internos de cada UPH convencionales y adicionales, y recursos externos a ella) está condicionada por su factibilidad técnica, posibilidades de financiación, implicaciones ambientales y por la respuesta social que pueden generar algunas de las grandes actuaciones hidráulicas.
- **Recursos hídricos convencionales**. Su incremento requiere elevadas inversiones que pueden verse afectadas por restricciones presupuestarias. Cabe citar los grandes embalses de regulación y la transformación de tierras en nuevos regadíos, con toda la infraestructura hidráulica, de transportes y social necesarias.
- **Ahorro de agua**. Es una fuente importante de recursos hídricos adicionales, pero comporta unos costes que pueden ser muy elevados. Incluso utilizando las tecnologías más avanzadas, es imposible evitar que, entre el punto inicial de derivación del agua y el punto final de entrega, salga del sistema de suministro una parte del agua. También hay que tener

en cuenta que en el punto de entrega o punto de aplicación puede haber pérdidas debido a un uso poco racional del agua. Por eso el ahorro tiene dos componentes: la disminución de pérdidas en la aducción, transporte y distribución; y la reducción del consumo en la aplicación. Por ejemplo, una eficiencia de riego adecuada –denominada eficiencia patrón- para grandes zonas de carácter extensivo debe ser superior al 65% en condiciones óptimas en los procesos de transporte, distribución y aplicación. En el caso del uso poblacional, esa eficiencia patrón debería estar en torno al 75%. Por tanto, el ahorro real de agua procederá de la diferencia entre las eficiencias reales que se consiguen en la actualidad y dichas eficiencias patrón. Para fomentar el ahorro pueden adoptarse medidas de diversa tipología:

- Técnicas: mejora y modernización de infraestructuras y métodos de aplicación del agua. Son las medidas más eficaces, aunque implican costes importantes.
- Económicas: sistema de tarificación y auxilios económicos para la aplicación de las medidas técnicas.
- Administrativas: formalización de los derechos de aprovechamientos de agua, control de consumos, aplicación de procesos sancionadores y gestión para facilitar otras medidas.
- Culturales: Capacitación y sensibilización de los usuarios.

- **Reutilización directa y desalación**. Las posibilidades de reutilización están condicionadas por el empleo de tratamientos adecuados de las aguas servidas, en particular de las aguas residuales urbanas, por los costes y por los condicionantes técnicos de factibilidad, relacionados con la existencia de usos compatibles con la calidad del agua resultante (en ningún caso puede utilizarse este agua para uso poblacional). Las posibilidades de la desalación están condicionadas por los altos costes que requiere actualmente esta tecnología, pero se puede utilizar para consumo humano en zonas costeras con gran escasez de agua.

- **Trasvases.** Son infraestructuras, en general, de gran envergadura que, además, del coste económico que conllevan, puede originar conflictos sociales entre las cuencas cedentes y las cuencas receptoras. Asimismo, los efectos ambientales pueden ser importantes por lo que se trata de medidas que es necesario estudiar en profundidad y desde todos los puntos de vista: económico, social, ambiental y cultural. Se han considerado los caudales medios mensuales.

### 3.6.5. Formulación de escenarios

Se han articulado seis (6) escenarios alternativos para analizar el balance hidráulico recursos hídricos-demandas consuntivas, como combinación de tres hipótesis de recurso hídricos y las dos hipótesis de demandas indicadas en las páginas anteriores.

- Las hipótesis construidas de los recursos hídricos naturales corresponden a:

- El año medio de recursos hídricos.
- El año con probabilidad de excedencia del 85% de los recursos hídricos.
- El periodo del 2010 a 2015, como reflejo de la situación actual de los recursos hídricos.

- Por otro lado, las hipótesis construidas de las demandas consuntivas corresponden a:

- Demanda consuntiva actual a 2015.
- Demanda consuntiva maximalista.

La combinación de estas 3 hipótesis de recursos hídricos naturales con las 2 hipótesis de demanda, genera un total de 6 escenarios de cálculo del que surgirán 6 balances hídricos que se visualizan en la forma de la matriz siguiente:

| Tabla 3-48 Escenarios hídricos considerados | | | |
|---|---|---|---|
| **HIPÓTESIS DE DEMANDA** | **HIPÓTESIS DE RECURSOS HÍDRICOS** | | |
| | **Año medio** | **85% excedencia** | **Periodo 10/15** |
| Maximalista | E1.1 | E2.1 | E3.1 |
| Situación actual 2015 | E1.2 | E2.2 | E3.2 |

*Fuente: Elaboración Propia*

## 3.7. BALANCES HÍDRICOS DE LOS ESCENARIOS

### 3.7.1. Naturaleza del balance hídrico

El conocimiento del balance entre los recursos hídricos y las demandas consuntivas para cada UPH es esencial para esbozar la problemática de cada demarcación hidrográfica, determinando si son excedentarias o deficitarias, para poder plantear las medidas apropiadas para solucionar los problemas detectados. En el marco del Plan Maestro de Recursos Hídricos del Maule se han evaluado, en la situación actual, tanto la cantidad de agua en régimen natural que existe en cada una de las nueve unidades de planificación, como las demandas existentes en las mismas cuencas.

- Los **recursos hídricos en régimen natural** obtenidos para cada unidad de planificación, están caracterizados por los siguientes valores en régimen natural:

- Los recursos hídricos anuales asociados a diferentes probabilidades de excedencia.
- La distribución mensual de cada uno de esos valores.

Estos recursos hídricos naturales calculados son los totales e incluyen, tanto las aguas superficiales, como las subterráneas, y pueden quedar almacenados en las lagunas o en los embalses.

- Las **demandas consuntivas** actuales se han estimado a partir del análisis de los estudios indicados en los apartados anteriores. Se trata de una demanda real que habrá que contrastar con los Derechos de Aprovechamiento de Aguas. De estas demandas consuntivas, tanto la agraria, como la de agua potable rural y urbana, se han distribuido mensualmente según los estudios disponibles, mientras que en el resto de las demandas sectoriales se ha supuesto que son constantes durante todos los meses del año. Toda esta información se utiliza en los balances hídricos para evaluar, entre otras cosas, la explotación de los recursos subterráneos respecto de la recarga media anual de los acuíferos.
- El **balance hídrico de cada unidad de planificación** se deduce de restar los recursos hídricos mensuales en régimen natural del caudal medio de la demanda consuntiva actual estimada. Se trata, por lo tanto, de un valor teórico en el que cada mes da un resultado de superávit o déficit en función de esos valores. A los recursos naturales se les añaden los trasvases que estén operativos en la actualidad, con el objeto de conocer el efecto que producen los mismos en el suministro de las demandas.

En definitiva, el resultado del balance hídrico calculado de esta manera es un **valor teórico cuyo objetivo es enmarcar los problemas potenciales** para, una vez identificados, proponer soluciones, de forma objetiva, en una situación de caudales en régimen natural y de las necesidades de cada cuenca, para planificar el futuro. Cuando el resultado es deficitario significa que los recursos naturales propios de la cuenca, más –o menos- los trasvases, no pueden satisfacer las demandas estimadas en la misma**, independientemente de que el agua esté en los acuíferos y/o los embalses, o circule por los cauces**. A efectos prácticos supone que –como la demanda agraria es la determinante- no se riega la totalidad de la superficie, por lo que hay que arbitrar medidas que puedan satisfacerlas.

### 3.7.2. Interpretación de los balances

Para un escenario determinado el estado de una UPH cualquiera puede que sea excedentaria o deficitaria según que el superávit sea superior o inferior al déficit. Sin embargo, dentro de cada una de éstas la casuística puede ser sumamente diversa, tal y como se indica a continuación:

- Las cuencas excedentarias pueden serlo durante todos los meses del año y, en estos casos, la regulación natural del recurso hídrico es suficiente para satisfacer las demandas consuntivas.
- Las cuencas excedentarias puede que sean deficitarias en algunos meses del año y, en estos casos, necesitan de la explotación de infraestructuras de regulación existentes, sean embalses superficiales y/o subterráneos (recarga media anual de acuíferos) para satisfacer las demandas. En caso de no existir estas infraestructuras, se propondrían alternativas para solucionar la satisfacción de las demandas.
- En las cuencas deficitarias, el superávit es inferior al déficit y, en estos casos, para satisfacer las demandas consuntivas se necesitan de recursos hídricos adicionales, generalmente de recursos hídricos trasvasados de otras cuencas con sus correspondientes volúmenes de embalses de regulación.

#### 3.7.2.1. Cuencas con balance excedentario

Si el superávit es superior al déficit al nivel anual, se podría decir que la cuenca es excedentaria, sin embargo, su variabilidad oscila desde valores del superávit ligeramente superior al déficit, hasta valores del superávit muy superior al déficit. En este caso se podría decir que ese excedente es conducido al punto de salida de la unidad hidrográfica, que, en el caso de las UPH que descargan directamente al Pacífico, equivaldría a decir que el "volumen de agua se deja pasar al mar". Sin embargo, al analizarlo al nivel mensual podría ocurrir que parte de la demanda no fuese satisfecha porque el recurso hídrico es insuficiente, lo que genera el déficit.

Como conclusión inmediata se deduce que se necesita disponer de un volumen regulado que permita controlar el déficit, y que podría obtenerse mediante un embalse superficial y o un embalse subterráneo. Ante esta situación hay que investigar si:

- Existen en la unidad hidrográfica embalses de regulación propios y/o adicionales a los comprometidos en futuros proyectos, cuyo volumen anual pudiese ser destinado para satisfacer el déficit.
- En la unidad hidrográfica se dispone de acuíferos cuya recarga media anual pudiese ser explotada para satisfacer los déficit.

Pueden presentarse situaciones muy variadas, y a continuación se citan algunos casos en forma independiente:

- Existe en la cuenca un volumen de embalse con capacidad de satisfacer el déficit. En este caso el déficit es satisfecho con el volumen anual de regulación de embalse existente y la cuenca está correctamente gestionada.
- Existe un volumen de acuífero cuya recarga media anual es superior al déficit. En este caso el acuífero existente satisface el déficit y la cuenca está correctamente gestionada.
- Puede presentarse una combinación de los dos casos anteriores.
- No existe en la cuenca embalse de regulación anual para satisfacer el déficit. Por lo tanto, se propone para solucionar el problema de satisfacer el déficit, una presa de embalse con un volumen no inferior al déficit.
- No existe acuífero que pueda satisfacer el déficit. Por lo tanto, se propondrían Estudios y Campañas de prospección de acuíferos.

### 3.7.2.2. Cuencas con balance deficitario

Si el superávit es inferior al déficit al nivel anual, se podría decir que la cuenca es deficitaria, y que ese déficit no permite que se satisfaga por completo la demanda. Sin embargo, al analizarlo al nivel mensual, puede que una parte de la demanda sea satisfecha porque el recurso hídrico en

algunos meses es superior a la demanda, aunque en el resto del año se genere déficit.

Como conclusión inmediata se deduce que se necesita disponer de un volumen adicional y de la regulación del volumen excedentario, que permitirían controlar el déficit, que podría obtenerse mediante un trasvase de cuencas y un volumen de embalse de regulación superficial y/o un embalse subterráneo. Ante esta situación hay que investigar si:

- Existe algún proyecto futuro con la intención de incluir la unidad hidrográfica como receptora de aguas de trasvase.
- Está emplazado en la unidad hidrográfica algún embalse de regulación propio y/o adicional a los comprometidos en los Proyectos Futuros, cuyo volumen anual pudiese ser destinado para satisfacer el déficit.
- Hay en la unidad hidrográfica acuíferos cuya recarga media anual pudiese ser explotada para satisfacer el déficit.

En el apartado del balance mensual por UPH se describe el modo de operar con estos balances de planificación.

### 3.7.3. Balances hídricos de los escenarios considerados

El planteamiento de los seis escenarios obtenidos como la combinación entre las tres hipótesis de la oferta hídrica y las dos hipótesis de la demanda, producen seis balances hídricos de las citadas combinaciones, que se describen a continuación:

- Escenario 1.1. Año medio de recursos hídricos y demanda maximalista.
- Escenario 1.2. Año medio de recursos hídricos y demanda actual a 2015.
- Escenario 2.1. Recursos hídricos de probabilidad de excedencia del 85% y demanda maximalista.
- Escenario 2.2. Recursos hídricos de probabilidad de excedencia del 85% y demanda actual a 2015.
- Escenario 3.1. Recursos hídricos del periodo 2010 a 2015 y demanda maximalista.

- Escenario 3.2. Recursos hídricos del periodo 2010 a 2015 y demanda actual a 2015.

Del análisis de los balances hídricos de los seis escenarios, se ha escogido como representativo de los dos primeros el Escenario 1.1 por ser un indicador de una situación media de recursos hídricos frente a una situación maximalista de la demanda. De este escenario, escogido como indicador, se detectan los potenciales problemas que se verán agravados en los cuatro escenarios restantes.

De los cuatro escenarios restantes, al tratarse de hipótesis de recursos hídricos que se aproximan a situaciones de sequía, se contemplan los balances hídricos de todos ellos para evaluar la sensibilidad en la satisfacción de las demandas para la maximalista y la actual a 2015.

En los apartados siguientes se desarrollan los balances hídricos.

### 3.7.4. Escenario 1.1. RHN año medio y demanda maximalista

#### 3.7.4.1. Aportaciones a considerar en los balances hídricos

Las aportaciones a considerar en los balances hídricos son las naturales que se generan en la propia Unidad de Planificación Hídrica a las que hay que añadir los trasvases que salen o entran a ella según sea la gestión del agua en el territorio. El cuadro siguiente recoge los intercambios de agua entre UPH:

**Tabla 3-49. Aportaciones a considerar en los balances (año medio, $hm^3$/año)**

| UPH | | RRHH NATURALES | | Trasvases entre UPH y/o regiones |
|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | Parcial | Acumulados | |
| 1 | Costeras norte | 118,69 | **118,69** | |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 4.619,15 | 4.619,15 | -262,29 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 910,73 | **5.529,88** | |
| 4 | Costeras central | 211,47 | **211,47** | |

**Tabla 3-49. Aportaciones a considerar en los balances (año medio, hm³/año)**

| UPH | | RRHH NATURALES | | Trasvases entre UPH y/o regiones |
|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | Parcial | Acumulados | |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 7.451,30 | 7.451,30 | -255,53 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 3.658,20 | **17.990,49** | -903,15 |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 2.347,80 | 2.347,80 | |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 4.533,20 | 4.533,20 | 1 158,68 |
| 9 | Costeras sur | 323,66 | **323,66** | |
| **TOTAL (hm³/año)** | | **24.174,19** | **24.174,19** | **-262,29** |

*Fuente: Elaboración propia*

En los balances se consideran, por un lado, los recursos hídricos naturales de las UPH, y, por otro, los trasvases entre las UPH y los existentes entre las regiones, siempre y cuando estos abandonen las cuencas de las UPH que dieron origen al recurso.

Los recursos hídricos naturales propios de cada Unidad de Planificación Hídrica, corresponden a la columna de los RRHH parciales que engloba a la componente superficial y subterránea de las aguas de cada unidad, sin incluir las aportaciones provenientes de las UPH de aguas arriba. Estos recursos hídricos totales naturales, corresponden a volúmenes medios anuales, no representan a ninguna época en particular, ni tampoco a un escenario de sequía ni de abundancia. Se trata de un año medio de recursos hídricos naturales totales.

La columna de los RRHH acumulados refleja el valor acumulado de las aportaciones totales en la UPH inferior que descarga al mar, así se tiene que:

- La UPH 3 Cuenca Baja del Mataquito acumula los RRHH de la UPH 2 Cuenca Alta del Mataquito.
- La UPH 6 Cuenca Media y Baja del Maule acumula los RRHH de la UPH 5 Cuenca Alta del Maule, la UPH 7 Cuenca del Perquilauquén, y la UPH 8 Cuenca del Loncomilla.

Por otro lado, los trasvases entre las UPH entre sí, y entre éstas y las Regiones vecinas, representan los movimientos de agua a través de aquellos canales cuando éstos superan la cuenca hidrográfica de la UPH que le dio origen. Se trata de volúmenes medios anuales trasvasados, no representan ninguna época en particular, ni en sequía ni en época de abundancia. Así se tiene que:

- La UPH 2 trasvasa agua hacia la cuenca del río Rapel de la Región VI, a través del Canal Teno-Chimbarongo.
- La UPH 5 trasvasa agua hacia la cuenca del río Ancoa de la UPH 8, a través del Túnel Melado-Ancoa.
- La UPH 6 trasvasa agua hacia la UPH 8 hacia la margen izquierda del río Maule, por un lado a través del Canal Maule Sur, y, por otro, a través del Canal Restitución Sistema Colbún-Machicura, da servicio a los canales: Canal Sur 1, Canal Sur 2, Canal Sur 3, y retorna a la UPH 6 a través del sifón que cruza el río Maule de la margen izquierda hacia la derecha, para dar servicio a los canales: Canal Duao Zapata y Canal San Clemente.

La distribución mensual de las aportaciones medias naturales figura en la Tabla 3-2, mientras que la de los trasvases entre las distintas UPH y la Región VI en la Tabla 3-46.

Los canales de trasvase de la margen sur del río Perquilauquén (margen izquierda) que llevan agua de la Región VII del Maule a la Región VIII del Bío-Bío, no han sido considerados como tales debido a que el recurso hídrico no supera la divisoria sur de las cuencas que conforman la UPH 7 Cuenca del Perquilauquén, y por lo tanto la satisfacción de las demandas se realiza dentro de la misma UPH 7. Esta situación se presenta por ejemplo, en el Canal Caro-Saldaña, y el Canal Perquilauquén-Ñiquén entre otros.

### 3.7.4.2. Balance anual global

Para obtener una primera aproximación al balance hídrico en régimen natural, se han considerado los recursos hídricos en régimen natural que cada unidad de planificación es capaz de generar, a los que se les han

añadido los trasvases existentes entre ellas, que se producen entre cuencas, considerando además los recursos acumulados en cada UPH –los suyos propios más los que proceden de las situadas aguas arriba- y las demandas consuntivas también de las mismas. Para ello se ha operado de la siguiente forma:

- A los recursos propios que se generan en el territorio de la UPH del Bajo Mataquito se les ha añadido los procedentes de las situadas aguas arriba, es decir, en el Alto Mataquito.
- A los recursos propios que se generan en el territorio de la UPH del Medio y Bajo Maule se les ha añadido los procedentes de las situadas aguas arriba, es decir, el Alto Maule y el Perquilauquén y el Loncomilla por la margen izquierda.
- De igual manera se ha procedido con las demandas, es decir, se han acumulado las de aguas arriba.

La tabla siguiente refleja los resultados de los balances parciales –es decir, considerando las UPH como si estuvieran aisladas, sin acumular los de aguas arriba-, en donde todos los valores de recursos, demandas y balances, vienen dados en $hm^3$/año:

**Tabla 3-50 Balances hídricos parciales RHN medio con trasvases y demanda maximalista ($hm^3$/año)**

| UPH | | Recursos hídricos naturales | Trasvases entre UPH/Regiones | Recursos con trasvases | Demanda consuntiva maximalista | Balance hídrico |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | | | | | |
| 1 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 118,69 | | 118,69 | 4,44 | 114,25 |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 4.619,15 | -262,29 | 4.356,86 | 1.298,69 | 3.058,17 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 910,73 | | 910,73 | 214,66 | 696,07 |
| 4 | Costeras Mataquito-Maule | 211,47 | | 211,47 | 2,98 | 208,49 |

| Tabla 3-50 Balances hídricos parciales RHN medio con trasvases y demanda maximalista (hm³/año) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| UPH | | Recursos hídricos naturales | Trasvases entre UPH/Regiones | Recursos con trasvases | Demanda consuntiva maximalista | Balance hídrico |
| Nº | Denominación | | | | | |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 7.451,30 | -255,53 | 7.195,76 | 411,39 | 6.784,38 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 3.658,20 | -903,15 | 2.755,05 | 1.414,84 | 1.340,20 |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 2.347,80 | | 2.347,80 | 1.521,08 | 826,73 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 4.533,20 | 1.158,68 | 5.691,88 | 976,75 | 4.715,13 |
| 9 | Costeras entre río Maule y limite Región | 323,66 | | 323,66 | 12,38 | 311,28 |
| **TOTAL (hm³/año)** | | **24.174,19** | **-262,29** | **23.911,90** | **5.857,20** | **18.054,70** |

*Fuente: Elaboración propia.*

Por su parte, la tabla siguiente refleja los resultados de los balances acumulados deducidos, para cada UPH, al acumular tanto los recursos como las demandas consuntivas de aguas arriba-; todos los valores de recursos, demandas y balances, vienen dados en hm³/año:

**Tabla 3-51 Balances hídricos acumulados RHN medio con trasvases y demanda maximalista (hm³/año)**

| UPH | | Recursos hídricos naturales | | Trasvases | Recursos acumula-dos con trasvases | Demanda maximalista | | Balance hídrico |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | Parcial | Acum. | | | Parcial | Acum. | |
| 1 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 118,69 | **118,69** | | **118,69** | **4,44** | **4,44** | **114,25** |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 4.619,15 | 4.619,15 | -262,29 | 4.356,86 | 1.298,69 | 1.298,69 | 3.058,17 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 910,73 | **5.529,88** | **-262,29** | **5.267,59** | **214,66** | **1.513,35** | **3.754,24** |
| 4 | Costeras Mataquito-Maule | 211,47 | **211,47** | | **211,47** | **2,98** | **2,98** | **208,49** |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 7.451,30 | 7.451,30 | -255,53 | 7.195,76 | 411,39 | 411,39 | 6.784,38 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 3.658,20 | **17.990,49** | **0,00** | **17.990,49** | **1.414,84** | **4.324,05** | **13.666,44** |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 2.347,80 | 2.347,80 | | 2.347,80 | 1.521,08 | 1.521,08 | 826,73 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 4.533,20 | 4.533,20 | 1.158,68 | 5.691,88 | 976,75 | 976,75 | 4.715,13 |
| 9 | Costeras entre río Maule y limite Región | 323,66 | **323,66** | | **323,66** | **12,38** | **12,38** | **311,28** |
| **TOTAL (hm³/año)** | | **24.174,19** | **24.174,19** | **-262,29** | **23.911,90** | **5.857,20** | **5.857,20** | **18.054,70** |

*Fuente: Elaboración propia*

Un primer análisis de estos resultados permite establecer las siguientes observaciones:

- Del resultado de ambos balances al nivel anual, por un lado, en forma parcial por UPH y, por otra, en forma acumulada según la red de drenaje, se deduce que la VII Región del Maule es excedentaria en 18.055 $hm^3$/año, para un año medio de recursos hídricos totales.
- Desde el punto de vista parcial de cada UPH, como unidad independiente sin la aportación de las UPH situadas aguas arriba, se aprecian tres niveles o escalones en las magnitudes de los volúmenes de agua disponible según los balances:

- Las tres unidades costeras formadas por las UPH 1, UPH 4 y UPH 9, que descargan directamente al Pacífico, cuyos valores de los balances no superan los 312 $hm^3$/año,
- Hay dos unidades cuyos valores fluctúan entre los 700 a 800 $hm^3$/año, formadas por la UPH 3 Cuenca Baja del Mataquito y la UPH 7 Cuenca del Perquilauquén respectivamente, y finalmente,
- En las cuatro unidades restantes los balances superan los 1.300 $hm^3$/año, formadas por la UPH 2 Cuenca Alta del Mataquito, UPH 5 Cuenca Alta del Maule, UPH 6 Cuenca Media y Baja del Maule, y UPH 8 Cuenca del Loncomilla.

- Desde el punto de vista de los acumulados de los recursos hídricos y las demandas consuntivas, se deduce que con mayor volumen de agua disponible se tiene la unidad de planificación UPH 6 Cuenca Media y Baja del Maule, que recoge, por un lado, los recursos provenientes de la UPH 5 Cuenca Alta del Maule y, por otro, los recursos provenientes de la margen izquierda, de la UPH 8 Cuenca del Loncomilla, que recibe a su vez las aportaciones de la UPH 7 Cuenca del Perquilauquén, con un volumen total disponible del orden de los 13.670 $hm^3$/año.
- En el análisis parcial por UPH de los balances hídricos, permite concluir que la unidad de cabecera UPH 7 Cuenca del Perquilauquén, es la que tiene la

mayor exigencia entre el volumen de la demanda total y los recursos hídricos naturales totales, siendo del orden del 65%, y la siguiente es la UPH 2 Cuenca Alta del Mataquito también de cabecera con el 30%.

- En el análisis acumulado por cuenca de los balances hídricos, permite concluir que la Cuenca del Mataquito es la que tiene la mayor exigencia entre el volumen de la demanda total y los recursos hídricos naturales totales, siendo del orden del 29%, y la siguiente es la Cuenca del Maule con el 24%.
- Se han considerado los trasvases de agua entre las UPH y hacia la Región VI, por lo que el total trasvasado es igual al total medio anual cedido a la Región VI, debido a que los restantes se compensan dentro de la Región VII del Maule.
- La demanda no consuntiva se deduce con un volumen equivalente (CNCe) a 3.147,29 $hm^3$ anuales lo que significa una reducción de la excedencia calculada.

### 3.7.4.3. Balance mensual para cada UPH

Los valores obtenidos en el balance global aportan una primera aproximación a la caracterización del territorio en cuanto a la capacidad -con recursos naturales y trasvases- de satisfacer las demandas se refiere, pero dado que, tanto la producción de recursos hídricos naturales varía a lo largo del año y las demandas consuntivas también se concentran en determinados meses del año, es necesario efectuar un balance mensual a efectos de discernir, con mayor detalle, el grado de satisfacción de las demandas que se produce en la VII Región. Para ello se ha procedido de la siguiente manera en cada una de las UPH que constituyen el territorio:

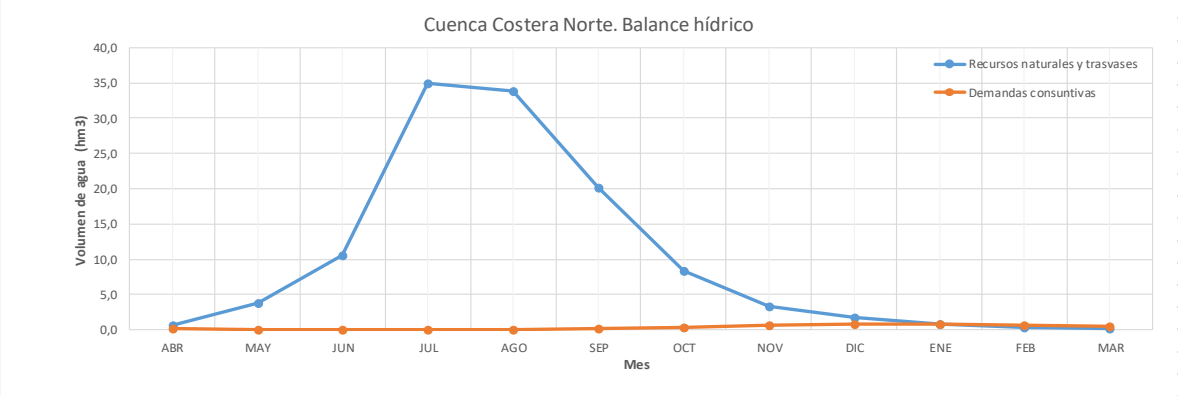
- Considerar la distribución mensual de los recursos hídricos naturales del año medio.
- Incorporar los trasvases existentes entre UPH con su distribución mensual.

- Identificar todas las demandas consuntivas con su distribución mensual para cada uno de los sectores de consumo. A efectos de este balance se ha considerado la demanda agraria maximalista, que se deriva de considerar la superficie máxima regable que aporta el Plan Director de 2008.
- Considerar la distribución mensual de las demandas consuntivas en su naturaleza subterránea y superficial, obtenidos de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas.
- Efectuar la sustracción mensual entre los recursos y las demandas de tal forma que se determine si en un mes concreto se produce déficit o superávit, así como su porcentaje con respecto a los totales anuales.

En las páginas que siguen se aportan los resultados de estos balances:

# Gráfico 3-11 Balance hídrico mensual de la Costera norte

| UPH 1. CUENCA COSTERA NORTE, PARA RRHHNN AÑO MEDIO Y DEMANDA CONSUNTIVA MAXIMALISTA | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | TOTAL |
| **RECURSOS HÍDRICOS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal medio natural UPH1 | | 0,67 | 3,82 | 10,57 | 34,88 | 33,79 | 20,16 | 8,41 | 3,37 | 1,73 | 0,75 | 0,31 | 0,24 | 118,69 |
| Trasvases | | | | | | | | | | | | | | 0,00 |
| **TOTAL** | **(hm³)** | **0,67** | **3,82** | **10,57** | **34,88** | **33,79** | **20,16** | **8,41** | **3,37** | **1,73** | **0,75** | **0,31** | **0,24** | **118,69** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **DEMANDAS CONSUNTIVAS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola | | 0,16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,06 | 0,28 | 0,53 | 0,72 | 0,73 | 0,63 | 0,45 | 3,54 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,028* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,011* | *0,050* | *0,093* | *0,127* | *0,129* | *0,111* | *0,079* | *0,63* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,128* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,049* | *0,233* | *0,433* | *0,591* | *0,598* | *0,517* | *0,368* | *2,92* |
| Pecuaria | | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,15 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,002* | *0,002* | *0,002* | *0,002* | *0,002* | *0,002* | *0,002* | *0,002* | *0,002* | *0,002* | *0,002* | *0,002* | *0,03* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,010* | *0,010* | *0,010* | *0,010* | *0,010* | *0,010* | *0,010* | *0,010* | *0,010* | *0,010* | *0,010* | *0,010* | *0,12* |
| Agua potable | | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,02 | 0,02 | 0,25 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,012* | *0,011* | *0,012* | *0,011* | *0,012* | *0,013* | *0,017* | *0,022* | *0,023* | *0,025* | *0,019* | *0,017* | *0,20* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,004* | *0,003* | *0,003* | *0,003* | *0,004* | *0,004* | *0,005* | *0,006* | *0,007* | *0,007* | *0,006* | *0,005* | *0,06* |
| Industrial | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,00* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,00* |
| Forestal | | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,25 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,000* | *0,00* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,021* | *0,021* | *0,021* | *0,021* | *0,021* | *0,021* | *0,021* | *0,021* | *0,021* | *0,021* | *0,021* | *0,021* | *0,25* |
| **TOTAL** | **(hm³)** | **0,20** | **0,05** | **0,05** | **0,05** | **0,05** | **0,11** | **0,34** | **0,59** | **0,78** | **0,79** | **0,69** | **0,50** | **4,20** |
| ***Naturaleza Subterránea*** | ***(hm³)*** | ***0,042*** | ***0,014*** | ***0,014*** | ***0,014*** | ***0,014*** | ***0,026*** | ***0,069*** | ***0,118*** | ***0,152*** | ***0,156*** | ***0,132*** | ***0,099*** | **0,85** |
| ***Naturaleza Superficial*** | ***(hm³)*** | ***0,163*** | ***0,035*** | ***0,035*** | ***0,035*** | ***0,035*** | ***0,084*** | ***0,269*** | ***0,471*** | ***0,629*** | ***0,636*** | ***0,554*** | ***0,404*** | **3,35** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **BALANCE HÍDRICO** | | | | | | | | | | | | | | |
| Superávit (+) | (hm³) | 0,47 | 3,77 | 10,52 | 34,83 | 33,74 | 20,05 | 8,08 | 2,78 | 0,95 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 115,18 |
| | (%) | 0,41 | 3,27 | 9,13 | 30,24 | 29,29 | 17,40 | 7,01 | 2,42 | 0,83 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Déficit (-) | (hm³) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,04 | -0,38 | -0,26 | -0,68 |
| | (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6,29 | 55,60 | 38,12 | 100,00 |

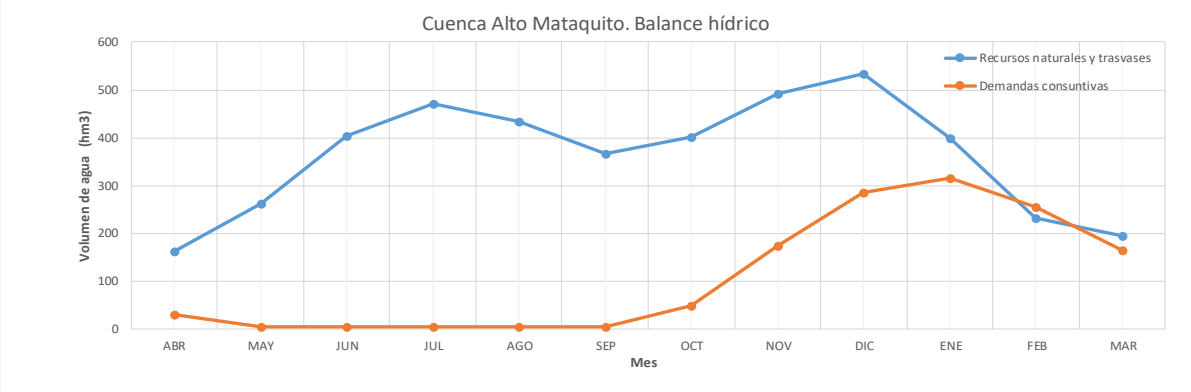



| | | | |
|---|---|---|---|
| **Almacenamiento superficial** | Ud | Capacidad | Acumulado |
| Laguna Vichuquén | (hm³) | 95,00 | 95,00 |
| | | | |
| **Almacenamiento subterráneo** | Ud | | |
| Recarga anual media | (hm3/año) | 15,85 | |
| Reserva total estimada | (hm³) | 2.056,00 | |

*Fuente: Elaboración propia*

# Gráfico 3-12. Balance hídrico mensual de la Cuenca Alta del Mataquito

| UPH 2. CUENCA ALTA DEL MATAQUITO, PARA RRHHNN AÑO MEDIO Y DEMANDA CONSUNTIVA MAXIMALISTA | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | TOTAL |
| **RECURSOS HÍDRICOS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal medio natural UPH2 | | 172,37 | 279,09 | 427,42 | 500,33 | 460,68 | 389,32 | 425,87 | 522,55 | 566,21 | 423,46 | 244,82 | 207,04 | 4.619,15 |
| Trasvase Canal Teno-Chimbarongo | | -9,79 | -15,85 | -24,27 | -28,41 | -26,16 | -22,11 | -24,18 | -29,67 | -32,15 | -24,05 | -13,90 | -11,76 | -262,29 |
| **TOTAL** | ($hm^3$) | **162,58** | **263,24** | **403,15** | **471,91** | **434,53** | **367,21** | **401,68** | **492,88** | **534,06** | **399,41** | **230,92** | **195,28** | **4.356,86** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **DEMANDAS CONSUNTIVAS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola | | 25,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 44,55 | 168,07 | 279,77 | 308,72 | 249,70 | 157,91 | 1.233,81 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *10,63* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *18,87* | *71,21* | *118,54* | *130,80* | *105,80* | *66,91* | *522,76* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *14,46* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *25,67* | *96,86* | *161,23* | *177,92* | *143,90* | *91,01* | *711,05* |
| Pecuaria | | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 13,03 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *5,52* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *7,51* |
| Agua potable | | 1,43 | 1,28 | 1,12 | 0,96 | 1,06 | 1,00 | 1,09 | 1,29 | 1,56 | 1,93 | 1,34 | 1,76 | 15,81 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *1,28* | *1,15* | *1,00* | *0,86* | *0,95* | *0,90* | *0,98* | *1,16* | *1,40* | *1,74* | *1,20* | *1,58* | *14,22* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,14* | *0,13* | *0,11* | *0,10* | *0,11* | *0,10* | *0,11* | *0,13* | *0,16* | *0,20* | *0,13* | *0,18* | *1,60* |
| Industrial | | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 30,98 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *8,547* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *22,433* |
| Forestal | | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 1,21 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *1,21* |
| **TOTAL** | ($hm^3$) | **30,29** | **5,05** | **4,88** | **4,73** | **4,83** | **4,77** | **49,41** | **173,12** | **285,10** | **314,42** | **254,80** | **163,44** | **1.294,85** |
| **Naturaleza Subterránea** | ($hm^3$) | ***13,09*** | ***2,33*** | ***2,18*** | ***2,04*** | ***2,13*** | ***2,07*** | ***21,03*** | ***73,54*** | ***121,11*** | ***133,72*** | ***108,17*** | ***69,66*** | ***551,05*** |
| **Naturaleza Superficial** | ($hm^3$) | ***17,20*** | ***2,73*** | ***2,71*** | ***2,69*** | ***2,70*** | ***2,70*** | ***28,38*** | ***99,58*** | ***163,99*** | ***180,71*** | ***146,63*** | ***93,78*** | ***743,80*** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **BALANCE HÍDRICO** | | | | | | | | | | | | | | |
| Superávit (+) | ($hm^3$) | 132,29 | 258,19 | 398,27 | 467,19 | 429,70 | 362,45 | 352,28 | 319,75 | 248,96 | 84,99 | 0,00 | 31,85 | 3.085,90 |
| | (%) | 4,29 | 8,37 | 12,91 | 15,14 | 13,92 | 11,75 | 11,42 | 10,36 | 8,07 | 2,75 | 0,00 | 1,03 | 100,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Déficit (-) | ($hm^3$) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -23,88 | 0,00 | -23,88 |
| | (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 100,00 |

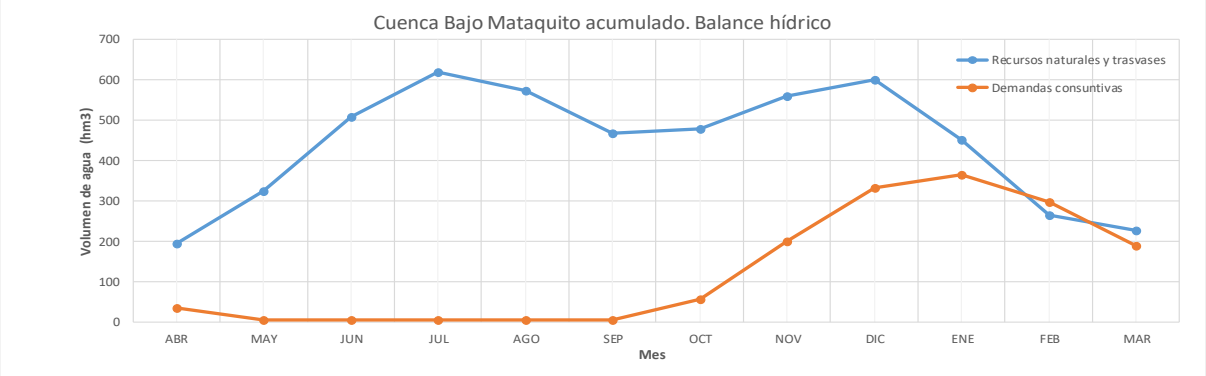



| | | | |
|---|---|---|---|
| **Almacenamiento superficial** | Ud | Capacidad | Acumulado |
| Embalse Planchón | ($hm^3$) | 73,00 | 73,00 |
| | | | |
| **Almacenamiento subterráneo** | Ud | | |
| Recarga anual media | (hm3/año) | 716,46 | |
| Reserva total estimada | ($hm^3$) | 19.134,41 | |

*Fuente: Elaboración propia*

# Gráfico 3-13. Balance hídrico mensual de las cuencas Alta y Baja del Mataquito acumuladas

| UPH (2+3). CUENCA DEL RÍO MATAQUITO, PARA RRHHNN AÑO MEDIO Y DEMANDA CONSUNTIVA MAXIMALISTA | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | TOTAL |
| **RECURSOS HÍDRICOS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal medio natural alto UPH2 | | 172,37 | 279,09 | 427,42 | 500,33 | 460,68 | 389,32 | 425,87 | 522,55 | 566,21 | 423,46 | 244,82 | 207,04 | 4.619,15 |
| Caudal medio natural bajo UPH3 | | 33,18 | 61,60 | 104,98 | 145,97 | 137,94 | 100,57 | 75,80 | 65,84 | 65,35 | 51,96 | 34,59 | 32,94 | 910,73 |
| Trasvase Canal Teno-Chimbarongo | | -9,79 | -15,85 | -24,27 | -28,41 | -26,16 | -22,11 | -24,18 | -29,67 | -32,15 | -24,05 | -13,90 | -11,76 | -262,29 |
| **TOTAL** | **(hm³)** | **195,76** | **324,84** | **508,13** | **617,89** | **572,46** | **467,78** | **477,48** | **558,71** | **599,42** | **451,37** | **265,52** | **228,23** | **5.267,59** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **DEMANDAS CONSUNTIVAS DE ALTO Y BAJO MATAQUITO UPH2+UPH3** | | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola | | 29,16 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 51,77 | 195,32 | 325,13 | 358,78 | 290,19 | 183,52 | 1.433,87 |
| *Naturaleza Subterránea* | | 10,77 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 19,12 | 72,14 | 120,09 | 132,51 | 107,18 | 67,78 | 529,60 |
| *Naturaleza Superficial* | | 18,39 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 32,65 | 123,18 | 205,04 | 226,26 | 183,01 | 115,74 | 904,27 |
| Pecuaria | | 1,26 | 1,26 | 1,26 | 1,26 | 1,26 | 1,26 | 1,26 | 1,26 | 1,26 | 1,26 | 1,26 | 1,26 | 15,14 |
| *Naturaleza Subterránea* | | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 0,47 | 5,59 |
| *Naturaleza Superficial* | | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 0,80 | 9,55 |
| Agua potable | | 1,75 | 1,57 | 1,36 | 1,17 | 1,30 | 1,22 | 1,34 | 1,57 | 1,90 | 2,36 | 1,63 | 2,14 | 19,32 |
| *Naturaleza Subterránea* | | 1,49 | 1,34 | 1,17 | 1,00 | 1,11 | 1,04 | 1,14 | 1,35 | 1,63 | 2,02 | 1,40 | 1,84 | 16,54 |
| *Naturaleza Superficial* | | 0,25 | 0,23 | 0,20 | 0,17 | 0,19 | 0,18 | 0,19 | 0,23 | 0,27 | 0,34 | 0,23 | 0,31 | 2,78 |
| Industrial | | 3,15 | 3,15 | 3,15 | 3,15 | 3,15 | 3,15 | 3,15 | 3,15 | 3,15 | 3,15 | 3,15 | 3,15 | 37,84 |
| *Naturaleza Subterránea* | | 1,28 | 1,28 | 1,28 | 1,28 | 1,28 | 1,28 | 1,28 | 1,28 | 1,28 | 1,28 | 1,28 | 1,28 | 15,41 |
| *Naturaleza Superficial* | | 1,87 | 1,87 | 1,87 | 1,87 | 1,87 | 1,87 | 1,87 | 1,87 | 1,87 | 1,87 | 1,87 | 1,87 | 22,43 |
| Forestal | | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 1,73 |
| *Naturaleza Subterránea* | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Naturaleza Superficial* | | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 1,73 |
| **TOTAL MATAQUITO** | **(hm³)** | **35,47** | **6,13** | **5,92** | **5,73** | **5,86** | **5,78** | **57,66** | **201,45** | **331,60** | **365,70** | **296,38** | **190,22** | **1.507,90** |
| *Naturaleza Subterránea* | **(hm³)** | ***14,02*** | ***3,09*** | ***2,92*** | ***2,75*** | ***2,86*** | ***2,79*** | ***22,01*** | ***75,24*** | ***123,47*** | ***136,29*** | ***110,33*** | ***71,37*** | ***567,14*** |
| *Naturaleza Superficial* | **(hm³)** | ***21,45*** | ***3,03*** | ***3,01*** | ***2,98*** | ***3,00*** | ***2,98*** | ***35,65*** | ***126,21*** | ***208,13*** | ***229,41*** | ***186,05*** | ***118,85*** | ***940,76*** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **BALANCE HÍDRICO** | | | | | | | | | | | | | | |
| Superávit (+) | (hm³) | 160,29 | 318,72 | 502,20 | 612,16 | 566,61 | 462,00 | 419,82 | 357,26 | 267,82 | 85,67 | 0,00 | 38,00 | 3.790,55 |
| | (%) | 4,23 | 8,41 | 13,25 | 16,15 | 14,95 | 12,19 | 11,08 | 9,43 | 7,07 | 2,26 | 0,00 | 1,00 | 100,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Déficit (-) | (hm³) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -30,86 | 0,00 | -30,86 |
| | (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 100,00 |

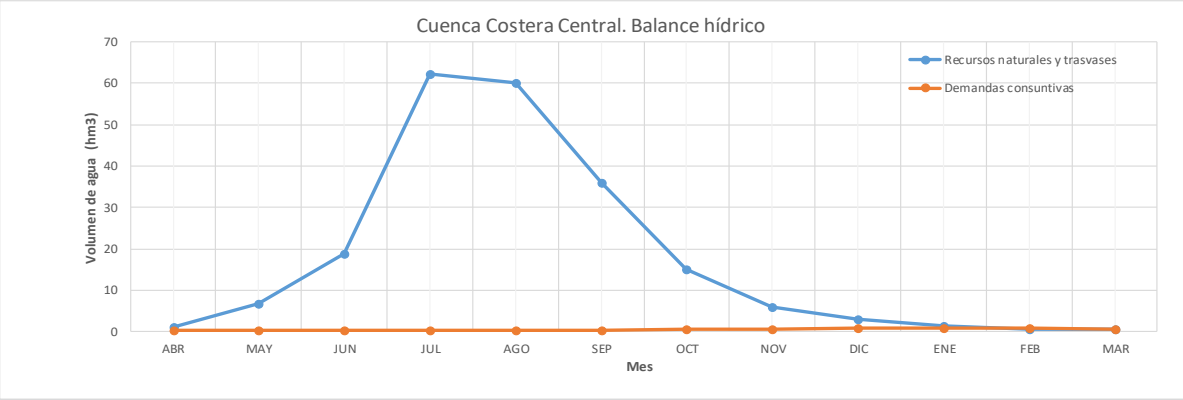



| | | | |
|---|---|---|---|
| **Almacenamiento superficial** | Ud | Capacidad | Acumulado |
| Embalse Planchón | (hm³) | 73,00 | 73,00 |
| | | | |
| **Almacenamiento subterráneo** | Ud | | |
| Recarga anual media | (hm3/año) | 972,18 | |
| Reserva total estimada | (hm³) | 20.785,37 | |

*Fuente: Elaboración propia*

# Gráfico 3-14. Balance hídrico mensual de la Cuenca costera central

| UPH 4. CUENCA COSTERA CENTRAL, PARA RRHHNN AÑO MEDIO Y DEMANDA CONSUNTIVA MAXIMALISTA | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | TOTAL |
| **RECURSOS HÍDRICOS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal medio natural UPH 4 | | 1,20 | 6,80 | 18,82 | 62,14 | 60,19 | 35,91 | 14,99 | 6,00 | 3,09 | 1,34 | 0,55 | 0,43 | 211,47 |
| Trasvases | | | | | | | | | | | | | | 0,00 |
| **TOTAL** | **(hm³)** | **1,20** | **6,80** | **18,82** | **62,14** | **60,19** | **35,91** | **14,99** | **6,00** | **3,09** | **1,34** | **0,55** | **0,43** | **211,47** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **DEMANDAS CONSUNTIVAS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola | | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 | 0,18 | 0,36 | 0,52 | 0,55 | 0,47 | 0,32 | 2,53 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,03* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,01* | *0,05* | *0,09* | *0,13* | *0,14* | *0,12* | *0,08* | *0,64* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,07* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,02* | *0,13* | *0,27* | *0,39* | *0,41* | *0,35* | *0,24* | *1,89* |
| Pecuaria | | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,09 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,002* | *0,002* | *0,002* | *0,002* | *0,002* | *0,002* | *0,002* | *0,002* | *0,002* | *0,002* | *0,002* | *0,002* | *0,02* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,006* | *0,006* | *0,006* | *0,006* | *0,006* | *0,006* | *0,006* | *0,006* | *0,006* | *0,006* | *0,006* | *0,006* | *0,07* |
| Agua potable | | 0,17 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,17 | 0,18 | 0,23 | 0,30 | 0,32 | 0,34 | 0,26 | 0,24 | 2,68 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,001* | *0,001* | *0,001* | *0,001* | *0,001* | *0,001* | *0,001* | *0,002* | *0,002* | *0,002* | *0,001* | *0,001* | *0,01* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,166* | *0,155* | *0,158* | *0,155* | *0,166* | *0,181* | *0,229* | *0,302* | *0,314* | *0,343* | *0,259* | *0,238* | *2,67* |
| Industrial | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| Forestal | | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,06 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,06* |
| **TOTAL** | **(hm³)** | **0,28** | **0,17** | **0,17** | **0,17** | **0,18** | **0,22** | **0,42** | **0,68** | **0,85** | **0,91** | **0,75** | **0,57** | **5,37** |
| **Naturaleza Subterránea** | **(hm³)** | ***0,03*** | ***0,00*** | ***0,00*** | ***0,00*** | ***0,00*** | ***0,01*** | ***0,05*** | ***0,10*** | ***0,14*** | ***0,14*** | ***0,12*** | ***0,08*** | ***0,68*** |
| **Naturaleza Superficial** | **(hm³)** | ***0,25*** | ***0,17*** | ***0,17*** | ***0,17*** | ***0,18*** | ***0,21*** | ***0,37*** | ***0,58*** | ***0,71*** | ***0,76*** | ***0,62*** | ***0,49*** | ***4,68*** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **BALANCE HÍDRICO** | | | | | | | | | | | | | | |
| Superávit (+) | (hm³) | 0,92 | 6,63 | 18,65 | 61,97 | 60,01 | 35,68 | 14,57 | 5,33 | 2,24 | 0,43 | 0,00 | 0,00 | 206,44 |
| | (%) | 0,45 | 3,21 | 9,03 | 30,02 | 29,07 | 17,29 | 7,06 | 2,58 | 1,09 | 0,21 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Déficit (-) | (hm³) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -0,20 | -0,14 | -0,34 |
| | (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 58,74 | 41,26 | 100,00 |

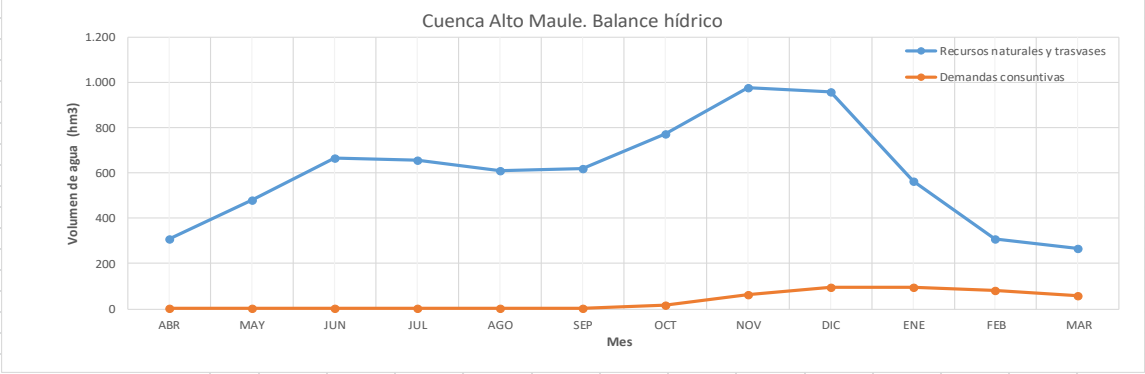



| | | | |
|---|---|---|---|
| **Almacenamiento superficial** | Ud | Capacidad | Acumulado |
| Sin embalse | (hm³) | 0,00 | 0,00 |
| | | | |
| **Almacenamiento subterráneo** | Ud | | |
| Recarga anual media | (hm3/año) | 14,91 | |
| Reserva total estimada | (hm³) | 44,00 | |

*Fuente: Elaboración propia*

# Gráfico 3-15. Balance hídrico mensual de la cuenca Alta del Maule

| UPH 5. CUENCA ALTA DEL MAULE, PARA RRHHNN AÑO MEDIO Y DEMANDA CONSUNTIVA MAXIMALISTA | | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **RECURSOS HÍDRICOS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal medio natural Alto Maule UPH5 | | 334,40 | 488,94 | 665,46 | 656,33 | 614,74 | 622,93 | 782,83 | 1.007,51 | 1.003,34 | 611,32 | 354,07 | 309,42 | 7.451,30 |
| Trasvase Canal Melado de UPH5 a UPH8 | | -23,74 | -10,02 | -0,98 | -0,21 | -2,30 | -0,88 | -11,38 | -29,37 | -42,83 | -48,53 | -43,01 | -42,27 | -255,53 |
| **TOTAL** | **(hm³)** | **310,66** | **478,92** | **664,47** | **656,11** | **612,44** | **622,05** | **771,45** | **978,14** | **960,51** | **562,79** | **311,05** | **267,16** | **7.195,76** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **DEMANDAS CONSUNTIVAS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola | | 0,05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 16,33 | 64,83 | 93,29 | 95,49 | 80,97 | 56,64 | 407,62 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,31* | *1,23* | *1,78* | *1,82* | *1,54* | *1,08* | *7,76* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,05* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *16,02* | *63,60* | *91,52* | *93,68* | *79,43* | *55,57* | *399,86* |
| Pecuaria | | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 0,28 | 3,39 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,005* | *0,005* | *0,005* | *0,005* | *0,005* | *0,005* | *0,005* | *0,005* | *0,005* | *0,005* | *0,005* | *0,005* | *0,06* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,277* | *0,277* | *0,277* | *0,277* | *0,277* | *0,277* | *0,277* | *0,277* | *0,277* | *0,277* | *0,277* | *0,277* | *3,33* |
| Agua potable | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| Industrial | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| Forestal | | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,22 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,02* | *0,02* | *0,02* | *0,02* | *0,02* | *0,02* | *0,02* | *0,02* | *0,02* | *0,02* | *0,02* | *0,02* | *0,22* |
| **TOTAL** | **(hm³)** | **0,35** | **0,30** | **0,30** | **0,30** | **0,30** | **0,30** | **16,63** | **65,14** | **93,59** | **95,79** | **81,27** | **56,94** | **411,23** |
| **Naturaleza Subterránea** | **(hm³)** | ***0,01*** | ***0,01*** | ***0,01*** | ***0,01*** | ***0,01*** | ***0,01*** | ***0,32*** | ***1,24*** | ***1,78*** | ***1,82*** | ***1,55*** | ***1,08*** | ***7,82*** |
| **Naturaleza Superficial** | **(hm³)** | ***0,34*** | ***0,30*** | ***0,30*** | ***0,30*** | ***0,30*** | ***0,30*** | ***16,32*** | ***63,90*** | ***91,81*** | ***93,97*** | ***79,73*** | ***55,86*** | ***403,40*** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **BALANCE HÍDRICO** | | | | | | | | | | | | | | |
| Superávit (+) | (hm³) | 310,31 | 478,62 | 664,17 | 655,81 | 612,14 | 621,75 | 754,82 | 913,00 | 866,92 | 466,99 | 229,78 | 210,22 | 6.784,53 |
| | (%) | 4,57 | 7,05 | 9,79 | 9,67 | 9,02 | 9,16 | 11,13 | 13,46 | 12,78 | 6,88 | 3,39 | 3,10 | 100,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Déficit (-) | (hm³) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

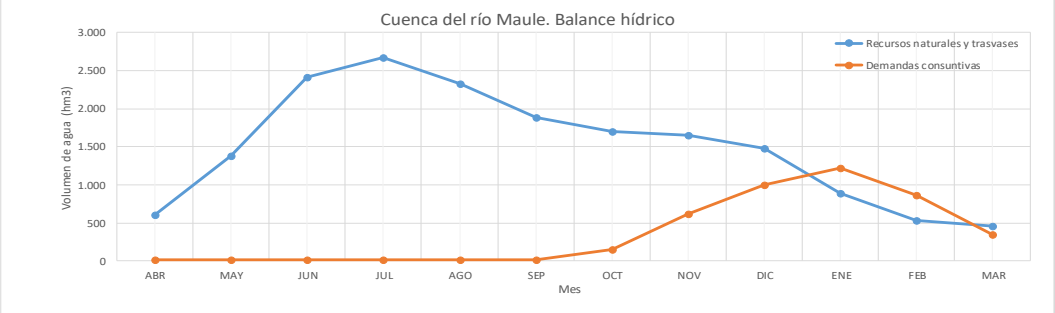



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Almacenamiento superficial** | Ud | Capacidad | Total | |
| Laguna Invernada | (hm³) | 174,00 | 174,00 | |
| Laguna del Maule | (hm³) | 1.420,00 | 1.594,00 | |
| Laguna Dial | (hm³) | | 1.594,00 | Sin dato |
| Embalse Melado | (hm³) | 134,00 | 1.728,00 | |
| | | | | |
| **Almacenamiento subterráneo** | Ud | | | |
| Recarga anual media | (hm3/año) | 39,50 | | |
| Reserva total estimada | (hm³) | 17,38 | | |

*Fuente: Elaboración propia*

# Gráfico 3-16. Balance hídrico mensual de la cuenca Alta, Media y Baja del Maule

| UPH (5+6+7+8). ACUMULADO DE LA CUENCA DEL RÍO MAULE (UPH5+UPH6+UPH7+UPH8), PARA RRHHNN AÑO MEDIO Y DEMANDA CONSUNTIVA MAXIMALISTA | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | TOTAL |
| **RECURSOS HÍDRICOS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal medio natural Alto Maule UPH5 | | 334,40 | 488,94 | 665,46 | 656,33 | 614,74 | 622,93 | 782,83 | 1.007,51 | 1.003,34 | 611,32 | 354,07 | 309,42 | 7.451,30 |
| Caudal medio natural Medio y Bajo Maule UPH6 | | 77,41 | 284,13 | 607,42 | 752,90 | 646,51 | 457,85 | 313,50 | 201,85 | 145,72 | 79,14 | 46,20 | 45,55 | 3.658,20 |
| Caudal medio natural UPH7 | | 47,74 | 184,83 | 423,28 | 530,92 | 450,49 | 302,84 | 181,35 | 95,95 | 60,85 | 32,67 | 18,02 | 18,87 | 2.347,80 |
| Caudal medio natural UPH8 | | 147,46 | 421,62 | 718,95 | 733,50 | 617,72 | 504,00 | 416,83 | 341,94 | 266,13 | 167,64 | 107,81 | 89,59 | 4.533,20 |
| **TOTAL RRHH UPH (5+6+7+8)** | **(hm³)** | **607,01** | **1.379,52** | **2.415,11** | **2.673,64** | **2.329,46** | **1.887,63** | **1.694,51** | **1.647,25** | **1.476,04** | **890,77** | **526,09** | **463,44** | **17.990,49** |
| **DEMANDAS CONSUNTIVAS DE LA CUENCA DEL RÍO MAULE** | | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola | | 2,31 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 142,86 | 599,83 | 980,06 | 1.208,88 | 844,41 | 333,51 | 4.111,86 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,20* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *12,90* | *52,91* | *86,81* | *108,00* | *74,03* | *26,73* | *361,57* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *2,11* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *129,96* | *546,92* | *893,25* | *1.100,88* | *770,38* | *306,79* | *3.750,29* |
| Pecuaria | | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 28,41 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *2,48* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *25,93* |
| Agua potable | | 3,77 | 3,48 | 3,16 | 3,03 | 3,24 | 3,13 | 3,42 | 3,80 | 4,45 | 5,12 | 3,80 | 4,56 | 44,97 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *3,42* | *3,16* | *2,86* | *2,74* | *2,93* | *2,83* | *3,09* | *3,43* | *4,03* | *4,63* | *3,44* | *4,14* | *40,69* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,35* | *0,33* | *0,30* | *0,29* | *0,31* | *0,30* | *0,33* | *0,37* | *0,43* | *0,48* | *0,36* | *0,43* | *4,28* |
| Industrial | | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 81,08 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *81,08* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| Forestal | | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 19,99 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *19,99* |
| **TOTAL DEM Maule UPH (5+6+7+8)** | **(hm³)** | **16,87** | **14,27** | **13,96** | **13,82** | **14,03** | **13,92** | **157,07** | **614,42** | **995,30** | **1.224,79** | **859,01** | **348,86** | **4.286,31** |
| ***Naturaleza Subterránea*** | ***(hm³)*** | ***10,58*** | ***10,12*** | ***9,83*** | ***9,71*** | ***9,89*** | ***9,79*** | ***22,95*** | ***63,30*** | ***97,80*** | ***119,60*** | ***84,43*** | ***37,83*** | ***485,82*** |
| ***Naturaleza Superficial*** | ***(hm³)*** | ***6,29*** | ***4,15*** | ***4,13*** | ***4,12*** | ***4,14*** | ***4,13*** | ***134,12*** | ***551,12*** | ***897,50*** | ***1.105,19*** | ***774,57*** | ***311,04*** | **3.800,49** |
| **BALANCE HÍDRICO** | | | | | | | | | | | | | | |
| Superávit (+) | (hm³) | 590,14 | 1.365,25 | 2.401,16 | 2.659,82 | 2.315,43 | 1.873,71 | 1.537,44 | 1.032,83 | 480,75 | 0,00 | 0,00 | 114,57 | 14.371,11 |
| | (%) | 4,11 | 9,50 | 16,71 | 18,51 | 16,11 | 13,04 | 10,70 | 7,19 | 3,35 | 0,00 | 0,00 | 0,80 | 100,00 |
| Déficit (-) | (hm³) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -334,01 | -332,91 | 0,00 | -666,93 |
| | (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 50,08 | 49,92 | 0,00 | 100,00 |

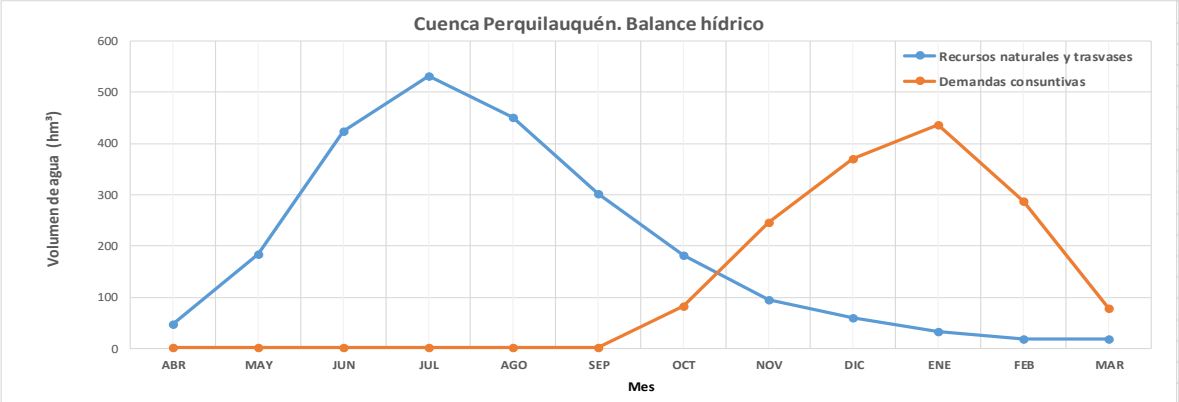



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Almacenamiento superficial** | Ud | Capacidad | Acumulado | |
| Laguna Invernada | (hm³) | 174,00 | 174,00 | |
| Laguna del Maule | (hm³) | 1.420,00 | 1.594,00 | |
| Laguna Dial | (hm³) | | 1.594,00 | Sin dato |
| Embalse Melado | (hm³) | 134,00 | 1.728,00 | |
| Embalse Colbún | (hm³) | 1.490,00 | 3.218,00 | |
| Embalse Digua | (hm³) | 220,00 | 3.438,00 | |
| Embalse Tutuvén | (hm³) | 22,00 | 3.460,00 | |
| Embalse Machicura | (hm³) | 55,00 | 3.515,00 | |
| Embalse Ancoa | (hm³) | 79,00 | 3.594,00 | |
| Laguna Achibueno | (hm³) | | 3.594,00 | Sin dato |
| Embalse Bullileo | (hm³) | 60,00 | 3.654,00 | |
| **Almacenamiento subterráneo** | Ud | | | |
| Recarga anual media | (hm3/año) | 1.996,27 | | |
| Reserva total estimada | (hm³) | 6.092,33 | | |

*Fuente: Elaboración propia*

# Gráfico 3-17. Balance hídrico mensual de la cuenca del Perquilauquén

| UPH 7. CUENCA PERQUILAUQUÉN, PARA RRHHNN AÑO MEDIO Y DEMANDA CONSUNTIVA MAXIMALISTA | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | TOTAL |
| **RECURSOS HÍDRICOS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal medio natural | | 47,7 | 184,8 | 423,3 | 530,9 | 450,5 | 302,8 | 181,3 | 95,9 | 60,9 | 32,7 | 18,0 | 18,9 | 2.347,8 |
| Trasvases | | | | | | | | | | | | | | 0,00 |
| **TOTAL** | **(hm³)** | **47,7** | **184,8** | **423,3** | **530,9** | **450,5** | **302,8** | **181,3** | **95,9** | **60,9** | **32,7** | **18,0** | **18,9** | **2.347,8** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **DEMANDAS CONSUNTIVAS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola | | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 81,90 | 244,19 | 369,02 | 434,60 | 286,42 | 75,69 | 1.491,91 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,01* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *8,65* | *25,77* | *38,95* | *45,87* | *30,23* | *7,99* | *157,48* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,08* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *73,26* | *218,41* | *330,07* | *388,72* | *256,18* | *67,70* | *1.334,43* |
| Pecuaria | | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 10,84 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *1,14* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *9,70* |
| Agua potable | | 0,69 | 0,63 | 0,62 | 0,53 | 0,60 | 0,59 | 0,71 | 0,89 | 0,95 | 1,11 | 0,78 | 0,88 | 8,99 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,59* | *0,54* | *0,53* | *0,45* | *0,51* | *0,50* | *0,61* | *0,76* | *0,81* | *0,95* | *0,67* | *0,75* | *7,66* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,10* | *0,09* | *0,09* | *0,08* | *0,09* | *0,09* | *0,10* | *0,13* | *0,14* | *0,16* | *0,12* | *0,13* | *1,33* |
| Industrial | | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,1 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,13* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| Forestal | | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 4,79 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *4,79* |
| **TOTAL** | **(hm³)** | **2,1** | **1,9** | **1,9** | **1,8** | **1,9** | **1,9** | **83,9** | **246,4** | **371,3** | **437,0** | **288,5** | **77,9** | **1.516,7** |
| **Naturaleza Subterránea** | **(hm³)** | ***0,7*** | ***0,6*** | ***0,6*** | ***0,6*** | ***0,6*** | ***0,6*** | ***9,4*** | ***26,6*** | ***39,9*** | ***46,9*** | ***31,0*** | ***8,8*** | ***166,4*** |
| **Naturaleza Superficial** | **(hm³)** | ***1,4*** | ***1,3*** | ***1,3*** | ***1,3*** | ***1,3*** | ***1,3*** | ***74,6*** | ***219,7*** | ***331,4*** | ***390,1*** | ***257,5*** | ***69,0*** | ***1.350,2*** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **BALANCE HÍDRICO** | | | | | | | | | | | | | | |
| Superávit (+) | | 45,6 | 182,9 | 421,4 | 529,1 | 448,6 | 300,9 | 97,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2.025,9 |
| | | 2,3% | 9,0% | 20,8% | 26,1% | 22,1% | 14,9% | 4,8% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 100,0% |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Déficit (-) | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | -150,4 | -310,4 | -404,3 | -270,5 | -59,0 | -1.194,7 |
| | | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 0,0% | 12,6% | 26,0% | 33,8% | 22,6% | 4,9% | 100,0% |



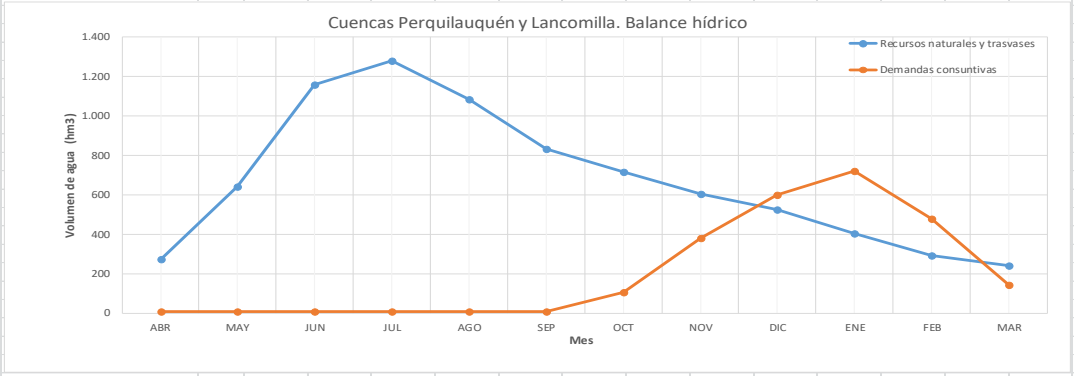

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Almacenamiento superficial** | Ud | Capacidad | Acumulado |
| Embalse Digua | (hm³) | 220,00 | 220,00 |
| Embalse Tutuvén | (hm³) | 22,00 | 242,00 |
| | | | |
| **Almacenamiento subterráneo** | Ud | | |
| Recarga anual media (hm3/año) | | 932,94 | |
| Reserva total estimada | (hm³) | 2.921,00 | |

*Fuente: Elaboración propia*

# Gráfico 3-18. Balance hídrico mensual de las cuencas del Perquilauquén y Loncomilla acumuladas

**UPH (7+8). ACUMULADO CUENCAS PERQUILAUQUÉN Y LONCOMILLA (UPH7 + UPH8), PARA RRHHNN AÑO MEDIO Y DEMANDA CONSUNTIVA MAXIMALISTA**

| | | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **RECURSOS HÍDRICOS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal medio natural UPH7 | | 47,74 | 184,83 | 423,28 | 530,92 | 450,49 | 302,84 | 181,35 | 95,95 | 60,85 | 32,67 | 18,02 | 18,87 | 2.347,80 |
| Caudal medio natural UPH8 | | 147,46 | 421,62 | 718,95 | 733,50 | 617,72 | 504,00 | 416,83 | 341,94 | 266,13 | 167,64 | 107,81 | 89,59 | 4.533,20 |
| Trasvase Canal Maule Sur de UPH6 a UPH8 | | 21,36 | 10,79 | 7,21 | 6,67 | 7,20 | 12,05 | 35,57 | 52,90 | 57,29 | 57,37 | 45,51 | 34,10 | 348,02 |
| Trasvase Canales S1+S2+S3 de UPH6 a UPH8 | | 30,77 | 11,68 | 5,29 | 9,16 | 3,64 | 12,00 | 68,97 | 81,93 | 96,96 | 99,10 | 79,28 | 56,35 | 555,13 |
| Trasvase de UPH6 a UPH8 Duao Zapata+San Clem | | 31,49 | 13,53 | 4,46 | 2,76 | 3,13 | 15,84 | 54,34 | 67,68 | 80,57 | 77,75 | 60,53 | 47,22 | 459,30 |
| Trasvase de UPH8 a UPH6 Duao Zapata+San Clem | | -31,49 | -13,53 | -4,46 | -2,76 | -3,13 | -15,84 | -54,34 | -67,68 | -80,57 | -77,75 | -60,53 | -47,22 | -459,30 |
| Trasvase Canal Melado desde UPH5 | | 23,74 | 10,02 | 0,98 | 0,21 | 2,30 | 0,88 | 11,38 | 29,37 | 42,83 | 48,53 | 43,01 | 42,27 | 255,53 |
| **TOTAL RRHH (UPH7 + UPH8)** | **(hm³)** | **271,07** | **638,93** | **1.155,71** | **1.280,46** | **1.081,36** | **831,78** | **714,10** | **602,09** | **524,06** | **405,32** | **293,62** | **241,18** | **8.039,68** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **DEMANDAS CONSUNTIVAS LAS UPH7-PERQUILAUQUÉN + UPH 8-LONCOMILLA** | | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola | | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 97,97 | 369,51 | 589,24 | 712,28 | 468,05 | 134,42 | 2.371,56 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,01* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *10,16* | *37,59* | *59,71* | *72,05* | *47,35* | *13,53* | *240,40* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,08* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *87,81* | *331,92* | *529,53* | *640,23* | *420,70* | *120,89* | *2.131,17* |
| Pecuaria | | 1,52 | 1,52 | 1,52 | 1,52 | 1,52 | 1,52 | 1,52 | 1,52 | 1,52 | 1,52 | 1,52 | 1,52 | 18,22 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,15* | *0,15* | *0,15* | *0,15* | *0,15* | *0,15* | *0,15* | *0,15* | *0,15* | *0,15* | *0,15* | *0,15* | *1,84* |
| *Naturaleza Superficial* | | *1,37* | *1,37* | *1,37* | *1,37* | *1,37* | *1,37* | *1,37* | *1,37* | *1,37* | *1,37* | *1,37* | *1,37* | *16,38* |
| Agua potable | | 1,81 | 1,64 | 1,49 | 1,28 | 1,43 | 1,37 | 1,56 | 1,90 | 2,17 | 2,62 | 1,83 | 2,25 | 21,35 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *1,66* | *1,50* | *1,36* | *1,17* | *1,31* | *1,25* | *1,43* | *1,72* | *1,98* | *2,40* | *1,67* | *2,07* | *19,53* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,15* | *0,13* | *0,13* | *0,11* | *0,12* | *0,12* | *0,14* | *0,17* | *0,19* | *0,22* | *0,16* | *0,18* | *1,82* |
| Industrial | | 3,63 | 3,63 | 3,63 | 3,63 | 3,63 | 3,63 | 3,63 | 3,63 | 3,63 | 3,63 | 3,63 | 3,63 | 43,55 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *3,63* | *3,63* | *3,63* | *3,63* | *3,63* | *3,63* | *3,63* | *3,63* | *3,63* | *3,63* | *3,63* | *3,63* | *43,55* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| Forestal | | 1,54 | 1,54 | 1,54 | 1,54 | 1,54 | 1,54 | 1,54 | 1,54 | 1,54 | 1,54 | 1,54 | 1,54 | 18,48 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| *Naturaleza Superficial* | | *1,54* | *1,54* | *1,54* | *1,54* | *1,54* | *1,54* | *1,54* | *1,54* | *1,54* | *1,54* | *1,54* | *1,54* | *18,48* |
| **TOTAL DEM (UPH7 + UPH8)** | **(hm³)** | **8,59** | **8,33** | **8,18** | **7,97** | **8,12** | **8,06** | **106,22** | **378,10** | **598,09** | **721,59** | **476,56** | **143,36** | **2.473,17** |
| ***Naturaleza Subterránea*** | **(hm³)** | ***5,46*** | ***5,29*** | ***5,15*** | ***4,96*** | ***5,09*** | ***5,04*** | ***15,37*** | ***43,10*** | ***65,47*** | ***78,23*** | ***52,80*** | ***19,38*** | ***305,32*** |
| ***Naturaleza Superficial*** | **(hm³)** | ***3,13*** | ***3,04*** | ***3,03*** | ***3,01*** | ***3,03*** | ***3,02*** | ***90,86*** | ***335,00*** | ***532,62*** | ***643,36*** | ***423,76*** | ***123,98*** | ***2.167,85*** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **BALANCE HÍDRICO** | | | | | | | | | | | | | | |
| Superávit (+) | (hm³) | 271,07 | 630,61 | 1.147,53 | 1.272,49 | 1.073,24 | 823,72 | 607,88 | 224,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 97,82 | 6.148,36 |
| | (%) | 4,41 | 10,26 | 18,66 | 20,70 | 17,46 | 13,40 | 9,89 | 3,64 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,59 | 100,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Déficit (-) | (hm³) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -74,03 | -316,27 | -182,94 | 0,00 | -573,25 |
| | (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 12,91 | 55,17 | 31,91 | 0,00 | 100,00 |

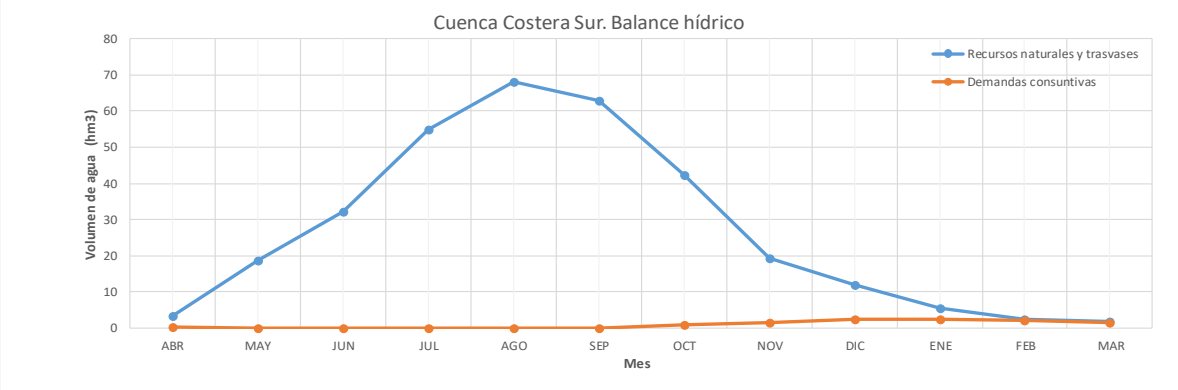



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Almacenamiento superficial** | Ud | Capacidad | Acumulado | |
| Embalse Digua | (hm³) | 220,00 | 220,00 | |
| Embalse Tutuvén | (hm³) | 22,00 | 242,00 | |
| Embalse Machicura | (hm³) | 55,00 | 297,00 | |
| Embalse Ancoa | (hm³) | 79,00 | 376,00 | |
| Laguna Achibueno | (hm³) | | 376,00 | Sin dato |
| Embalse Bullileo | (hm³) | 60,00 | 436,00 | |
| | | | | |
| **Almacenamiento subterráneo** | Ud | | | |
| Recarga anual media | (hm3/año) | 1.526,91 | | |
| Reserva total estimada | (hm³) | 4.987,00 | | |

*Fuente: Elaboración propia*

# Gráfico 3-19. Balance hídrico mensual de las cuencas de la Costera sur

| UPH 9. CUENCA COSTERA SUR, PARA RRHHNN AÑO MEDIO Y DEMANDA CONSUNTIVA MAXIMALISTA | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | TOTAL |
| **RECURSOS HÍDRICOS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal medio natural UPH 9 | | 3,32 | 18,59 | 32,09 | 54,86 | 68,12 | 63,00 | 42,44 | 19,44 | 11,86 | 5,47 | 2,51 | 1,96 | 323,66 |
| Trasvases | | | | | | | | | | | | | | 0,00 |
| **TOTAL** | **(hm³)** | **3,32** | **18,59** | **32,09** | **54,86** | **68,12** | **63,00** | **42,44** | **19,44** | **11,86** | **5,47** | **2,51** | **1,96** | **323,66** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **DEMANDAS CONSUNTIVAS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola | | 0,33 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,75 | 1,52 | 2,18 | 2,19 | 1,90 | 1,29 | 10,16 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,06* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,13* | *0,27* | *0,39* | *0,39* | *0,34* | *0,23* | *1,80* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,27* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,62* | *1,25* | *1,80* | *1,80* | *1,57* | *1,06* | *8,37* |
| Pecuaria | | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,40 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,07* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,03* | *0,03* | *0,03* | *0,03* | *0,03* | *0,03* | *0,03* | *0,03* | *0,03* | *0,03* | *0,03* | *0,03* | *0,33* |
| Agua potable | | 0,07 | 0,06 | 0,06 | 0,06 | 0,07 | 0,07 | 0,09 | 0,12 | 0,13 | 0,14 | 0,10 | 0,10 | 1,07 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,03* | *0,03* | *0,03* | *0,03* | *0,03* | *0,03* | *0,04* | *0,05* | *0,05* | *0,06* | *0,04* | *0,04* | *0,44* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,04* | *0,04* | *0,04* | *0,04* | *0,04* | *0,04* | *0,05* | *0,07* | *0,07* | *0,08* | *0,06* | *0,06* | *0,64* |
| Industrial | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| Forestal | | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,09 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,09* |
| **TOTAL** | **(hm³)** | **0,44** | **0,10** | **0,10** | **0,10** | **0,11** | **0,11** | **0,88** | **1,68** | **2,35** | **2,37** | **2,05** | **1,43** | **11,73** |
| **Naturaleza Subterránea** | **(hm³)** | **0,09** | **0,03** | **0,03** | **0,03** | **0,03** | **0,04** | **0,18** | **0,32** | **0,44** | **0,45** | **0,38** | **0,27** | **2,30** |
| **Naturaleza Superficial** | **(hm³)** | **0,35** | **0,07** | **0,07** | **0,07** | **0,08** | **0,08** | **0,71** | **1,36** | **1,91** | **1,92** | **1,66** | **1,15** | **9,43** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **BALANCE HÍDRICO** | | | | | | | | | | | | | | |
| Superávit (+) | (hm³) | 2,88 | 18,48 | 31,99 | 54,76 | 68,01 | 62,89 | 41,55 | 17,76 | 9,51 | 3,11 | 0,46 | 0,53 | 311,93 |
| | (%) | 0,92 | 5,93 | 10,26 | 17,56 | 21,80 | 20,16 | 13,32 | 5,69 | 3,05 | 1,00 | 0,15 | 0,17 | 100,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Déficit (-) | (hm³) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |




| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Almacenamiento superficial** | Ud | Capacidad | Acumulado | | | | | | | | | | | |
| Sin embalse | (hm³) | 0,00 | 0,00 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **Almacenamiento subterráneo** | Ud | | | | | | | | | | | | | |
| Recarga anual media | (hm3/año) | 78,85 | | | | | | | | | | | | |
| Reserva total estimada | (hm³) | 282,55 | | | | | | | | | | | | |

*Fuente: Elaboración propia*

Como se advierte de los distintos balances analizados, pueden presentarse situaciones muy variadas y a continuación se describe algunos casos donde se explica cómo deben leerse e interpretarse estos balances de Planificación:

- Los balances de planificación se han elaborado incluyendo, por un lado, los "Recursos Hídricos", por otro las "Demandas consuntivas", el "Balance Hídrico" y la disponibilidad de los almacenamientos de agua. La unidad de medida utilizada es el $hm^3$.
- Los Recursos Hídricos incluyen la aportación natural media total de la UPH, como así también los trasvases entre UPH y las regiones vecinas, a nivel mensual y la total anual.
- La aportación natural media total de la UPH (superficial+subterránea) considerada en estos balances son aportaciones naturales totales de un año medio.
- En consecuencia, los Recursos Hídricos en los balances están formados por la suma de las aportaciones naturales y trasvases como (superficial+subterránea±trasvases).
- Las Demandas Consuntivas incluyen la demanda media de la UPH, de la agrícola, pecuaria, agua potable, industrial y forestal. La agrícola con el detalle al nivel mensual y la total anual. Del resto de demandas solo se disponía del valor anual, por lo que se ha distribuido en forma uniforme en los doce meses.
- El resultado final es el Balance Hídrico, donde se cuantifica al nivel mensual y anual el superávit y el déficit, tanto en $hm^3$ como en porcentajes.
- Los almacenamientos superficiales y subterráneos de la UPH, revelan el grado de regulación natural y artificial de la UPH, mediante la disponibilidad del recurso en lagos, embalses y acuíferos.

Los ejemplos siguientes demuestran cómo se utiliza esta información para realizar el Diagnóstico de la Situación Actual de las Unidades de Planificación Hídrica.

### 3.7.4.4. Explicación del balance hídrico del Perquilauquén

El Balance Hídrico de la UPH 7. CUENCA DEL PERQUILAUQUÉN arroja un déficit total anual de -1.196,7 $hm^3$ y un superávit de 2.023 $hm^3$.

Analizando el total de los Recursos Hídricos (aportaciones naturales ± trasvases) se observa que entre los meses de octubre a abril las aportaciones son muy reducidas respecto de las demandas, y la presencia de los embalses Digua y Tutuvén con capacidad total de regulación de 242 $hm^3$ almacenados en el periodo de abril a octubre, no permite disponer del recurso necesario cuando se lo necesita.

El Diagnóstico de esta situación revela un problema al que hay que darle solución, y es la "Falta de regulación de los recursos hídricos de la Cuenca del Perquilauquén". Esta falta de capacidad de regulación de la UPH 7, no permite garantizar la gestión de las demandas en el periodo entre octubre a abril.

Adicionalmente, los acuíferos de la UPH 7 disponen en su conjunto de una recarga media anual de 933 $hm^3$ que se recargan anualmente, sin embargo, en un periodo de sequía extrema se podría extraer de la reserva total máxima estimada de 2.921 $hm^3$, sobreexplotando los acuíferos en una situación de emergencia. La naturaleza subterránea de la satisfacción de las demandas totales 167 $hm^3$, indica que no se está aprovechando en forma satisfactoria la recarga media anual de los acuíferos de la cuenca, debido a que su explotación representa tan solo el 18% de la recarga media anual.

En el caso extremo de aprovechar al máximo los almacenamientos superficiales y subterráneos, esto es 242+933=1.175 $hm^3$, aun así no se alcanzaría a cubrir el déficit de 1.197 $hm^3$, pero se podrían sobreexplotar los acuíferos en 22 $hm^3$.

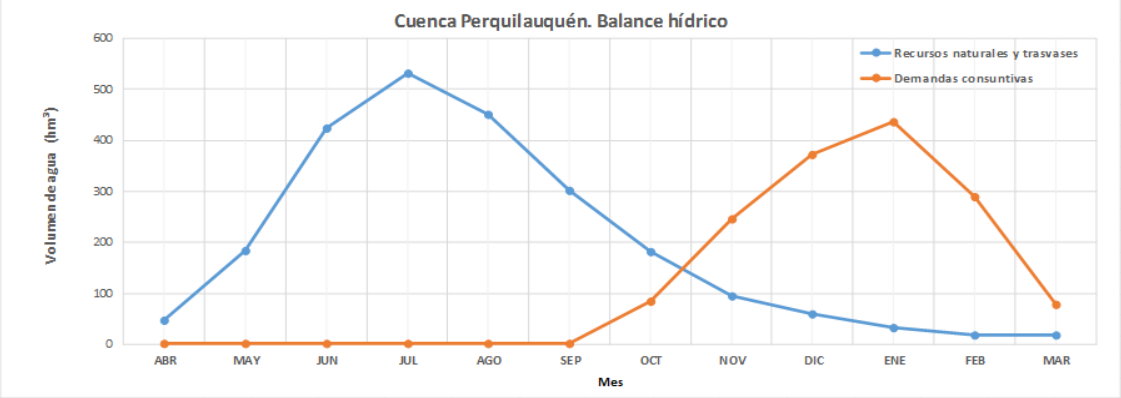
Considerando la demanda por los Derechos de Aprovechamiento de Aguas no consultivos (demanda no consuntiva) determinados con un "Caudal No Consultivo equivalente" (ver punto 4.3), en la Tabla 3-43 se realizó una hipótesis de un volumen anual de 129,93 $hm^3$. Este se debe considerar en el planteamiento del déficit y necesidades, reflejando un déficit mayor, y por

lo tanto los recursos no cubrirían las necesidades de la Unidad de Planificación.

En síntesis, y como conclusión del Diagnóstico de la UPH 7, se necesita una mayor capacidad de regulación en las cuencas de cabecera del Perquilauquén, Purapel y Cauquenes -siendo estas dos últimas las más críticas por la menor pluviometría-, así como también aumentar la explotación de sus acuíferos.

# Gráfico 3-20. Balance hídrico mensual de la cuenca del Perquilauquén

| UPH 7. CUENCA PERQUILAUQUÉN, PARA RRHHNN AÑO MEDIO Y DEMANDA CONSUNTIVA MAXIMALISTA | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | TOTAL |
| **RECURSOS HÍDRICOS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal medio natural | | 47,7 | 184,8 | 423,3 | 530,9 | 450,5 | 302,8 | 181,3 | 95,9 | 60,9 | 32,7 | 18,0 | 18,9 | 2.347,8 |
| Trasvases | | | | | | | | | | | | | | 0,00 |
| **TOTAL** | ($hm^3$) | **47,7** | **184,8** | **423,3** | **530,9** | **450,5** | **302,8** | **181,3** | **95,9** | **60,9** | **32,7** | **18,0** | **18,9** | **2.347,8** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **DEMANDAS CONSUNTIVAS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola | | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 81,90 | 244,19 | 369,02 | 434,60 | 286,42 | 75,69 | 1.491,91 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,01* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *8,65* | *25,77* | *38,95* | *45,87* | *30,23* | *7,99* | *157,48* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,08* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *73,26* | *218,41* | *330,07* | *388,72* | *256,18* | *67,70* | *1.334,43* |
| Pecuaria | | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 10,84 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *1,14* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *9,70* |
| Agua potable | | 0,79 | 0,72 | 0,70 | 0,60 | 0,68 | 0,67 | 0,80 | 1,01 | 1,08 | 1,26 | 0,88 | 0,99 | 10,17 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,67* | *0,61* | *0,59* | *0,51* | *0,58* | *0,57* | *0,69* | *0,86* | *0,92* | *1,07* | *0,75* | *0,85* | *8,67* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,12* | *0,11* | *0,10* | *0,09* | *0,10* | *0,10* | *0,12* | *0,15* | *0,16* | *0,19* | *0,13* | *0,15* | *1,50* |
| Industrial | | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,1 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,14* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| Forestal | | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 8,02 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *8,02* |
| **TOTAL** | ($hm^3$) | **2,5** | **2,3** | **2,3** | **2,2** | **2,3** | **2,3** | **84,3** | **246,8** | **371,7** | **437,4** | **288,9** | **78,3** | **1.521,1** |
| **Naturaleza Subterránea** | ($hm^3$) | ***0,8*** | ***0,7*** | ***0,7*** | ***0,6*** | ***0,7*** | ***0,7*** | ***9,4*** | ***26,7*** | ***40,0*** | ***47,1*** | ***31,1*** | ***8,9*** | ***167,4*** |
| **Naturaleza Superficial** | ($hm^3$) | ***1,7*** | ***1,6*** | ***1,6*** | ***1,6*** | ***1,6*** | ***1,6*** | ***74,9*** | ***220,0*** | ***331,7*** | ***390,4*** | ***257,8*** | ***69,3*** | ***1.353,6*** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **BALANCE HÍDRICO** | | | | | | | | | | | | | | |
| Superávit (+) | ($hm^3$) | 45,3 | 182,5 | 421,0 | 528,7 | 448,2 | 300,6 | 97,1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 2.023,4 |
| | (%) | 2,24 | 9,02 | 20,81 | 26,13 | 22,15 | 14,86 | 4,80 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Déficit (-) | ($hm^3$) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | -150,8 | -310,8 | -404,8 | -270,9 | -59,4 | -1.196,7 |
| | (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 12,60 | 25,97 | 33,82 | 22,63 | 4,96 | 100,00 |




| | | | |
|---|---|---|---|
| **Almacenamiento superficial** | Ud | Capacidad | Acumulado |
| Embalse Digua | ($hm^3$) | 220,00 | 220,00 |
| Embalse Tutuvén | ($hm^3$) | 22,00 | 242,00 |
| | | | |
| **Almacenamiento subterráneo** | Ud | | |
| Recarga anual media (hm3/año) | | 932,94 | |
| Reserva total estimada | ($hm^3$) | 2.921,00 | |

*Fuente: Elaboración Propia*

### 3.7.4.5. Explicación del balance de la cuenca Alta del Mataquito

Al analizar el Balance Hídrico de la **UPH 2. CUENCA ALTA DEL MATAQUITO** (Gráfico 3-21) se observa un déficit total anual de -24 $hm^3$ y un superávit de 3.082 $hm^3$. Analizando el total de los Recursos Hídricos (aportaciones naturales ± trasvases) se observa que los recursos hídricos caen drásticamente desde diciembre hasta abril, sin embargo, la presencia del embalse del Planchón con capacidad total de regulación anual de 73 $hm^3$ almacenados en el periodo de abril a diciembre, permitiría disponer del recurso necesario cuando se lo necesita para un año medio de recursos. Sin embargo, la rama descendente de los recursos hídricos a partir de diciembre podría agudizar aún más el déficit frente a la capacidad de regulación del embalse. Esta capacidad de regulación límite de la UPH 2, podría no permitir garantizar la gestión de las demandas en el periodo en una situación de sequía.

Por otro lado, los acuíferos de la UPH 2 disponen en su conjunto de una recarga media anual de 716 $hm^3$ que se recargan anualmente, sin embargo, en un periodo de sequía extrema se podría extraer de la reserva total máxima estimada de 18.969 $hm^3$, sobreexplotando los acuíferos en una situación de emergencia. La naturaleza subterránea de la satisfacción de las demandas totales de 554 $hm^3$, indica que para un año medio de recursos hídricos, se está aprovechando en forma satisfactoria la recarga media anual de los acuíferos de la cuenca, pudiendo alcanzar rápidamente la sobreexplotación en situaciones de sequía.

Considerando la demanda por los Derechos de Aprovechamiento de Aguas no consultivos determinados con un "Caudal No Consultivo equivalente" (ver punto 4.3), se definió en la Tabla 3-43 un volumen hipotético anual de 457,27 $hm^3$. Con esta consideración los meses febrero y enero serán los afectados en el caso del uso del derecho no consultivo, es decir la demanda no quedaría garantizada. Por lo contario el resto del año, la disponibilidad de los recursos hídricos no quedaría afectada por esta demanda.18

En síntesis, y como conclusión del Diagnóstico de la UPH 2 para el Escenario 1.1, el balance entre la oferta y la demanda están garantizados por los

almacenamientos de los embalses y los acuíferos que llegan próximos a sus límites de explotación, sería recomendable una mayor capacidad de regulación en la Cuenca Alta del Mataquito, y no incrementar la utilización de la recarga anual de los acuíferos.

### 3.7.4.6. Explicación del balance de la cuenca media y baja del Maule acumulado

Al analizar el balance hídrico de la **UPH 6. CUENCA MEDIA Y BAJA DEL MAULE**, (Gráfico 3-22) como conjunto de las unidades que componen la Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8), con los recursos hídricos y las demandas de las cuencas superiores, se observa un hipotético déficit total anual de unos -674 $hm^3$ y un superávit de 14.340 $hm^3$.

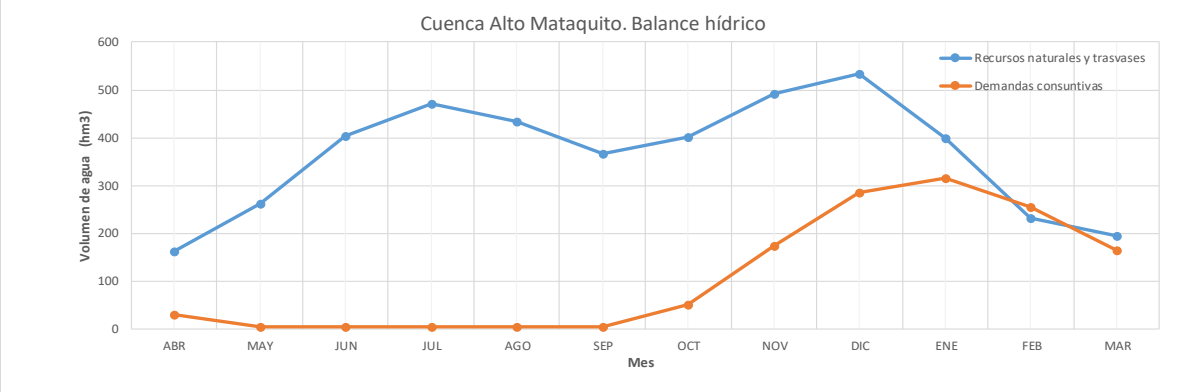
El recurso hídrico natural total para el año medio, para la Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8) es de unos 17.990 $hm^3$/año, y la demanda total maximalista de 4.324 $hm^3$/año.

En estas UPH (5+6+7+8) los trasvases entre la UPH 5 a UPH 8 y entre las UPH 6 y UPH 8 son importantes, sin embargo, su saldo total es nulo porque se compensan al estar todos dentro de la Cuenca del río Maule.

Analizando el total de los Recursos Hídricos (aportaciones naturales ± trasvases) se observa que los recursos hídricos caen drásticamente desde diciembre hasta abril, sin embargo, la presencia de los embalses con capacidad total de regulación anual de unos 3.500 $hm^3$ almacenados en el periodo de abril a octubre, permitiría para el Escenario 1.1 satisfacer las demandas y como consecuencia podría resolver satisfactoriamente el hipotético déficit, porque dispondrían del recurso necesario cuando se lo necesita en los embalses.

# Gráfico 3-21. Balance hídrico mensual de la Cuenca Alta del Mataquito

| UPH 2. CUENCA ALTA DEL MATAQUITO, PARA RRHHNN AÑO MEDIO Y DEMANDA CONSUNTIVA MAXIMALISTA | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | TOTAL |
| **RECURSOS HÍDRICOS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal medio natural UPH2 | | 172,37 | 279,09 | 427,42 | 500,33 | 460,68 | 389,32 | 425,87 | 522,55 | 566,21 | 423,46 | 244,82 | 207,04 | 4.619,15 |
| Trasvase Canal Teno-Chimbarongo | | -9,79 | -15,85 | -24,27 | -28,41 | -26,16 | -22,11 | -24,18 | -29,67 | -32,15 | -24,05 | -13,90 | -11,76 | -262,29 |
| **TOTAL** | ($hm^3$) | **162,58** | **263,24** | **403,15** | **471,91** | **434,53** | **367,21** | **401,68** | **492,88** | **534,06** | **399,41** | **230,92** | **195,28** | **4.356,86** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **DEMANDAS CONSUNTIVAS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola | | 25,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 44,55 | 168,07 | 279,77 | 308,72 | 249,70 | 157,91 | 1.233,81 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *10,63* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *18,87* | *71,21* | *118,54* | *130,80* | *105,80* | *66,91* | *522,76* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *14,46* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *25,67* | *96,86* | *161,23* | *177,92* | *143,90* | *91,01* | *711,05* |
| Pecuaria | | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 13,03 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *5,52* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *7,51* |
| Agua potable | | 1,72 | 1,54 | 1,34 | 1,15 | 1,27 | 1,20 | 1,31 | 1,55 | 1,87 | 2,32 | 1,60 | 2,11 | 18,98 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *1,54* | *1,38* | *1,20* | *1,04* | *1,14* | *1,08* | *1,18* | *1,39* | *1,68* | *2,09* | *1,44* | *1,89* | *17,06* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,17* | *0,16* | *0,14* | *0,12* | *0,13* | *0,12* | *0,13* | *0,16* | *0,19* | *0,23* | *0,16* | *0,21* | *1,91* |
| Industrial | | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 30,85 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *8,512* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *22,341* |
| Forestal | | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 2,02 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *2,02* |
| **TOTAL** | ($hm^3$) | **30,64** | **5,36** | **5,16** | **4,98** | **5,10** | **5,02** | **49,68** | **173,44** | **285,47** | **314,87** | **255,13** | **163,85** | **1.298,69** |
| **Naturaleza Subterránea** | ($hm^3$) | ***13,34*** | ***2,55*** | ***2,37*** | ***2,20*** | ***2,31*** | ***2,25*** | ***21,22*** | ***73,77*** | ***121,39*** | ***134,06*** | ***108,41*** | ***69,97*** | ***553,86*** |
| **Naturaleza Superficial** | ($hm^3$) | ***17,29*** | ***2,81*** | ***2,79*** | ***2,77*** | ***2,78*** | ***2,78*** | ***28,46*** | ***99,67*** | ***164,08*** | ***180,81*** | ***146,72*** | ***93,88*** | ***744,84*** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **BALANCE HÍDRICO** | | | | | | | | | | | | | | |
| Superávit (+) | ($hm^3$) | 131,94 | 257,88 | 397,99 | 466,94 | 429,43 | 362,19 | 352,00 | 319,44 | 248,60 | 84,54 | 0,00 | 31,44 | 3.082,38 |
| | (%) | 4,28 | 8,37 | 12,91 | 15,15 | 13,93 | 11,75 | 11,42 | 10,36 | 8,07 | 2,74 | 0,00 | 1,02 | 100,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Déficit (-) | ($hm^3$) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -24,21 | 0,00 | -24,21 |
| | (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 100,00 |




| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Almacenamiento superficial** | Ud | Capacidad | Acumulado | | | | | | | | | | | |
| Embalse Planchón | ($hm^3$) | 73,00 | 73,00 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **Almacenamiento subterráneo** | Ud | | | | | | | | | | | | | |
| Recarga anual media | (hm3/año) | 716,46 | | | | | | | | | | | | |
| Reserva total estimada | ($hm^3$) | 18.969,00 | | | | | | | | | | | | |

*Fuente: Elaboración propia*

Sin embargo, la realidad la capacidad de regulación[11] es de 2.532,00hm$^3$ considerando solo la regulación para riego. Aun así para el Escenario la capacidad de regulación es suficiente para satisfacer la demanda.

La hipostasis presentada de la demanda Consuntiva (ver punto 4.3) con "Caudal No Consultivo equivalente" estima un volumen anual de 1.095,88 hm$^3$ en la UPH 6. La Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8) marca un volumen acumulado para la demanda no consuntiva de 2.686,87 hm$^3$/año, pero este valor no se puede utilizar ya que se está hablando de Derechos de aprovechamiento de Agua no consultivos. Por lo tanto, en la explicación del balance de la cuenca media y baja del Maule acumulado, se deberá tomar el valor hipotético calculado para la UPH 6, ya que se considera que el resto de los caudales sea han "liberado".

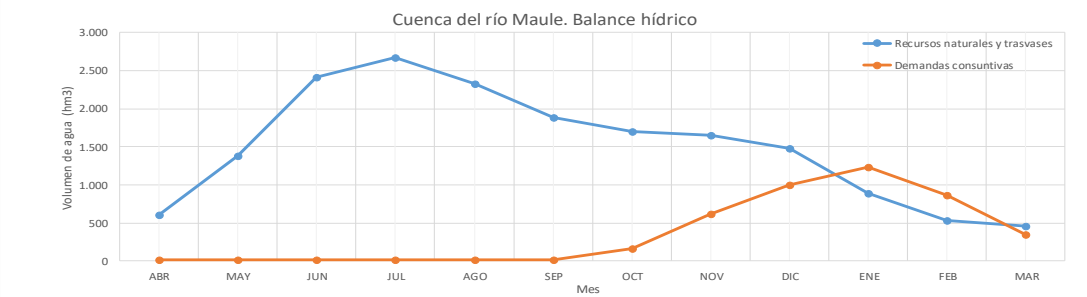
Por otro lado, los acuíferos de la Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8) disponen en su conjunto de una recarga media anual para el Escenario 1.1 de 1.996 hm$^3$ que se recargan anualmente. La naturaleza subterránea de la satisfacción de las demandas totales 509 hm$^3$, indica que para el Escenario 1.1 se está aprovechando en un 26% la recarga media anual de los acuíferos de la cuenca, pudiendo llegar en algunas zonas rápidamente al límite de la recarga anual de los acuíferos.

En síntesis, y como conclusión del Diagnóstico de la Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8), los embalses de la cuenca en su conjunto regulan satisfactoriamente los recursos hídricos para satisfacer las demandas, sería conveniente incrementar la explotación de los acuíferos, y promover un control sistemático de la utilización de la recarga anual de los acuíferos, para evitar su sobreexplotación.

[11] Laguna Maule (800 hm$^3$), Embalse Colbún, Digua, Tutuvén, Machicura, Laguna Achibueno, Bullileo, Ancoa.

# Gráfico 3-22. Balance hídrico mensual de la cuenca Alta, Media y Baja del Maule

| UPH (5+6+7+8). ACUMULADO DE LA CUENCA DEL RÍO MAULE (UPH5+UPH6+UPH7+UPH8), PARA RRHHNN AÑO MEDIO Y DEMANDA CONSUNTIVA MAXIMALISTA | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | TOTAL |
| **RECURSOS HÍDRICOS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal medio natural Alto Maule UPH5 | | 334,40 | 488,94 | 665,46 | 656,33 | 614,74 | 622,93 | 782,83 | 1.007,51 | 1.003,34 | 611,32 | 354,07 | 309,42 | 7.451,30 |
| Caudal medio natural Medio y Bajo Maule UPH6 | | 77,41 | 284,13 | 607,42 | 752,90 | 646,51 | 457,85 | 313,50 | 201,85 | 145,72 | 79,14 | 46,20 | 45,55 | 3.658,20 |
| Caudal medio natural UPH7 | | 47,74 | 184,83 | 423,28 | 530,92 | 450,49 | 302,84 | 181,35 | 95,95 | 60,85 | 32,67 | 18,02 | 18,87 | 2.347,80 |
| Caudal medio natural UPH8 | | 147,46 | 421,62 | 718,95 | 733,50 | 617,72 | 504,00 | 416,83 | 341,94 | 266,13 | 167,64 | 107,81 | 89,59 | 4.533,20 |
| **TOTAL RRHH UPH (5+6+7+8)** | **(hm³)** | **607,01** | **1.379,52** | **2.415,11** | **2.673,64** | **2.329,46** | **1.887,63** | **1.694,51** | **1.647,25** | **1.476,04** | **890,77** | **526,09** | **463,44** | **17.990,49** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **DEMANDAS CONSUNTIVAS DE LA CUENCA DEL RÍO MAULE** | | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola | | 2,31 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 142,86 | 599,83 | 980,06 | 1.208,88 | 844,41 | 333,51 | 4.111,86 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,20* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *12,90* | *52,91* | *86,81* | *108,00* | *74,03* | *26,73* | *361,57* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *2,11* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *129,96* | *546,92* | *893,25* | *1.100,88* | *770,38* | *306,79* | *3.750,29* |
| Pecuaria | | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 28,41 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *2,48* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *25,93* |
| Agua potable | | 4,55 | 4,20 | 3,81 | 3,65 | 3,90 | 3,76 | 4,11 | 4,57 | 5,36 | 6,16 | 4,58 | 5,50 | 54,15 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *4,13* | *3,81* | *3,46* | *3,31* | *3,53* | *3,41* | *3,72* | *4,13* | *4,85* | *5,59* | *4,14* | *5,00* | *49,07* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,42* | *0,39* | *0,36* | *0,35* | *0,37* | *0,36* | *0,39* | *0,44* | *0,51* | *0,57* | *0,43* | *0,51* | *5,08* |
| Industrial | | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 96,25 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *96,25* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| Forestal | | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 33,37 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *33,37* |
| **TOTAL DEM Maule UPH (5+6+7+8)** | **(hm³)** | **20,03** | **17,37** | **16,98** | **16,82** | **17,07** | **16,93** | **160,14** | **617,56** | **998,58** | **1.228,21** | **862,16** | **352,19** | **4.324,05** |
| ***Naturaleza Subterránea*** | **(hm³)** | ***12,55*** | ***12,04*** | ***11,68*** | ***11,54*** | ***11,76*** | ***11,63*** | ***24,85*** | ***65,26*** | ***99,89*** | ***121,82*** | ***86,41*** | ***39,95*** | **509,38** |
| ***Naturaleza Superficial*** | **(hm³)** | ***7,47*** | ***5,33*** | ***5,30*** | ***5,29*** | ***5,31*** | ***5,30*** | ***135,29*** | ***552,30*** | ***898,70*** | ***1.106,40*** | ***775,75*** | ***312,23*** | **3.814,67** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **BALANCE HÍDRICO** | | | | | | | | | | | | | | |
| Superávit (+) | (hm³) | 586,98 | 1.362,15 | 2.398,13 | 2.656,82 | 2.312,39 | 1.870,69 | 1.534,37 | 1.029,69 | 477,46 | 0,00 | 0,00 | 111,25 | 14.339,95 |
| | (%) | 4,09 | 9,50 | 16,72 | 18,53 | 16,13 | 13,05 | 10,70 | 7,18 | 3,33 | 0,00 | 0,00 | 0,78 | 100,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Déficit (-) | (hm³) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -337,44 | -336,07 | 0,00 | -673,51 |
| | (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 50,10 | 49,90 | 0,00 | 100,00 |




| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Almacenamiento superficial** | Ud | Capacidad | Acumulado | |
| Laguna Invernada | (hm³) | 174,00 | 174,00 | |
| Laguna del Maule | (hm³) | 1.420,00 | 1.594,00 | |
| Laguna Dial | (hm³) | | 1.594,00 | Sin dato |
| Embalse Melado | (hm³) | 134,00 | 1.728,00 | |
| Embalse Colbún | (hm³) | 1.490,00 | 3.218,00 | |
| Embalse Digua | (hm³) | 220,00 | 3.438,00 | |
| Embalse Tutuvén | (hm³) | 22,00 | 3.460,00 | |
| Embalse Machicura | (hm³) | 55,00 | 3.515,00 | |
| Embalse Ancoa | (hm³) | 79,00 | 3.594,00 | |
| Laguna Achibueno | (hm³) | | 3.594,00 | Sin dato |
| Embalse Bullileo | (hm³) | 60,00 | 3.654,00 | |
| | | | | |
| **Almacenamiento subterráneo** | Ud | | | |
| Recarga anual media | (hm3/año) | 1.996,27 | | |
| Reserva total estimada | (hm³) | 6.092,33 | | |

*Fuente: Elaboración propia*

Los resultados de los balances hídricos al nivel mensual se han sintetizado en las dos tablas siguientes, con valores parciales y acumulados, respectivamente:

| Tabla 3-52 Balances hídricos parciales RHN medio y demanda maximalista (hm³/año) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Unidad de Planificación | | Balance | | Embalses hm3 | | Acuíferos | |
| No | Denominación | Superávit | Déficit | Capacidad total | Capacidad uso riego | Recarga | Reservas |
| 1 | Costeras norte | 115,00 | -0,75 | 0,00 | 0,00 | 15,85 | 2.056,00 |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 3.082,38 | -24,21 | 73,00 | 73,00 | 716,46 | 18.969,00 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 703,18 | -7,11 | 0,00 | 0,00 | 255,72 | 2.056,00 |
| 4 | Costeras central | 208,49 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 14,91 | 44,00 |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 6.784,38 | 0,00 | 1.728,00 | 800,00 | 39,50 | 17,38 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 2.820,06 | -1.479,86 | 1.490,00 | S/I (1.490,00) | 429,86 | 1.087,95 |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 2.023,41 | -1.196,69 | 242,00 | 242,00 | 932,94 | 2.921,00 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 4.715,13 | 0,00 | 194,00 | 194,00 | 593,97 | 2.066,00 |
| 9 | Costeras sur | 311,28 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 78,85 | 282,55 |
| **TOTAL (hm³/año)** | | **20.763,32** | **-2.708,62** | **3.727,00** | **2.799,00*** | **3.078,06** | **29.499,88** |

*Fuente: Elaboración propia*

**Uso compartido Embalse Colbún Riego y Generación*

**Tabla 3-53 Balances hídricos acumulados en régimen natural (año medio y demanda maximalista) (hm³/año)**

| Unidad de Planificación | | Balance | Balance | | Embalses hm3 | | Acuíferos | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | | Capacidad total | Capacidad total | Capacidad total | Capacidad uso riego | Recarga | Reservas |
| 1 | Costeras norte | Parcial | **115,00** | **-0,75** | **0,00** | 0,00 | **15,85** | **2.056,00** |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | Parcial | 3.082,38 | -24,21 | 73,00 | 73,00 | 716,46 | 18.969,00 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | Acumulado | **3.785,56** | **-31,32** | **73,00** | 0,00 | **972,18** | **20.623,78** |
| 4 | Costeras central | Parcial | 208,49 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 14,91 | 44,00 |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | Parcial | 6.784,38 | 0,00 | 1.728,00 | 800,00 | 39,50 | 17,38 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | Acumulado | **14.339,95** | **-673,51** | **3.654,00*** | S/I (1.490,00) | **1.996,27** | **6.092,33** |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | Parcial | 2.023,41 | -1.196,69 | 242,00 | 242,00 | 932,94 | 2.921,00 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | Parcial | 4.715,13 | 0,00 | 194,00 | 194,00 | 593,97 | 2.066,00 |
| 9 | Costeras sur | Parcial | **311,28** | **0,00** | **0,00** | 0,00 | **78,85** | **282,55** |
| **TOTAL (hm³/año)** | | | **18.760,28** | **-705,57** | **3.727,00** | **2.799,00*** | **3.078,06** | **29.098,66** |

*Fuente: Elaboración Propia en base a Balances Hídricos*

**Uso compartido Embalse Colbún Riego y Generación*

Como se puede observar en las tablas precedentes, en algunas UPH existen varios meses del año en los que, al considerar los recursos naturales y las transferencias de recursos hídricos entre ellas y, aunque presentan superávit global, se podrían producir déficit en los suministros, si no se dispusieran de las infraestructuras de regulación -ya sean de aguas superficiales (lagunas y embalses) o subterráneas (acuíferos)- que permiten almacenar las aguas en los meses de abundancia para aportarlos en los meses de escasez hídrica; esto indica lo acertado de la política hidráulica seguida en la Región que ha permitido regular 3.727 $hm^3$ en el conjunto de la misma.

En cualquier caso, se produce una tensión hídrica en algunas cuencas, principalmente en la UPH 7 de las cuencas del Perquilauquén, y en la UPH 2 de la Cuenca Alta del Mataquito, en las que las capacidades de los embalses disponibles en la primera UPH 7 son inferiores a los volúmenes de los déficit, lo que exige adoptar medidas, tanto de racionalización y ahorro en el uso del agua, como de incremento de la regulación interna o la aportación de recursos externos para superar estas situaciones y atender el reto de garantizar la satisfacción de las demandas, mientras que para la UPH 2, para el año medio de aportaciones se observa una aproximación sensible de los déficit a la capacidad de embalses disponibles, lo que debería incrementarse la capacidad de almacenamiento superficial en embalses.

Una vez detectadas las UPH con dificultades en la satisfacción de las demandas para el Escenario 1.1, en los balances hídricos de los escenarios siguientes si bien se analizará el conjunto de la región a nivel anual, se prestará especial atención a las UPH con dificultades en la satisfacción de las demandas, y se agregará una más para comentar la lectura de estos balances de planificación.

## 3.7.5. Escenario 2.1. RHN 85% y demanda maximalista

### 3.7.5.1. Balance anual global

Para obtener el balance hídrico en régimen natural, se han considerado los recursos hídricos en régimen natural que cada unidad de planificación es capaz de generar, a los que se les han añadido los trasvases existentes entre ellas, que se producen entre cuencas, considerando además los recursos acumulados en cada UPH –los suyos propios más los que proceden de las situadas aguas arriba- y las demandas consuntivas también de las mismas. Para ello se ha operado de la siguiente forma:

- A los recursos propios que se generan en el territorio de la UPH del Bajo Mataquito se les ha añadido los procedentes de las situadas aguas arriba, es decir, en el Alto Mataquito.
- A los recursos propios que se generan en el territorio de la UPH del Medio y Bajo Maule se les ha añadido los procedentes de las situadas aguas arriba, es decir, el Alto Maule y el Perquilauquén y el Loncomilla por la margen izquierda.
- De igual manera se ha procedido con las demandas, es decir, se han acumulado las de aguas arriba.

La tabla siguiente refleja los resultados de los balances parciales –es decir, considerando las UPH como si estuvieran aisladas, sin acumular los de aguas arriba-, en donde todos los valores de recursos, demandas y balances, vienen dados en $hm^3$/año:

| Tabla 3-54 Balances hídricos parciales RHN 85% con trasvases | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| UPH | | Recursos hídricos naturales | Trasvases entre UPH /Regiones | Recursos con trasvases | Demanda consuntiva maximalista | Balance hídrico |
| Nº | Denominación | | | | | |
| 1 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 39,34 | | 39,34 | 4,20 | 35,14 |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 3.022,78 | -171,64 | 2.851,14 | 1.294,85 | 1.556,29 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 608,91 | | 608,91 | 213,05 | 395,86 |
| 4 | Costeras Mataquito-Maule | 67,69 | | 67,69 | 5,37 | 62,33 |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 5.231,43 | -255,53 | 4.975,89 | 411,23 | 4.564,66 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 1.697,81 | -903,15 | 794,67 | 1.401,92 | -607,25 |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 800,73 | | 800,73 | 1.516,66 | -715,93 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 1.761,35 | 1.158,68 | 2.920,03 | 956,51 | 1.963,52 |
| 9 | Costeras entre río Maule y limite Región | 152,09 | | 152,09 | 11,73 | 140,36 |
| **TOTAL (hm³/año)** | | **13.382,14** | **-171,64** | **13.210,49** | **5.815,50** | **7.394,99** |

Por su parte, la tabla siguiente refleja los resultados de los balances acumulados deducidos, para cada UPH, al acumular tanto los recursos como las demandas consuntivas de aguas arriba-; todos los valores de recursos, demandas y balances, vienen dados en hm³/año:

**Tabla 3-55 Balances hídricos acumulados RHN 85% con trasvases y demanda maximalista (hm³/año)**

| UPH | | Recursos hídricos naturales | | Trasvases | Recursos acumula-dos con trasvases | Demanda consuntiva maximalista | | Balance hídrico |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | Parcial | Acumul. | | | Parcial | Acumul. | |
| 1 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 39,34 | **39,34** | | **39,34** | **4,20** | **4,20** | **35,14** |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 3.022,78 | 3.022,78 | -171,64 | 2.851,14 | 1.294,85 | 1.294,85 | 1.556,29 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 608,91 | **3.631,70** | **-171,64** | **3.460,05** | **213,05** | **1.507,90** | **1.952,16** |
| 4 | Costeras Mataquito-Maule | 67,69 | **67,69** | | **67,69** | **5,37** | **5,37** | **62,33** |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 5.231,43 | 5.231,43 | -255,53 | 4.975,89 | 411,23 | 411,23 | 4.564,66 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 1.697,81 | **9.491,31** | **0,00** | **9.491,31** | **1.401,92** | **4.286,31** | **5.205,00** |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 800,73 | 800,73 | | 800,73 | 1.516,66 | 1.516,66 | -715,93 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 1.761,35 | 1.761,35 | 1.158,68 | 2.920,03 | 956,51 | 956,51 | 1.963,52 |
| 9 | Costeras entre río Maule y limite Región | 152,09 | **152,09** | | **152,09** | **11,73** | **11,73** | **140,36** |
| **TOTAL (hm³/año)** | | **13.382,14** | **13.382,14** | **-171,64** | **13.210,49** | **5.815,50** | **5.815,50** | **7.394,99** |

*Fuente: Elaboración Propia en base a Balance Hídrico*

Un primer análisis de estos resultados permite establecer las siguientes observaciones:

- Los recursos hídricos naturales totales de la VII Región del Maule para la probabilidad de excedencia del 85% suman 13.382 $hm^3$/año, y con trasvases 13.210 $hm^3$/año.
- Del resultado de ambos balances al nivel anual, por un lado en forma parcial por UPH y, por otra, en forma acumulada según la red de drenaje, se deduce que la VII Región del Maule es excedentaria en 7.395 $hm^3$/año para un año de recursos hídricos naturales totales correspondientes a una probabilidad de excedencia del 85%.
- La demanda no consuntiva se deduce con un volumen equivalente (CNCe) a 3.147,29 $hm^3$ anuales lo que significa una reducción de la excedencia calculada.
- Desde el punto de vista parcial de cada UPH de las cuencas de cabecera, se aprecian las siguientes características según los resultados de los balances:

- La unidad de cabecera UPH 7 Cuenca del Perquilauquén, tiene un balance hídrico anual negativo de valor -716 $hm^3$/año, es decir que los recursos hídricos naturales con una probabilidad de excedencia del 85% resultan inferiores a las demandas maximalistas.
- La unidad de cabecera UPH 2 Cuenca Alta del Mataquito, tiene un balance hídrico anual excedentario de valor 1.556 $hm^3$/año, en el que la demanda representa el 45% de los recursos totales con trasvases.

Los resultados expuestos en la UPH 7 y UPH 2 se agravan considerando la demanda no consuntiva. Pero esta es más notable en las UPH 5 y 6, donde suman 2.205,63 $hm^3$ anuales, por CNCe.

- Desde el punto de vista de los acumulados de los recursos hídricos y las demandas consuntivas, se deduce que con mayor volumen del balance hídrico se tiene la unidad de planificación UPH 6 Cuenca Media y Baja del Maule, que recoge, por un lado, los recursos provenientes de la UPH 5 Cuenca Alta del Maule y, por otro, los recursos provenientes de la margen

izquierda, de la UPH 8 Cuenca del Loncomilla, que recibe a su vez las aportaciones de la UPH 7 Cuenca del Perquilauquén, con un volumen total del balance del orden de los 5.205 $hm^3$/año (2.999,37 $hm^3$/año, considerando demanda no consuntiva).

- En el análisis acumulado por cuenca de los balances hídricos, permite concluir que la Cuenca del río Mataquito UPH (2+3) es la que tiene una de las mayores exigencia entre el volumen de la demanda total y los recursos hídricos naturales totales con trasvase, siendo del orden del 44%, estando en la misma proporción que la totalidad de la Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8) con el 45%.
- Se han considerado los trasvases de agua entre las UPH y hacia la Región VI, por lo que el total trasvasado es igual al total medio anual cedido a la Región VI, debido a que los restantes se compensan dentro de la Región VII del Maule.

### 3.7.5.2. Balance mensual para cada UPH

Los valores obtenidos en el balance global aportan una primera aproximación a la caracterización del territorio en cuanto a la capacidad -con recursos naturales y trasvases- de satisfacer las demandas se refiere, pero dado que, tanto la producción de recursos hídricos naturales varía a lo largo del año y las demandas consuntivas también se concentran en determinados meses del año, es necesario efectuar un balance mensual a efectos de discernir, con mayor detalle, el grado de satisfacción de las demandas que se produce en la VII Región. Para ello se ha procedido de la siguiente manera en cada una de las UPH que constituyen el territorio:

- Considerar la distribución mensual de los recursos hídricos naturales del 85%.
- Incorporar los trasvases existentes entre UPH con su distribución mensual.
- Identificar todas las demandas consuntivas con su distribución mensual para cada uno de los sectores de consumo. A efectos de este balance se

ha considerado la demanda agraria maximalista, que se deriva de considerar la superficie máxima regable que aporta el Plan Director de 2008.

- Considerar la distribución mensual de las demandas consuntivas en su naturaleza subterránea y superficial, obtenidos de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas.
- Efectuar la sustracción mensual entre los recursos y las demandas de tal forma que se determine si en un mes concreto se produce déficit o superávit, así como su porcentaje con respecto a los totales anuales.
- La identificación y las conclusiones, respecto a las demandas no consuntivas, serán de forma hipotética según el cálculo de los CNCe.

Los resultados de los balances hídricos al nivel mensual se han sintetizado en las dos tablas siguientes, con valores parciales y acumulados, respectivamente:

**Tabla 3-56 Balances hídricos parciales RHN 85% y demanda maximalista (hm³/año)**

| Unidad de Planificación | | Balance | | Embalse hm³ | | Acuíferos | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | Superávit | Déficit | Capacidad Total | Capacidad uso riego | Recarga | Reservas |
| 1 | Costeras norte | 36,90 | -1,76 | 0,00 | 0,00 | 5,25 | 2.056,00 |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 1.748,68 | -192,38 | 73,00 | 73,00 | 468,85 | 18.886,81 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 438,40 | -42,54 | 0,00 | 0,00 | 170,98 | 2.056,00 |
| 4 | Costeras central | 63,81 | -1,48 | 0,00 | 0,00 | 4,77 | 44,00 |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 4.564,66 | 0,00 | 1.728,00 | 800,00 | 27,73 | 17,38 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 1.168,97 | -1.776,22 | 1.490,00 | S/I (1.490,00) | 199,50 | 1.087,95 |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 650,04 | -1.365,97 | 242,00 | 242,00 | 318,18 | 2.921,00 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 1.963,52 | -14,43 | 194,00 | 194,00 | 230,78 | 2.066,00 |
| 9 | Costeras sur | 140,36 | -1,38 | 0,00 | 0,00 | 37,05 | 282,55 |
| **TOTAL (hm³/año)** | | **10.775,34** | **-3.396,15** | **3.727,00** | **2.799,00*** | **1.463,11** | **29.417,69** |

*Fuente: Elaboración Propia en Base a Balance Hídrico*

**Tabla 3-57 Balances hídricos acumulados RHN 85% y demanda maximalista (hm3/año)**

| Unidad de Planificación | | Balance | Balance | | Embalses hm³ | | Acuíferos | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | | Superávit | Déficit | Capacidad total | Capacidad uso riego | Recarga | Reservas |
| 1 | Costeras norte | Parcial | **36,90** | **-1,76** | **0,00** | 0,00 | **5,25** | **2.056,00** |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | Parcial | 1.748,68 | -192,38 | 73,00 | 73,00 | 468,85 | 18.886,81 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | Acumulado | **2.184,28** | **-232,12** | **73,00** | **0,00** | **639,83** | **20.870,12** |
| 4 | Costeras central | Parcial | 63,81 | -1,48 | 0,00 | 0,00 | 4,77 | 44,00 |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | Parcial | 4.564,66 | 0,00 | 1.728,00 | 800,00 | 27,73 | 17,38 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | Acumulado | **6.596,85** | **-1.391,85** | **3.654,00** | **2.532,00*** | **776,20** | **6.092,33** |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | Parcial | 650,04 | -1.365,97 | 242,00 | 242,00 | 318,18 | 2.921,00 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | Parcial | 1.963,52 | -14,43 | 194,00 | 194,00 | 230,78 | 2.066,00 |
| 9 | Costeras sur | Parcial | **140,36** | **-1,38** | **0,00** | 0,00 | **37,05** | **282,55** |
| **TOTAL (hm³/año)** | | | **9.022,19** | **-1.628,58** | **3.727,00** | **2.799,00** | **1.463,11** | **29.345,00** |

*Fuente: Elaboración Propia en Base a Balance Hídrico*

**Colbún capacidad total*

Como se puede observar de las tablas precedentes, en algunas UPH existen varios meses del año en los que, al considerar los recursos naturales y las transferencias de recursos hídricos entre ellas y, aunque presentan superávit global, se podrían producir déficit en los suministros, si no se dispusieran de las infraestructuras de regulación -ya sean de aguas superficiales (lagunas y embalses) o subterráneas (acuíferos)- que permiten almacenar las aguas en los meses de abundancia para aportarlos en los meses de escasez hídrica.

- En el caso particular de las unidades de planificación de cabecera, la UPH 7 Cuenca del Perquilauquén, es la única en la que el déficit supera al recurso hídrico natural con probabilidad de excedencia del 85%.
- Se produce una tensión hídrica importante en algunas cuencas de la región, principalmente en la UPH 7 de las cuencas del Perquilauquén, y en la UPH 2 de la Cuenca Alta del Mataquito, en las que las capacidades de los embalses disponibles son inferiores a los volúmenes de los déficit, lo que exige adoptar medidas, tanto de racionalización y ahorro en el uso del agua, como de incremento de la regulación interna o la aportación de recursos externos para superar estas situaciones y atender el reto de garantizar la satisfacción de las demandas maximalistas.
- Ocurre otro tanto para las UPH de la Costa, pero los déficit generados podrían ser satisfechos ampliamente mediante la explotación de la recarga media anual de los acuíferos.
- La Cuenca del río Mataquito en su conjunto UPH (2+3) tiene un comportamiento muy similar a la UPH 2, de déficit superior a la capacidad de almacenamiento de los embalses, por lo que la problemática es equivalente a la UPH 2.
- La Cuenca del río Maule en su conjunto UPH (5+6+7+8) tiene un déficit inferior a la capacidad de almacenamiento de los embalses, por lo que la satisfacción de las demandas está garantizada.

- Le Sistema Maule, UPH (5+6) tiene un déficit casi similar a la capacidad de almacenamiento de los embalses, por lo que la satisfacción de las demandas queda garantizada en dependencia de la regulación de los embalses.

En las páginas que siguen se aportan los resultados de los balances mensuales más significativos, en los que se explica y justifica su problemática para el Escenario 2.1, y en el **Anexo 3-2 Balances Hídricos** se incluye la totalidad de los balances desarrollados.

### 3.7.5.3. Balance hídrico de la Cuenca del Perquilauquén

El Balance Hídrico de la **UPH 7. CUENCA DEL PERQUILAUQUÉN**, arroja un déficit total anual de -1.366 $hm^3$ y un superávit de 650 $hm^3$.

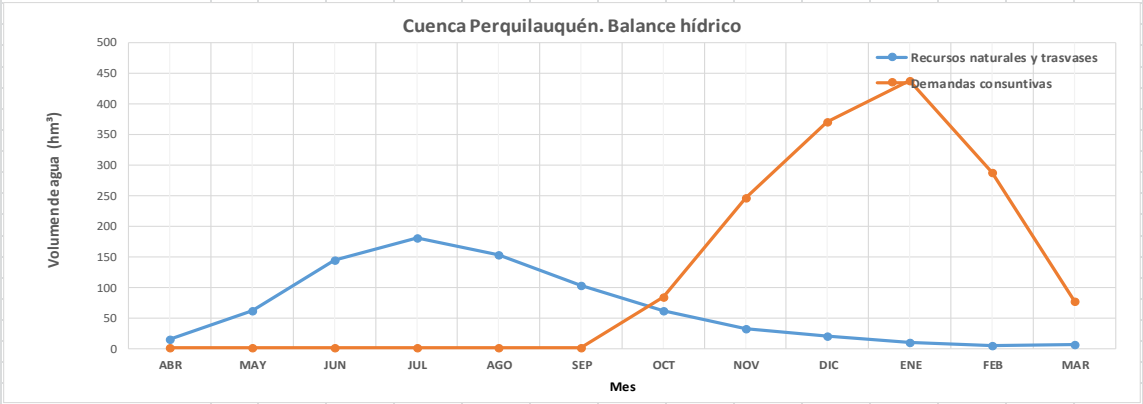
El recurso hídrico natural total para la probabilidad de excedencia del 85%, es de unos 800 $hm^3$/año, valor muy inferior a la demanda total maximalista de 1.517 $hm^3$/año. Analizando el total de los Recursos Hídricos (aportaciones naturales ± trasvases) se observa que entre los meses de octubre a abril las aportaciones son muy reducidas respecto de las demandas, y la presencia de los embalses Digua y Tutuvén con capacidad total de regulación de 242 $hm^3$ almacenados en el periodo de abril a octubre, no permite disponer del recurso necesario cuando se lo necesita.

El Diagnóstico de esta situación revela un problema al que hay que darle solución, y es la "Falta de regulación de los recursos hídricos de la Cuenca del Perquilauquén". Esta falta de capacidad de regulación de la UPH 7, no permite garantizar la gestión de las demandas en el periodo entre octubre a abril para el Escenario 2.1. Adicionalmente, los acuíferos de la UPH 7 dispondrían en su conjunto para esta hipótesis de recursos hídricos, de una recarga media anual de 318 $hm^3$ que se recargan anualmente, sin embargo, en un periodo de sequía extrema se podría extraer de la reserva total máxima estimada de 2.921 $hm^3$, sobreexplotando los acuíferos en una situación de emergencia. La naturaleza subterránea de la satisfacción de las demandas totales 166 $hm^3$, indica que no se está aprovechando en forma satisfactoria la recarga media anual de los acuíferos de la cuenca.

En síntesis, y como conclusión del Diagnóstico de la UPH 7 para el Escenario 2.1, se necesita una mayor capacidad de regulación en las cuencas de cabecera del Perquilauquén, Purapel y Cauquenes -siendo estas dos últimas las más críticas por la menor pluviometría-, o la transferencia de recursos hídricos de cuencas excedentarias mediante trasvases, así como también aumentar la explotación de sus acuíferos.

# Gráfico 3-23 Balance hídrico mensual de la cuenca del Perquilauquén

| UPH 7. CUENCA PERQUILAUQUÉN, PARA RRHHNN P.EXC 85% Y DEMANDA CONSUNTIVA MAXIMALISTA | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | TOTAL |
| **RECURSOS HÍDRICOS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal medio natural | | 16,3 | 63,0 | 144,4 | 181,1 | 153,6 | 103,3 | 61,8 | 32,7 | 20,8 | 11,1 | 6,1 | 6,4 | 800,7 |
| Trasvases | | | | | | | | | | | | | | 0,00 |
| **TOTAL** | ($hm^3$) | **16,3** | **63,0** | **144,4** | **181,1** | **153,6** | **103,3** | **61,8** | **32,7** | **20,8** | **11,1** | **6,1** | **6,4** | **800,7** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **DEMANDAS CONSUNTIVAS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola | | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 81,90 | 244,19 | 369,02 | 434,60 | 286,42 | 75,69 | 1.491,91 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,01* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *8,65* | *25,77* | *38,95* | *45,87* | *30,23* | *7,99* | *157,48* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,08* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *73,26* | *218,41* | *330,07* | *388,72* | *256,18* | *67,70* | *1.334,43* |
| Pecuaria | | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 10,84 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *1,14* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *9,70* |
| Agua potable | | 0,69 | 0,63 | 0,62 | 0,53 | 0,60 | 0,59 | 0,71 | 0,89 | 0,95 | 1,11 | 0,78 | 0,88 | 8,99 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,59* | *0,54* | *0,53* | *0,45* | *0,51* | *0,50* | *0,61* | *0,76* | *0,81* | *0,95* | *0,67* | *0,75* | *7,66* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,10* | *0,09* | *0,09* | *0,08* | *0,09* | *0,09* | *0,10* | *0,13* | *0,14* | *0,16* | *0,12* | *0,13* | *1,33* |
| Industrial | | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,1 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,13* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| Forestal | | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 4,79 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *4,79* |
| **TOTAL** | ($hm^3$) | **2,1** | **1,9** | **1,9** | **1,8** | **1,9** | **1,9** | **83,9** | **246,4** | **371,3** | **437,0** | **288,5** | **77,9** | **1.516,7** |
| **Naturaleza Subterránea** | ($hm^3$) | ***0,7*** | ***0,6*** | ***0,6*** | ***0,6*** | ***0,6*** | ***0,6*** | ***9,4*** | ***26,6*** | ***39,9*** | ***46,9*** | ***31,0*** | ***8,8*** | ***166,4*** |
| **Naturaleza Superficial** | ($hm^3$) | ***1,4*** | ***1,3*** | ***1,3*** | ***1,3*** | ***1,3*** | ***1,3*** | ***74,6*** | ***219,7*** | ***331,4*** | ***390,1*** | ***257,5*** | ***69,0*** | ***1.350,2*** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **BALANCE HÍDRICO** | | | | | | | | | | | | | | |
| Superávit (+) | ($hm^3$) | 14,2 | 61,1 | 142,4 | 179,2 | 151,7 | 101,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 650,0 |
| | (%) | 2,18 | 9,40 | 21,91 | 27,57 | 23,34 | 15,60 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Déficit (-) | ($hm^3$) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | -22,1 | -213,7 | -350,5 | -425,9 | -282,4 | -71,4 | -1.366,0 |
| | (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1,62 | 15,64 | 25,66 | 31,18 | 20,67 | 5,23 | 100,00 |




| | | | |
|---|---|---|---|
| **Almacenamiento superficial** | Ud | Capacidad | Acumulado |
| Embalse Digua | ($hm^3$) | 220,00 | 220,00 |
| Embalse Tutuvén | ($hm^3$) | 22,00 | 242,00 |
| | | | |
| **Almacenamiento subterráneo** | Ud | | |
| Recarga anual media (hm3/año) | | 318,18 | |
| Reserva total estimada | ($hm^3$) | 2.921,00 | |

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.7.5.4. Balance de la cuenca Alta del Mataquito

Al analizar el Balance Hídrico de la **UPH 2. CUENCA ALTA DEL MATAQUITO**, se observa un déficit total anual de -192 $hm^3$ y un superávit de 1.749 $hm^3$.

El recurso hídrico natural total para la probabilidad de excedencia del 85%, es de unos 3.023 $hm^3$/año, y la demanda total maximalista de 1.295 $hm^3$/año.

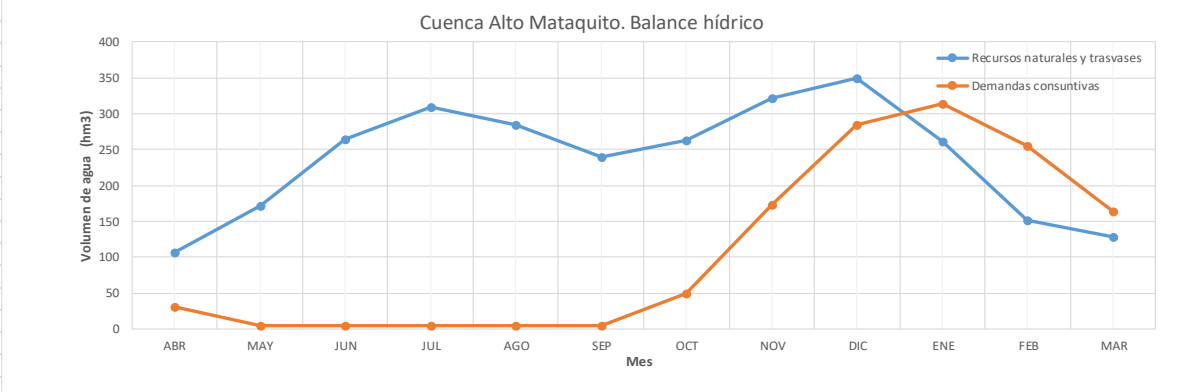
Analizando el total de los Recursos Hídricos (aportaciones naturales ± trasvases) se observa que los recursos hídricos caen drásticamente desde diciembre hasta abril, sin embargo, la presencia del embalse del Planchón con capacidad total de regulación anual de 73 $hm^3$ almacenados en el periodo de abril a diciembre, es insuficiente para almacenar el déficit. Esta capacidad de regulación de la UPH 2, no permite garantizar la satisfacción de las demandas en el Escenario 2.1.

Por otro lado, los acuíferos de la UPH 2 disponen en su conjunto para esta hipótesis de recursos hídricos de una recarga media anual de 469 $hm^3$ que se recargan anualmente, sin embargo, en este escenario de sequía se podría extraer de la reserva total máxima estimada pasando de 18.969 $hm^3$ a 18.887 $hm^3$, sobreexplotando los acuíferos. La naturaleza subterránea de la satisfacción de las demandas totales de 551 $hm^3$, superior a la recarga media de 469 $hm^3$, indica que se está sobreexplotando los acuíferos.

En síntesis, y como conclusión del Diagnóstico de la UPH 2 para el Escenario 2.1, se recomienda una mayor capacidad de regulación en la Cuenca Alta del Mataquito, y no incrementar la utilización de la recarga anual de los acuíferos.

# Gráfico 3-24. Balance hídrico mensual de la Cuenca Alta del Mataquito

| UPH 2. CUENCA ALTA DEL MATAQUITO, PARA RRHHNN P.EXC 85% Y DEMANDA CONSUNTIVA MAXIMALISTA | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | TOTAL |
| **RECURSOS HÍDRICOS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal medio natural UPH2 | | 112,80 | 182,64 | 279,71 | 327,41 | 301,47 | 254,77 | 278,69 | 341,96 | 370,53 | 277,11 | 160,21 | 135,49 | 3.022,78 |
| Trasvase Canal Teno-Chimbarongo | | -6,41 | -10,37 | -15,88 | -18,59 | -17,12 | -14,47 | -15,82 | -19,42 | -21,04 | -15,74 | -9,10 | -7,69 | -171,64 |
| **TOTAL** | ($hm^3$) | **106,39** | **172,27** | **263,82** | **308,82** | **284,35** | **240,30** | **262,86** | **322,54** | **349,49** | **261,37** | **151,12** | **127,79** | **2.851,14** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **DEMANDAS CONSUNTIVAS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola | | 25,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 44,55 | 168,07 | 279,77 | 308,72 | 249,70 | 157,91 | 1.233,81 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *10,63* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *18,87* | *71,21* | *118,54* | *130,80* | *105,80* | *66,91* | *522,76* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *14,46* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *25,67* | *96,86* | *161,23* | *177,92* | *143,90* | *91,01* | *711,05* |
| Pecuaria | | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 13,03 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *5,52* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *7,51* |
| Agua potable | | 1,43 | 1,28 | 1,12 | 0,96 | 1,06 | 1,00 | 1,09 | 1,29 | 1,56 | 1,93 | 1,34 | 1,76 | 15,81 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *1,28* | *1,15* | *1,00* | *0,86* | *0,95* | *0,90* | *0,98* | *1,16* | *1,40* | *1,74* | *1,20* | *1,58* | *14,22* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,14* | *0,13* | *0,11* | *0,10* | *0,11* | *0,10* | *0,11* | *0,13* | *0,16* | *0,20* | *0,13* | *0,18* | *1,60* |
| Industrial | | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 30,98 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *8,547* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *22,433* |
| Forestal | | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 1,21 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *1,21* |
| **TOTAL** | ($hm^3$) | **30,29** | **5,05** | **4,88** | **4,73** | **4,83** | **4,77** | **49,41** | **173,12** | **285,10** | **314,42** | **254,80** | **163,44** | **1.294,85** |
| **Naturaleza Subterránea** | ($hm^3$) | ***13,09*** | ***2,33*** | ***2,18*** | ***2,04*** | ***2,13*** | ***2,07*** | ***21,03*** | ***73,54*** | ***121,11*** | ***133,72*** | ***108,17*** | ***69,66*** | ***551,05*** |
| **Naturaleza Superficial** | ($hm^3$) | ***17,20*** | ***2,73*** | ***2,71*** | ***2,69*** | ***2,70*** | ***2,70*** | ***28,38*** | ***99,58*** | ***163,99*** | ***180,71*** | ***146,63*** | ***93,78*** | ***743,80*** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **BALANCE HÍDRICO** | | | | | | | | | | | | | | |
| Superávit (+) | ($hm^3$) | 76,10 | 167,21 | 258,94 | 304,09 | 279,53 | 235,54 | 213,46 | 149,41 | 64,39 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1.748,68 |
| | (%) | 4,35 | 9,56 | 14,81 | 17,39 | 15,98 | 13,47 | 12,21 | 8,54 | 3,68 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Déficit (-) | ($hm^3$) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -53,05 | -103,69 | -35,64 | -192,38 |
| | (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 27,57 | 53,90 | 18,53 | 100,00 |




| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Almacenamiento superficial** | Ud | Capacidad | Acumulado | | | | | | | | | | | |
| Embalse Planchón | ($hm^3$) | 73,00 | 73,00 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **Almacenamiento subterráneo** | Ud | | | | | | | | | | | | | |
| Recarga anual media | (hm3/año) | 468,85 | *Sobreexplotación* | | | | | | | | | | | |
| Reserva total estimada | ($hm^3$) | 18.886,81 | | | | | | | | | | | | |

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.7.5.5. Balance de la cuenca media y baja del Maule (acumulado)

Al analizar el balance hídrico de la **UPH 6. CUENCA MEDIA Y BAJA DEL MAULE**, como conjunto de las unidades que componen la Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8), con los recursos hídricos y las demandas de las cuencas superiores, se observa un hipotético déficit total anual de unos -1.392 $hm^3$ y un superávit de 6.597 $hm^3$.

El recurso hídrico natural total para la probabilidad de excedencia del 85%, para la Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8) es de unos 9.490 $hm^3$/año, y la demanda total maximalista de 4.286 $hm^3$/año.

En estas UPH (5+6+7+8) los trasvases entre la UPH 5 a UPH 8 y entre las UPH 6 y UPH 8 son importantes, sin embargo su saldo total es nulo porque se compensan al estar todos dentro de la Cuenca del río Maule.

Analizando el total de los Recursos Hídricos (aportaciones naturales ± trasvases) se observa que los recursos hídricos caen drásticamente desde diciembre hasta abril, sin embargo, la presencia de los embalses con capacidad total de regulación anual de unos 3.500 $hm^3$ almacenados en el periodo de abril a octubre, permitiría para el Escenario 2.1 satisfacer las demandas y como consecuencia podría resolver satisfactoriamente el hipotético déficit, porque dispondrían del recurso necesario cuando se lo necesita en los embalses. Sin embargo, la realidad la capacidad de regulación[12] es de 2.532,00$hm^3$ considerando solo la regulación para riego. Aun así para el Escenario la capacidad de regulación es suficiente para satisfacer la demanda.

La hipostasis presentada de la demanda Consuntiva (ver punto 4.3) con "Caudal No Consultivo equivalente" estima un volumen anual de 1.095,88 $hm^3$ en la UPH 6. La Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8) marca un volumen acumulado para la demanda no consuntiva de 2.686,87 $hm^3$/año,

[12] Laguna Maule (800 $hm^3$), Embalse Colbún, Digua, Tutuvén, Machicura, Laguna Achibueno, Bullileo, Ancoa.

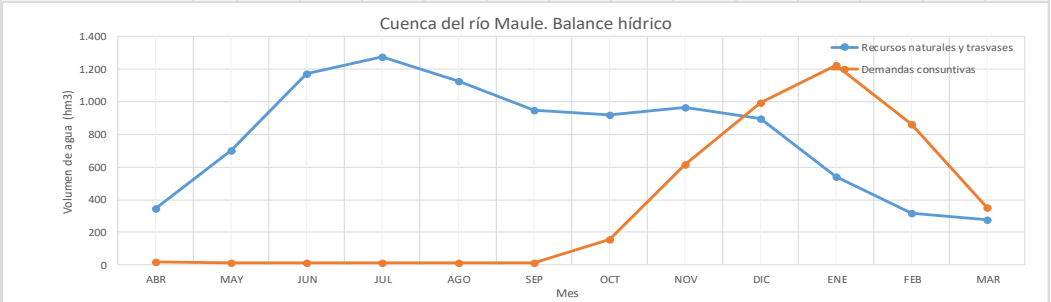
pero este valor no se puede utilizar ya que se está hablando de Derechos de aprovechamiento de Agua no consultivos. Por lo tanto, en la explicación del balance de la cuenca media y baja del Maule acumulado, se deberá tomar el valor hipotético calculado para la UPH 6, ya que se considera que el resto de los caudales sea han "liberado".

Por otro lado, los acuíferos de la Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8) disponen en su conjunto de una recarga media anual para el Escenario 2.1 de 776 $hm^3$ que se recargan anualmente. La naturaleza subterránea de la satisfacción de las demandas totales 486 $hm^3$, indica que para el Escenario 2.1 se está aprovechando en un 63% la recarga media anual de los acuíferos de la cuenca, pudiendo llegar en algunas zonas rápidamente al límite de la recarga anual de los acuíferos.

En síntesis, y como conclusión del Diagnóstico de la Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8), los embalses de la cuenca en su conjunto regulan satisfactoriamente los recursos hídricos para satisfacer las demandas, además se recomienda incrementar la capacidad de regulación en la Cuenca Media y Baja del Maule, y promover un control sistemático de la utilización de la recarga anual de los acuíferos, para evitar su sobreexplotación.

# Gráfico 3-25. Balance hídrico mensual de la cuenca Alta, Media y Baja del Maule

| UPH (5+6+7+8). ACUMULADO DE LA CUENCA DEL RÍO MAULE (UPH5+UPH6+UPH7+UPH8), PARA RRHHNN P.EXC 85% Y DEMANDA CONSUNTIVA MAXIMALISTA | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | TOTAL |
| **RECURSOS HÍDRICOS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal medio natural Alto Maule UPH5 | | 234,78 | 343,28 | 467,21 | 460,80 | 431,60 | 437,35 | 549,61 | 707,35 | 704,43 | 429,20 | 248,58 | 217,24 | 5.231,43 |
| Caudal medio natural Medio y Bajo Maule UPH6 | | 35,93 | 131,87 | 281,91 | 349,43 | 300,05 | 212,50 | 145,50 | 93,68 | 67,63 | 36,73 | 21,44 | 21,14 | 1.697,81 |
| Caudal medio natural UPH7 | | 16,28 | 63,04 | 144,36 | 181,07 | 153,64 | 103,29 | 61,85 | 32,72 | 20,75 | 11,14 | 6,14 | 6,44 | 800,73 |
| Caudal medio natural UPH8 | | 57,30 | 163,82 | 279,34 | 285,00 | 240,01 | 195,83 | 161,96 | 132,86 | 103,40 | 65,14 | 41,89 | 34,81 | 1.761,35 |
| **TOTAL RRHH UPH (5+6+7+8)** | **(hm³)** | **344,28** | **702,00** | **1.172,83** | **1.276,29** | **1.125,31** | **948,96** | **918,92** | **966,62** | **896,22** | **542,21** | **318,06** | **279,63** | **9.491,31** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **DEMANDAS CONSUNTIVAS DE LA CUENCA DEL RÍO MAULE** | | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola | | 2,31 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 142,86 | 599,83 | 980,06 | 1.208,88 | 844,41 | 333,51 | 4.111,86 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,20* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *12,90* | *52,91* | *86,81* | *108,00* | *74,03* | *26,73* | *361,57* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *2,11* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *129,96* | *546,92* | *893,25* | *1.100,88* | *770,38* | *306,79* | *3.750,29* |
| Pecuaria | | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 28,41 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *2,48* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *25,93* |
| Agua potable | | 3,77 | 3,48 | 3,16 | 3,03 | 3,24 | 3,13 | 3,42 | 3,80 | 4,45 | 5,12 | 3,80 | 4,56 | 44,97 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *3,42* | *3,16* | *2,86* | *2,74* | *2,93* | *2,83* | *3,09* | *3,43* | *4,03* | *4,63* | *3,44* | *4,14* | *40,69* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,35* | *0,33* | *0,30* | *0,29* | *0,31* | *0,30* | *0,33* | *0,37* | *0,43* | *0,48* | *0,36* | *0,43* | *4,28* |
| Industrial | | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 81,08 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *81,08* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| Forestal | | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 19,99 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *19,99* |
| **TOTAL DEM Maule UPH (5+6+7+8)** | **(hm³)** | **16,87** | **14,27** | **13,96** | **13,82** | **14,03** | **13,92** | **157,07** | **614,42** | **995,30** | **1.224,79** | **859,01** | **348,86** | **4.286,31** |
| ***Naturaleza Subterránea*** | **(hm³)** | ***10,58*** | ***10,12*** | ***9,83*** | ***9,71*** | ***9,89*** | ***9,79*** | ***22,95*** | ***63,30*** | ***97,80*** | ***119,60*** | ***84,43*** | ***37,83*** | **485,82** |
| ***Naturaleza Superficial*** | **(hm³)** | ***6,29*** | ***4,15*** | ***4,13*** | ***4,12*** | ***4,14*** | ***4,13*** | ***134,12*** | ***551,12*** | ***897,50*** | ***1.105,19*** | ***774,57*** | ***311,04*** | **3.800,49** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **BALANCE HÍDRICO** | | | | | | | | | | | | | | |
| Superávit (+) | (hm³) | 327,41 | 687,73 | 1.158,87 | 1.262,47 | 1.111,28 | 935,04 | 761,85 | 352,20 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 6.596,85 |
| | (%) | 4,96 | 10,43 | 17,57 | 19,14 | 16,85 | 14,17 | 11,55 | 5,34 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Déficit (-) | (hm³) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -99,08 | -682,58 | -540,95 | -69,24 | -1.391,85 |
| | (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 7,12 | 49,04 | 38,87 | 4,97 | 100,00 |




| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Almacenamiento superficial** | Ud | Capacidad | Acumulado | |
| Laguna Invernada | (hm³) | 174,00 | 174,00 | |
| Laguna del Maule | (hm³) | 1.420,00 | 1.594,00 | |
| Laguna Dial | (hm³) | | 1.594,00 | Sin dato |
| Embalse Melado | (hm³) | 134,00 | 1.728,00 | |
| Embalse Colbún | (hm³) | 1.490,00 | 3.218,00 | |
| Embalse Digua | (hm³) | 220,00 | 3.438,00 | |
| Embalse Tutuvén | (hm³) | 22,00 | 3.460,00 | |
| Embalse Machicura | (hm³) | 55,00 | 3.515,00 | |
| Embalse Ancoa | (hm³) | 79,00 | 3.594,00 | |
| Laguna Achibueno | (hm³) | | 3.594,00 | Sin dato |
| Embalse Bullileo | (hm³) | 60,00 | 3.654,00 | |
| | | | | |
| **Almacenamiento subterráneo** | Ud | | | |
| Recarga anual media | (hm3/año) | 776,20 | | |
| Reserva total estimada | (hm³) | 6.092,33 | | |

*Fuente: Elaboración propia*

## 3.7.6. Escenario 2.2. RHN 85% y demanda actual a 2015

### 3.7.6.1. Balance anual global

La tabla siguiente refleja los resultados de los balances parciales –es decir, considerando las UPH como si estuvieran aisladas, sin acumular los de aguas arriba-, en donde todos los valores de recursos, demandas y balances, vienen dados en $hm^3$/año:

**Tabla 3-58 Balances hídricos parciales RHN 85% con trasvases y demanda actual**

| UPH | | Recursos hídricos naturales | Trasvases entre UPH /Regiones | Recursos con trasvases | Demanda consuntiva actual 2015 | Balance hídrico |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | | | | | |
| 1 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 39,34 | | 39,34 | 4,44 | 34,90 |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 3.022,78 | -171,64 | 2.851,14 | 1.264,25 | 1.586,89 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 608,91 | | 608,91 | 209,07 | 399,85 |
| 4 | Costeras Mataquito-Maule | 67,69 | | 67,69 | 2,98 | 64,72 |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 5.231,43 | -255,53 | 4.975,89 | 411,39 | 4.564,51 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 1.697,81 | -903,15 | 794,67 | 957,46 | -162,79 |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 800,73 | | 800,73 | 476,43 | 324,30 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 1.761,35 | 1.158,68 | 2.920,03 | 769,15 | 2.150,88 |
| 9 | Costeras entre río Maule y limite Región | 152,09 | | 152,09 | 12,38 | 139,71 |
| **TOTAL ($hm^3$/año)** | | **13.382,14** | **-171,64** | **13.210,49** | **4.107,55** | **9.102,95** |

*Fuente: Elaboración propia*

Por su parte, la tabla siguiente refleja los resultados de los balances acumulados deducidos, para cada UPH, al acumular tanto los recursos como las demandas consuntivas de aguas arriba-; todos los valores de recursos, demandas y balances, vienen dados en $hm^3$/año.

Un primer análisis de estos resultados permite establecer las siguientes observaciones:

- Los recursos hídricos naturales totales de la VII Región del Maule para la probabilidad de excedencia del 85% suman 13.382 $hm^3$/año, y con trasvases 13.210 $hm^3$/año.
- Del resultado de ambos balances al nivel anual, por un lado en forma parcial por UPH y, por otra, en forma acumulada según la red de drenaje, se deduce que la VII Región del Maule es excedentaria en 9.103 $hm^3$/año para un año de recursos hídricos naturales totales correspondientes a una probabilidad de excedencia del 85%, y para una demanda consuntiva actual a 2015.
- Desde el punto de vista parcial de cada UPH de las cuencas de cabecera, se aprecian las siguientes características según los resultados de los balances:

- La unidad de cabecera UPH 7 Cuenca del Perquilauquén, tiene un balance hídrico anual positivo de valor 324 $hm^3$/año, es decir, que los recursos hídricos naturales con una probabilidad de excedencia del 85% resultan superiores a la demanda actual a 2015, en el que la demanda representa el 59% de los recursos totales con trasvases.
- La unidad de cabecera UPH 2 Cuenca Alta del Mataquito, tiene un balance hídrico anual excedentario de valor 1.587 $hm^3$/año, en el que la demanda representa el 44% de los recursos totales con trasvases.

**Tabla 3-59 Balances hídricos acumulados RHN 85% con trasvases y demanda actual**

| UPH | | Recursos hídricos naturales | | Trasvases | Recursos acumulados con trasvases | Demanda consuntiva actual a 2015 | | Balance hídrico planificación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | Parcial | Acumulados | | | Parcial | Acumulada | |
| 1 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 39,34 | **39,34** | | **39,34** | **4,44** | **4,44** | **34,90** |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 3.022,78 | 3.022,78 | -171,64 | 2.851,14 | 1.264,25 | 1.264,25 | 1.586,89 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 608,91 | **3.631,70** | **-171,64** | **3.460,05** | **209,07** | **1.473,32** | **1.986,73** |
| 4 | Costeras Mataquito-Maule | 67,69 | **67,69** | | **67,69** | **2,98** | **2,98** | **64,72** |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 5.231,43 | 5.231,43 | -255,53 | 4.975,89 | 411,39 | 411,39 | 4.564,51 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 1.697,81 | **9.491,31** | **0,00** | **9.491,31** | **957,46** | **2.614,42** | **6.876,89** |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 800,73 | 800,73 | | 800,73 | 476,43 | 476,43 | 324,30 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 1.761,35 | 1.761,35 | 1.158,68 | 2.920,03 | 769,15 | 769,15 | 2.150,88 |
| 9 | Costeras entre río Maule y limite Región | 152,09 | **152,09** | | **152,09** | **12,38** | **12,38** | **139,71** |
| **TOTAL ($hm^3$/año)** | | **13.382,14** | **13.382,14** | **-171,64** | **13.210,49** | **4.107,55** | **4.107,55** | **9.102,95** |

*Fuente: Elaboración Propia*

- Desde el punto de vista de los acumulados de los recursos hídricos y las demandas consuntivas, se deduce que con mayor volumen del balance hídrico se tiene la unidad de planificación UPH 6 Cuenca Media y Baja del Maule, que recoge, por un lado, los recursos provenientes de la UPH 5 Cuenca Alta del Maule y, por otro, los recursos provenientes de la margen izquierda, de la UPH 8 Cuenca del Loncomilla, que recibe a su vez las aportaciones de la UPH 7 Cuenca del Perquilauquén, con un volumen total del balance del orden de los 6.877 $hm^3$/año.
- En el análisis acumulado por cuenca de los balances hídricos, permite concluir que la Cuenca del río Mataquito UPH (2+3) es la que tiene una de las mayores exigencia entre el volumen de la demanda total y los recursos hídricos naturales totales con trasvase, siendo del orden del 43%, bastante alejada de la proporción de la totalidad de la Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8) con el 28%.
- Se han considerado los trasvases de agua entre las UPH y hacia la Región VI, por lo que el total trasvasado es igual al total medio anual cedido a la Región VI, debido a que los restantes se compensan dentro de la Región VII del Maule.
- La demanda no consuntiva se deduce con un volumen equivalente (CNCe) a 3.147,29 $hm^3$ anuales lo que significa una reducción de la excedencia calculada.

### 3.7.6.2. Balance mensual para cada UPH

A continuación se incluyen los resultados de los balances hídricos mensuales del Escenario 2.2 asociado a los recursos hídricos naturales totales de probabilidad de excedencia del 85% y la demanda actual a 2015.

Los resultados de los balances hídricos al nivel mensual se han sintetizado en las dos tablas siguientes, con valores parciales y acumulados, respectivamente:

**Tabla 3-60 Balances hídricos parciales RHN 85% y demanda actual**

| Unidad de Planificación | | Balance | | Embalses hm³ | | Acuíferos | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | Superávit | Déficit | Capacidad Total | Capacidad uso riego | Recarga | Reservas |
| 1 | Costeras norte | 36,75 | -1,85 | 0,00 | 0,00 | 5,25 | 2.056,00 |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 1.760,45 | -173,56 | 73,00 | 73,00 | 468,85 | 18.898,59 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 438,47 | -38,63 | 0,00 | 0,00 | 170,98 | 2.056,00 |
| 4 | Costeras central | 65,45 | -0,73 | 0,00 | 0,00 | 4,77 | 44,00 |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 4.564,51 | 0,00 | 1.728,00 | 800,00 | 27,73 | 17,38 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 1.172,53 | -1.335,32 | 1.490,00 | S/I (1.490,00) | 199,50 | 1.087,95 |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 682,91 | -358,61 | 242,00 | 242,00 | 318,18 | 2.921,00 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 2.150,88 | 0,00 | 194,00 | 194,00 | 230,78 | 2.066,00 |
| 9 | Costeras sur | 139,71 | -1,49 | 0,00 | 0,00 | 37,05 | 282,55 |
| **TOTAL (hm³/año)** | | **11.011,64** | **-1.910,18** | **3.727,00** | **2.799,00** | **1.463,11** | **29.429,47** |

| Tabla 3-61 Balances hídricos acumulados RHN 85% y demanda actual (hm3/año) | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Unidad de Planificación** | | **Balance** | **Balance** | | **Embalses hm³** | | **Acuíferos** | |
| **Nº** | **Denominación** | | **Superávit** | **Déficit** | **Capacidad Total** | **Capacidad uso riego** | **Recarga** | **Reservas** |
| 1 | Costeras norte | Parcial | **36,75** | **-1,85** | **0,00** | 0,00 | **5,25** | **2.056,00** |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | Parcial | 1.760,45 | -173,56 | 73,00 | 73,00 | 468,85 | 18.898,59 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | Acumulado | **2.197,24** | **-210,51** | **73,00** | **0,00** | **639,83** | **20.870,94** |
| 4 | Costeras central | Parcial | 65,45 | -0,73 | 0,00 | 0,00 | 4,77 | 44,00 |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | Parcial | 4.564,51 | 0,00 | 1.728,00 | 800,00 | 27,73 | 17,38 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | Acumulado | **7.254,69** | **-377,81** | **3.654,00** | **2.532,00*** | **776,20** | **6.092,33** |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | Parcial | 682,91 | -358,61 | 242,00 | 242,00 | 318,18 | 2.921,00 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | Parcial | 2.150,88 | 0,00 | 194,00 | 194,00 | 230,78 | 2.066,00 |
| 9 | Costeras sur | Parcial | **139,71** | **-1,49** | **0,00** | 0,00 | **37,05** | **282,55** |
| **TOTAL (hm³/año)** | | | **9.693,83** | **-592,37** | **3.727,00** | **2.799,00** | **2.799,00** | **29.345,82** |

*Fuente: Elaboración Propia en Base a Balance Hídrico*

Como se puede observar en las tablas precedentes, en algunas UPH existen varios meses del año en los que, al considerar los recursos naturales y las transferencias de recursos hídricos entre ellas y, aunque presentan superávit global, se podrían producir déficit en los suministros, si no se dispusieran de las infraestructuras de regulación -ya sean de aguas superficiales (lagunas y embalses) o subterráneas (acuíferos)- que permiten almacenar las aguas en los meses de abundancia para aportarlos en los meses de escasez hídrica.

- En el caso particular de las unidades de planificación de cabecera, la UPH 7 Cuenca del Perquilauquén, es la única en la que el déficit representa el 53% del recurso hídrico natural con probabilidad de excedencia del 85%.
- Se produce una tensión hídrica importante en algunas cuencas de la región, principalmente en la UPH 7 de las cuencas del Perquilauquén, y en la UPH 2 de la Cuenca Alta del Mataquito, en las que las capacidades de los embalses disponibles son inferiores a los volúmenes de los déficit, lo que exige adoptar medidas, tanto de racionalización y ahorro en el uso del agua, como de incremento de la regulación interna o la aportación de recursos externos para superar estas situaciones y atender el reto de garantizar la satisfacción de las demandas a 2015.
- Ocurre otro tanto para las UPH de la Costa, pero los déficit generados podrían ser satisfechos ampliamente mediante la explotación de la recarga media anual de los acuíferos.
- La Cuenca del río Mataquito en su conjunto UPH (2+3) tiene un comportamiento muy similar a la UPH 2, de déficit superior a la capacidad de almacenamiento de los embalses, por lo que la problemática es equivalente a la UPH 2, sin embargo, al contrario del Perquilauquén, el déficit representa tan solo el 10% del recurso hídrico natural con probabilidad de excedencia del 85% y trasvase.
- La Cuenca del río Maule en su conjunto UPH (5+6+7+8) tiene un déficit inferior a la capacidad de almacenamiento de los embalses, por lo que la satisfacción de las demandas está garantizada.

En las páginas que siguen se aportan los resultados de los balances mensuales más significativos, en los que se explica y justifica su problemática para el Escenario 2.2, y en el **Anexo 3-2. Balances Hídricos** se incluye la totalidad de los balances desarrollados.

### 3.7.6.3. Balance hídrico de la Cuenca del Perquilauquén

El Balance Hídrico de la **UPH 7. CUENCA DEL PERQUILAUQUÉN**, arroja un déficit total anual de -359 $hm^3$ y un superávit de 683 $hm^3$.

El recurso hídrico natural total para la probabilidad de excedencia del 85%, es de unos 800 $hm^3$/año, valor superior a la demanda total actual a 2015 de 476 $hm^3$/año.

Analizando el total de los Recursos Hídricos (aportaciones naturales ± trasvases) se observa que entre los meses de octubre a abril las aportaciones son muy reducidas respecto de las demandas, y la presencia de los embalses Digua y Tutuvén con capacidad total de regulación de 242 $hm^3$ almacenados en el periodo de abril a octubre, no permite disponer del recurso necesario cuando se lo necesita para cubrir el déficit.

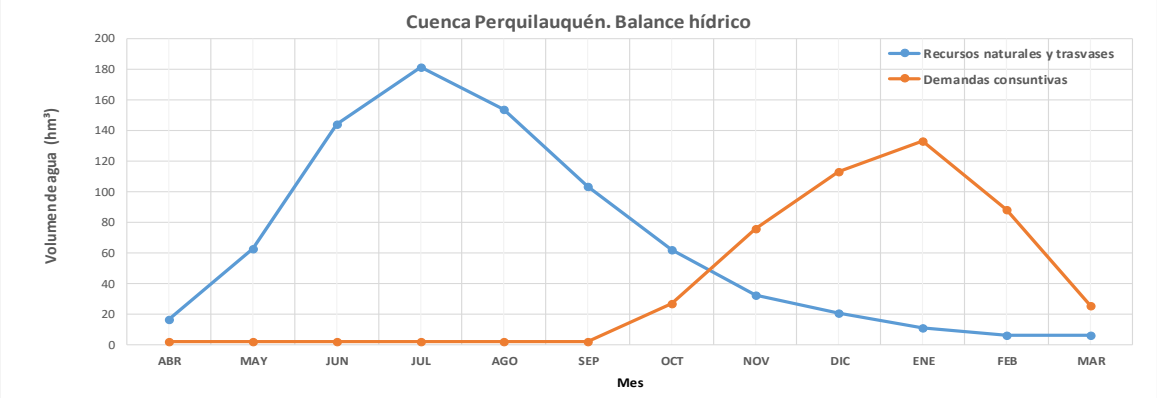
El Diagnóstico de esta situación revela un problema al que hay que darle solución, y es la "Falta de regulación de los recursos hídricos de la Cuenca del Perquilauquén". Esta falta de capacidad de regulación de la UPH 7, no permite garantizar la satisfacción total de las demandas en el periodo entre octubre a abril para el Escenario 2.2.

Adicionalmente, los acuíferos de la UPH 7 dispondrían en su conjunto para esta hipótesis de recursos hídricos, de una recarga media anual de 318 $hm^3$. La naturaleza subterránea de la satisfacción de las demandas totales de unos 60 $hm^3$, indica que no se está aprovechando en forma satisfactoria la recarga media anual de los acuíferos de la cuenca.

En síntesis, y como conclusión del Diagnóstico de la UPH 7 para el Escenario 2.2, se necesita una mayor capacidad de regulación en las cuencas de cabecera del Perquilauquén, o la transferencia de recursos hídricos de

# Gráfico 3-26 Balance hídrico mensual de la cuenca del Perquilauquén

| UPH 7. CUENCA PERQUILAUQUÉN, PARA RRHHNN P.EXC 85% Y DEMANDA CONSUNTIVA A 2015 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | TOTAL |
| **RECURSOS HÍDRICOS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal medio natural | | 16,3 | 63,0 | 144,4 | 181,1 | 153,6 | 103,3 | 61,8 | 32,7 | 20,8 | 11,1 | 6,1 | 6,4 | 800,7 |
| Trasvases | | | | | | | | | | | | | | 0,00 |
| **TOTAL** | **(hm³)** | **16,3** | **63,0** | **144,4** | **181,1** | **153,6** | **103,3** | **61,8** | **32,7** | **20,8** | **11,1** | **6,1** | **6,4** | **800,7** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **DEMANDAS CONSUNTIVAS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola | | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 24,55 | 73,21 | 110,63 | 130,29 | 85,87 | 22,69 | 447,26 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *2,59* | *7,73* | *11,68* | *13,75* | *9,06* | *2,40* | *47,21* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,02* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *21,96* | *65,48* | *98,95* | *116,54* | *76,80* | *20,30* | *400,05* |
| Pecuaria | | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 10,84 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *1,14* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *9,70* |
| Agua potable | | 0,79 | 0,72 | 0,70 | 0,60 | 0,68 | 0,67 | 0,80 | 1,01 | 1,08 | 1,26 | 0,88 | 0,99 | 10,17 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,67* | *0,61* | *0,59* | *0,51* | *0,58* | *0,57* | *0,69* | *0,86* | *0,92* | *1,07* | *0,75* | *0,85* | *8,67* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,12* | *0,11* | *0,10* | *0,09* | *0,10* | *0,10* | *0,12* | *0,15* | *0,16* | *0,19* | *0,13* | *0,15* | *1,50* |
| Industrial | | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,1 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,14* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| Forestal | | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 8,02 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *8,02* |
| **TOTAL** | **(hm³)** | **2,4** | **2,3** | **2,3** | **2,2** | **2,3** | **2,3** | **26,9** | **75,8** | **113,3** | **133,1** | **88,3** | **25,3** | **476,4** |
| **Naturaleza Subterránea** | **(hm³)** | ***0,8*** | ***0,7*** | ***0,7*** | ***0,6*** | ***0,7*** | ***0,7*** | ***3,4*** | ***8,7*** | ***12,7*** | ***14,9*** | ***9,9*** | ***3,4*** | ***57,2*** |
| **Naturaleza Superficial** | **(hm³)** | ***1,6*** | ***1,6*** | ***1,6*** | ***1,6*** | ***1,6*** | ***1,6*** | ***23,6*** | ***67,1*** | ***100,6*** | ***118,2*** | ***78,4*** | ***21,9*** | ***419,3*** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **BALANCE HÍDRICO** | | | | | | | | | | | | | | |
| Superávit (+) | (hm³) | 13,9 | 60,7 | 142,1 | 178,9 | 151,4 | 101,0 | 34,9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 682,9 |
| | (%) | 2,03 | 8,89 | 20,81 | 26,19 | 22,17 | 14,79 | 5,11 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Déficit (-) | (hm³) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | -43,1 | -92,5 | -122,0 | -82,2 | -18,8 | -358,6 |
| | (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 12,01 | 25,80 | 34,02 | 22,92 | 5,25 | 100,00 |




| | | | |
|---|---|---|---|
| **Almacenamiento superficial** | Ud | Capacidad | Acumulado |
| Embalse Digua | (hm³) | 220,00 | 220,00 |
| Embalse Tutuvén | (hm³) | 22,00 | 242,00 |
| | | | |
| **Almacenamiento subterráneo** | Ud | | |
| Recarga anual media (hm3/año) | | 318,18 | |
| Reserva total estimada | (hm³) | 2.921,00 | |

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.7.6.4. Balance de la cuenca Alta del Mataquito

Al analizar el Balance Hídrico de la **UPH 2. CUENCA ALTA DEL MATAQUITO**, se observa un déficit total anual de -174 $hm^3$ y un superávit de 1.760 $hm^3$.

El recurso hídrico natural total para la probabilidad de excedencia del 85%, es de unos 3.023 $hm^3$/año, y la demanda total actual a 2015 es de unos 1.264 $hm^3$/año.

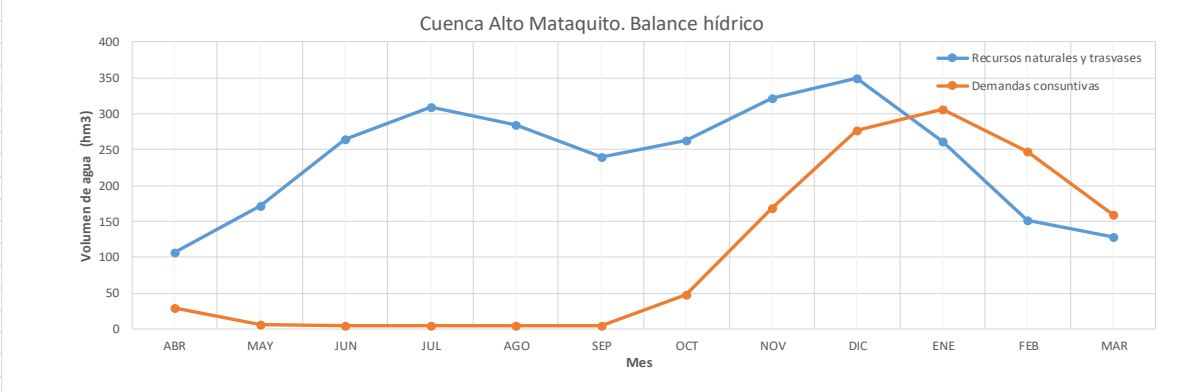
Analizando el total de los Recursos Hídricos (aportaciones naturales ± trasvases) se observa que los recursos hídricos caen drásticamente desde diciembre hasta abril, sin embargo, la presencia del embalse del Planchón con capacidad total de regulación anual de 73 $hm^3$ almacenados en el periodo de abril a diciembre, es insuficiente para almacenar el déficit. Esta capacidad de regulación de la UPH 2, no permite garantizar la satisfacción de las demandas en el Escenario 2.2.

Por otro lado, los acuíferos de la UPH 2 disponen en su conjunto para esta hipótesis de recursos hídricos de una recarga media anual de 469 $hm^3$ que se recargan anualmente, sin embargo, en este escenario de sequía se podría extraer de la reserva total máxima estimada pasando de 18.969 $hm^3$ a 18.899 $hm^3$, sobreexplotando los acuíferos. La naturaleza subterránea de la satisfacción de las demandas totales de 539 $hm^3$, superior a la recarga media de 469 $hm^3$, indica que se está sobreexplotando los acuíferos.

En síntesis, y como conclusión del Diagnóstico de la UPH 2 para el Escenario 2.2, se recomienda una mayor capacidad de regulación en la Cuenca Alta del Mataquito, y no incrementar la utilización de la recarga anual de los acuíferos.

# Gráfico 3-27 Balance hídrico mensual de la Cuenca Alta del Mataquito

| UPH 2. CUENCA ALTA DEL MATAQUITO, PARA RRHHNN P.EXC 85% Y DEMANDA CONSUNTIVA A 2015 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | TOTAL |
| **RECURSOS HÍDRICOS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal medio natural UPH2 | | 112,80 | 182,64 | 279,71 | 327,41 | 301,47 | 254,77 | 278,69 | 341,96 | 370,53 | 277,11 | 160,21 | 135,49 | 3.022,78 |
| Trasvase Canal Teno-Chimbarongo | | -6,41 | -10,37 | -15,88 | -18,59 | -17,12 | -14,47 | -15,82 | -19,42 | -21,04 | -15,74 | -9,10 | -7,69 | -171,64 |
| **TOTAL** | ($hm^3$) | **106,39** | **172,27** | **263,82** | **308,82** | **284,35** | **240,30** | **262,86** | **322,54** | **349,49** | **261,37** | **151,12** | **127,79** | **2.851,14** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **DEMANDAS CONSUNTIVAS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola | | 24,39 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 43,30 | 163,38 | 271,96 | 300,10 | 242,73 | 153,51 | 1.199,37 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *10,34* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *18,35* | *69,22* | *115,23* | *127,15* | *102,84* | *65,04* | *508,17* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *14,06* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *24,96* | *94,15* | *156,73* | *172,95* | *139,89* | *88,47* | *691,20* |
| Pecuaria | | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 13,03 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *5,52* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *7,51* |
| Agua potable | | 1,72 | 1,54 | 1,34 | 1,15 | 1,27 | 1,20 | 1,31 | 1,55 | 1,87 | 2,32 | 1,60 | 2,11 | 18,98 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *1,54* | *1,38* | *1,20* | *1,04* | *1,14* | *1,08* | *1,18* | *1,39* | *1,68* | *2,09* | *1,44* | *1,89* | *17,06* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,17* | *0,16* | *0,14* | *0,12* | *0,13* | *0,12* | *0,13* | *0,16* | *0,19* | *0,23* | *0,16* | *0,21* | *1,91* |
| Industrial | | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 30,85 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *8,512* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *22,341* |
| Forestal | | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 2,02 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *2,02* |
| **TOTAL** | ($hm^3$) | **29,94** | **5,36** | **5,16** | **4,98** | **5,10** | **5,02** | **48,44** | **168,75** | **277,66** | **306,25** | **248,16** | **159,44** | **1.264,25** |
| **Naturaleza Subterránea** | ($hm^3$) | ***13,05*** | ***2,55*** | ***2,37*** | ***2,20*** | ***2,31*** | ***2,25*** | ***20,70*** | ***71,78*** | ***118,08*** | ***130,41*** | ***105,45*** | ***68,10*** | ***539,26*** |
| **Naturaleza Superficial** | ($hm^3$) | ***16,89*** | ***2,81*** | ***2,79*** | ***2,77*** | ***2,78*** | ***2,78*** | ***27,74*** | ***96,97*** | ***159,58*** | ***175,84*** | ***142,70*** | ***91,33*** | ***724,99*** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **BALANCE HÍDRICO** | | | | | | | | | | | | | | |
| Superávit (+) | ($hm^3$) | 76,46 | 166,90 | 258,66 | 303,85 | 279,26 | 235,28 | 214,42 | 153,79 | 71,83 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1.760,45 |
| | (%) | 4,34 | 9,48 | 14,69 | 17,26 | 15,86 | 13,36 | 12,18 | 8,74 | 4,08 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Déficit (-) | ($hm^3$) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -44,87 | -97,04 | -31,64 | -173,56 |
| | (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 25,85 | 55,91 | 18,23 | 100,00 |




| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Almacenamiento superficial** | Ud | Capacidad | Acumulado | | | | | | | | | | | |
| Embalse Planchón | ($hm^3$) | 73,00 | 73,00 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **Almacenamiento subterráneo** | Ud | | | | | | | | | | | | | |
| Recarga anual media | (hm3/año) | 468,85 | *Sobreexplotación* | | | | | | | | | | | |
| Reserva total estimada | ($hm^3$) | 18.898,59 | | | | | | | | | | | | |

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.7.6.5. Balance de la cuenca media y baja del Maule (acumulado)

Al analizar el balance hídrico de la **UPH 6. CUENCA MEDIA Y BAJA DEL MAULE**, como conjunto de las unidades que componen la Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8), con los recursos hídricos y las demandas de las cuencas superiores, se observa un hipotético déficit total anual de unos -378 $hm^3$ y un superávit de 7.255 $hm^3$.

El recurso hídrico natural total para la probabilidad de excedencia del 85%, para la Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8) es de unos 9.490 $hm^3$/año, y la demanda total actual a 2015 es de 2.614 $hm^3$/año.

En estas UPH (5+6+7+8) los trasvases entre la UPH 5 a UPH 8 y entre las UPH 6 y UPH 8 son elevados, sin embargo, su saldo total es nulo porque se compensan al estar todos dentro de la Cuenca del río Maule.

Analizando el total de los Recursos Hídricos (aportaciones naturales ± trasvases) se observa que los recursos hídricos caen drásticamente desde diciembre hasta abril, sin embargo, la presencia de los embalses con capacidad total de regulación anual de unos 3.500 $hm^3$ almacenados en el periodo de abril a octubre, permitiría para el Escenario 2.2 satisfacer las demandas y como consecuencia podría resolver satisfactoriamente el hipotético déficit, porque dispondrían del recurso necesario cuando se lo necesita en los embalses. Sin embargo, la realidad la capacidad de regulación[13] es de 2.532,00$hm^3$ considerando solo la regulación para riego. Aun así para el Escenario la capacidad de regulación es suficiente para satisfacer la demanda.

La hipostasis presentada de la demanda Consuntiva (ver punto 4.3) con "Caudal No Consultivo equivalente" estima un volumen anual de 1.095,88 $hm^3$ en la UPH 6. La Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8) marca un volumen acumulado para la demanda no consuntiva de 2.686,87 $hm^3$/año,

[13] Laguna Maule (800 $hm^3$), Embalse Colbún, Digua, Tutuvén, Machicura, Laguna Achibueno, Bullileo, Ancoa.

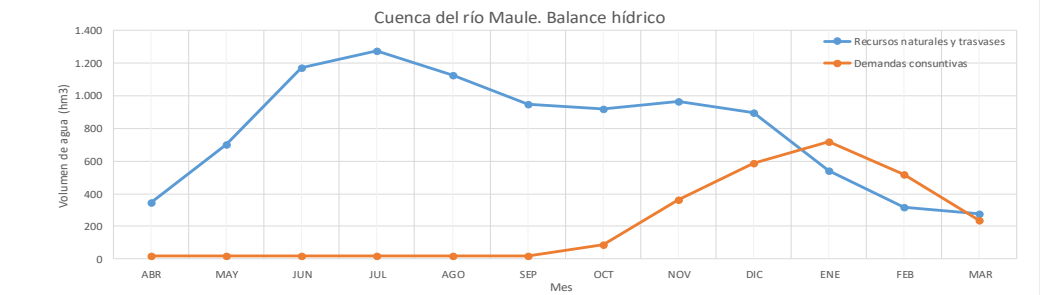
pero este valor no se puede utilizar ya que se está hablando de Derechos de aprovechamiento de Agua no consultivos. Por lo tanto, en la explicación del balance de la cuenca media y baja del Maule acumulado, se deberá tomar el valor hipotético calculado para la UPH 6, ya que se considera que el resto de los caudales sea han "liberado".

Por otro lado, los acuíferos de la Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8) disponen en su conjunto de una recarga media anual para el Escenario 2.2 de 776 $hm^3$ que se recargan anualmente. La naturaleza subterránea de la satisfacción de las demandas totales de unos 340 $hm^3$, indica que para el Escenario 2.2 se está aprovechando en un 44% la recarga media anual de los acuíferos de la cuenca.

En síntesis, y como conclusión del Diagnóstico de la Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8), los embalses de la cuenca en su conjunto regulan satisfactoriamente los recursos hídricos para satisfacer las demandas, además se recomienda incrementar la explotación de los acuíferos, y promover un control sistemático de la utilización de la recarga anual de los acuíferos, para evitar su sobreexplotación.

# Gráfico 3-28 Balance hídrico mensual de la cuenca Alta, Media y Baja del Maule

| UPH (5+6+7+8). ACUMULADO DE LA CUENCA DEL RÍO MAULE (UPH5+UPH6+UPH7+UPH8), PARA RRHHNN P.EXC 85% Y DEMANDA CONSUNTIVA A 2015 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | TOTAL |
| **RECURSOS HÍDRICOS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal medio natural Alto Maule UPH5 | | 234,78 | 343,28 | 467,21 | 460,80 | 431,60 | 437,35 | 549,61 | 707,35 | 704,43 | 429,20 | 248,58 | 217,24 | 5.231,43 |
| Caudal medio natural Medio y Bajo Maule UPH6 | | 35,93 | 131,87 | 281,91 | 349,43 | 300,05 | 212,50 | 145,50 | 93,68 | 67,63 | 36,73 | 21,44 | 21,14 | 1.697,81 |
| Caudal medio natural UPH7 | | 16,28 | 63,04 | 144,36 | 181,07 | 153,64 | 103,29 | 61,85 | 32,72 | 20,75 | 11,14 | 6,14 | 6,44 | 800,73 |
| Caudal medio natural UPH8 | | 57,30 | 163,82 | 279,34 | 285,00 | 240,01 | 195,83 | 161,96 | 132,86 | 103,40 | 65,14 | 41,89 | 34,81 | 1.761,35 |
| **TOTAL RRHH UPH (5+6+7+8)** | **(hm³)** | **344,28** | **702,00** | **1.172,83** | **1.276,29** | **1.125,31** | **948,96** | **918,92** | **966,62** | **896,22** | **542,21** | **318,06** | **279,63** | **9.491,31** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **DEMANDAS CONSUNTIVAS DE LA CUENCA DEL RÍO MAULE** | | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola | | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 71,92 | 342,48 | 567,58 | 701,38 | 499,62 | 217,76 | 2.402,23 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,12* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *5,66* | *27,24* | *45,94* | *57,99* | *40,20* | *15,66* | *192,81* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *1,38* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *66,26* | *315,24* | *521,64* | *643,39* | *459,42* | *202,10* | *2.209,42* |
| Pecuaria | | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 28,41 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *2,48* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *25,93* |
| Agua potable | | 4,55 | 4,20 | 3,81 | 3,65 | 3,90 | 3,76 | 4,11 | 4,57 | 5,36 | 6,16 | 4,58 | 5,50 | 54,15 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *4,13* | *3,81* | *3,46* | *3,31* | *3,53* | *3,41* | *3,72* | *4,13* | *4,85* | *5,59* | *4,14* | *5,00* | *49,07* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,42* | *0,39* | *0,36* | *0,35* | *0,37* | *0,36* | *0,39* | *0,44* | *0,51* | *0,57* | *0,43* | *0,51* | *5,08* |
| Industrial | | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 96,25 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *96,25* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| Forestal | | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 33,37 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *33,37* |
| **TOTAL DEM Maule UPH (5+6+7+8)** | **(hm³)** | **19,22** | **17,37** | **16,98** | **16,82** | **17,07** | **16,93** | **89,20** | **360,21** | **586,11** | **720,71** | **517,36** | **236,44** | **2.614,42** |
| ***Naturaleza Subterránea*** | **(hm³)** | ***12,48*** | ***12,04*** | ***11,68*** | ***11,54*** | ***11,76*** | ***11,63*** | ***17,60*** | ***39,59*** | ***59,02*** | ***71,80*** | ***52,57*** | ***28,89*** | ***340,62*** |
| ***Naturaleza Superficial*** | **(hm³)** | ***6,73*** | ***5,33*** | ***5,30*** | ***5,29*** | ***5,31*** | ***5,30*** | ***71,60*** | ***320,62*** | ***527,09*** | ***648,90*** | ***464,79*** | ***207,54*** | ***2.273,80*** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **BALANCE HÍDRICO** | | | | | | | | | | | | | | |
| Superávit (+) | (hm³) | 325,06 | 684,63 | 1.155,84 | 1.259,47 | 1.108,24 | 932,02 | 829,72 | 606,41 | 310,11 | 0,00 | 0,00 | 43,19 | 7.254,69 |
| | (%) | 4,48 | 9,44 | 15,93 | 17,36 | 15,28 | 12,85 | 11,44 | 8,36 | 4,27 | 0,00 | 0,00 | 0,60 | 100,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Déficit (-) | (hm³) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -178,50 | -199,30 | 0,00 | -377,81 |
| | (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 47,25 | 52,75 | 0,00 | 100,00 |




| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Almacenamiento superficial** | Ud | Capacidad | Acumulado | |
| Laguna Invernada | (hm³) | 174,00 | 174,00 | |
| Laguna del Maule | (hm³) | 1.420,00 | 1.594,00 | |
| Laguna Dial | (hm³) | | 1.594,00 | Sin dato |
| Embalse Melado | (hm³) | 134,00 | 1.728,00 | |
| Embalse Colbún | (hm³) | 1.490,00 | 3.218,00 | |
| Embalse Digua | (hm³) | 220,00 | 3.438,00 | |
| Embalse Tutuvén | (hm³) | 22,00 | 3.460,00 | |
| Embalse Machicura | (hm³) | 55,00 | 3.515,00 | |
| Embalse Ancoa | (hm³) | 79,00 | 3.594,00 | |
| Laguna Achibueno | (hm³) | | 3.594,00 | Sin dato |
| Embalse Bullileo | (hm³) | 60,00 | 3.654,00 | |
| | | | | |
| **Almacenamiento subterráneo** | Ud | | | |
| Recarga anual media | (hm3/año) | 776,20 | | |
| Reserva total estimada | (hm³) | 6.092,33 | | |

*Fuente: Elaboración propia*

## 3.7.7. Escenario 3.1. RHN periodo 2010-15 y demanda maximalista

### 3.7.7.1. Balance anual global

La tabla siguiente refleja los resultados de los balances parciales –es decir, considerando las UPH como si estuvieran aisladas, sin acumular los de aguas arriba-, en donde todos los valores de recursos, demandas y balances, vienen dados en $hm^3$/año:

**Tabla 3-62. Balances hídricos parciales RHN 2010-15 y demanda maximalista**

| UPH | | Recursos hídricos naturales | Trasvases entre UPH/Regiones | Recursos con trasvases | Demanda consuntiva maximalista | Balance hídrico |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | | | | | |
| 1 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 58,16 | | 58,16 | 4,20 | 53,96 |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 2.697,58 | -153,18 | 2.544,41 | 1.294,85 | 1.249,56 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 497,26 | | 497,26 | 213,05 | 284,21 |
| 4 | Costeras Mataquito-Maule | 116,31 | | 116,31 | 5,37 | 110,94 |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 5.789,66 | -255,53 | 5.534,12 | 411,23 | 5.122,90 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 2.575,37 | -903,15 | 1.672,22 | 1.401,92 | 270,31 |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 1.556,59 | | 1.556,59 | 1.516,66 | 39,94 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 3.214,04 | 1.158,68 | 4.372,72 | 956,51 | 3.416,21 |
| 9 | Costeras entre río Maule y limite Región | 181,25 | | 181,25 | 11,73 | 169,52 |
| **TOTAL ($hm^3$/año)** | | **16.686,22** | **-153,18** | **16.533,04** | **5.815,50** | **10.717,54** |

*Fuente: Elaboración propia*

Por su parte, la tabla siguiente refleja los resultados de los balances acumulados deducidos, para cada UPH, al acumular tanto los recursos como las demandas consuntivas de aguas arriba-; todos los valores de recursos, demandas y balances, vienen dados en $hm^3$/año.

Un primer análisis de estos resultados permite establecer las siguientes observaciones:

- Los recursos hídricos naturales totales de la VII Región del Maule para la Situación Actual asociada al periodo 2010 a 2015 suman 16.686 $hm^3$/año, superiores a los recursos naturales totales para el 85% de excedencia de 13.382 $hm^3$/año; sin embargo, los recursos hídricos de la Cuenca del río Mataquito resultan ser ligeramente inferiores, de 3.195 $hm^3$/año para la situación actual contra 3.632 $hm^3$/año.
- Del resultado de ambos balances al nivel anual, por un lado, en forma parcial por UPH y, por otra, en forma acumulada según la red de drenaje, se deduce que la VII Región del Maule es excedentaria en 10.718 $hm^3$/año para un año de recursos hídricos naturales totales correspondientes a la Situación Actual definida por el periodo 2010 a 2015.
- Desde el punto de vista parcial de cada UPH de las cuencas de cabecera, se aprecian las siguientes características según los resultados de los balances:

- La unidad de cabecera UPH 7 Cuenca del Perquilauquén, tiene un balance hídrico anual positivo de valor 40 $hm^3$/año, es decir que los recursos hídricos naturales de la Situación Actual son prácticamente igualados por las demandas consuntivas maximalistas, representando las demandas el 97% de los recursos.
- La unidad de cabecera UPH 2 Cuenca Alta del Mataquito, tiene un balance hídrico anual excedentario de valor 1.250 $hm^3$/año, en el que la demanda representa el 51% de los recursos totales con trasvases.

**Tabla 3-63 Balances hídricos acumulados RHN 2010-15 y demanda maximalista**

| UPH | | Recursos hídricos naturales | | Trasvases | Recursos acumula-dos con trasvases | Demanda consuntiva maximalista | | Balance hídrico |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | Parcial | Acumu. | | | Parcial | Acumu. | |
| 1 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 58,16 | **58,16** | | **58,16** | **4,20** | **4,20** | **53,96** |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 2.697,58 | 2.697,58 | -153,18 | 2.544,41 | 1.294,85 | 1.294,85 | 1.249,56 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 497,26 | **3.194,84** | **-153,18** | **3.041,66** | **213,05** | **1.507,90** | **1.533,77** |
| 4 | Costeras Mataquito-Maule | 116,31 | **116,31** | | **116,31** | **5,37** | **5,37** | **110,94** |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 5.789,66 | 5.789,66 | -255,53 | 5.534,12 | 411,23 | 411,23 | 5.122,90 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 2.575,37 | **13.135,66** | **0,00** | **13.135,66** | **1.401,92** | **4.286,31** | **8.849,35** |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 1.556,59 | 1.556,59 | | 1.556,59 | 1.516,66 | 1.516,66 | 39,94 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 3.214,04 | 3.214,04 | 1.158,68 | 4.372,72 | 956,51 | 956,51 | 3.416,21 |
| 9 | Costeras entre río Maule y limite Región | 181,25 | **181,25** | | **181,25** | **11,73** | **11,73** | **169,52** |
| **TOTAL (hm³/año)** | | **16.686,22** | **16.686,22** | **-153,18** | **16.533,04** | **5.815,50** | **5.815,50** | **10.717,54** |

*Fuente: Elaboración propia*

- Desde el punto de vista de los acumulados de los recursos hídricos y las demandas consuntivas, se deduce que con mayor volumen del balance hídrico se tiene la unidad de planificación UPH 6 Cuenca Media y Baja del Maule, que recoge, por un lado, los recursos provenientes de la UPH 5 Cuenca Alta del Maule y, por otro, los recursos provenientes de la margen izquierda, de la UPH 8 Cuenca del Loncomilla, que recibe a su vez las aportaciones de la UPH 7 Cuenca del Perquilauquén, con un volumen total del balance del orden de los 8.850 $hm^3$/año.
- En el análisis acumulado por cuenca de los balances hídricos, permite concluir que la Cuenca del río Mataquito UPH (2+3) es la que tiene una de las mayores exigencia entre el volumen de la demanda total y los recursos hídricos naturales totales con trasvase, siendo del orden del 50%, superando con creces la proporción equivalente de la totalidad de la Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8) con el 33%.
- Se han considerado los trasvases de agua entre las UPH y hacia la Región VI, por lo que el total trasvasado es igual al total medio anual cedido a la Región VI, debido a que los restantes se compensan dentro de la Región VII del Maule.
- La demanda no consuntiva se deduce con un volumen equivalente (CNCe) a 3.147,29 $hm^3$ anuales lo que significa una reducción de la excedencia calculada.

### 3.7.7.2. Balance mensual para cada UPH

Los valores obtenidos en el balance global aportan una primera aproximación a la caracterización del territorio en cuanto a la capacidad -con recursos naturales y trasvases- de satisfacer las demandas se refiere, pero dado que, tanto la producción de recursos hídricos naturales varía a lo largo del año y las demandas consuntivas también se concentran en determinados meses del año, es necesario efectuar un balance mensual a efectos de discernir, con mayor detalle, el grado de satisfacción de las demandas que se produce en la VII Región. Para ello se ha procedido de la siguiente manera en cada una de las UPH que constituyen el territorio:

- Considerar la distribución mensual de los recursos hídricos naturales del periodo 2010-15.
- Incorporar los trasvases existentes entre UPH con su distribución mensual.
- Identificar todas las demandas consuntivas con su distribución mensual para cada uno de los sectores de consumo. A efectos de este balance se ha considerado la demanda agraria maximalista, que se deriva de considerar la superficie máxima regable que aporta el Plan Director de 2008.
- Considerar la distribución mensual de las demandas consuntivas en su naturaleza subterránea y superficial, obtenidos de los Derechos de Aprovechamiento de Aguas.
- Efectuar la sustracción mensual entre los recursos y las demandas de tal forma que se determine si en un mes concreto se produce déficit o superávit, así como su porcentaje con respecto a los totales anuales.

Los resultados de los balances hídricos al nivel mensual se han sintetizado en las dos tablas siguientes, con valores parciales y acumulados, respectivamente:

**Tabla 3-64 Balances hídricos parciales RHN 2010-15 y demanda maximalista (hm3/año)**

| Unidad de Planificación | | Balance | | Embalse $hm^3$ | | Acuíferos | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | Superávit | Déficit | Capacidad Total | Capacidad uso riego | Recarga | Reservas |
| 1 | Costeras norte | 55,31 | -1,34 | 0,00 | 0,00 | 7,77 | 2.056,00 |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 1.500,07 | -250,51 | 73,00 | 73,00 | 418,41 | 18.836,37 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 349,41 | -65,20 | 0,00 | 0,00 | 139,62 | 2.056,00 |
| 4 | Costeras central | 111,89 | -0,95 | 0,00 | 0,00 | 8,20 | 44,00 |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 5.122,90 | 0,00 | 1.728,00 | 800,00 | 30,69 | 17,38 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 1.903,58 | -1.633,27 | 1.490,00 | S/I (1.490,00) | 302,62 | 1.087,95 |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 1.310,95 | -1.271,02 | 242,00 | 242,00 | 618,54 | 2.921,00 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 3.416,21 | 0,00 | 194,00 | 194,00 | 421,12 | 2.066,00 |
| 9 | Costeras sur | 169,52 | -0,97 | 0,00 | 0,00 | 44,16 | 282,55 |
| **TOTAL ($hm^3$/año)** | | **13.939,83** | **-3.223,27** | **3.727,00** | **2.799,00** | **1.991,14** | **29.367,25** |

*Fuente: Elaboración Propia en Base a Balance Hídrico*

**Tabla 3-65 Balances hídricos acumulados RHN 2010-15 y demanda maximalista**

| Unidad de Planificación | | Balance | Balance | | Embalse hm³ | | Acuíferos | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | | Superávit | Déficit | Capacidad Total | Capacidad uso riego | Recarga | Reservas |
| 1 | Costeras norte | Parcial | **55,31** | **-1,34** | **0,00** | 0,00 | **7,77** | **2.056,00** |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | Parcial | 1.500,07 | -250,51 | 73,00 | 73,00 | 418,41 | 18.836,37 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | Acumulado | **1.838,66** | **-304,90** | **73,00** | **0,00** | **558,04** | **20.901,47** |
| 4 | Costeras central | Parcial | 111,89 | -0,95 | 0,00 | 0,00 | 8,20 | 44,00 |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | Parcial | 5.122,90 | 0,00 | 1.728,00 | 800,00 | 30,69 | 17,38 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | Acumulado | **9.866,23** | **-1.016,89** | **3.654,00** | **2.532,00*** | **1.372,98** | **6.092,33** |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | Parcial | 1.310,95 | -1.271,02 | 242,00 | 242,00 | 618,54 | 2.921,00 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | Parcial | 3.416,21 | 0,00 | 194,00 | 194,00 | 421,12 | 2.066,00 |
| 9 | Costeras sur | Parcial | **169,52** | **-0,97** | **0,00** | 0,00 | **44,16** | **282,55** |
| **TOTAL (hm³/año)** | | | **12.041,61** | **-1.325,05** | **3.727,00** | **2.799,00** | **1.991,14** | **29.376,35** |

*Fuente: Elaboración Propia*

Como se puede observar de las tablas precedentes, en algunas UPH existen varios meses del año en los que, al considerar los recursos naturales y las transferencias de recursos hídricos entre ellas y, aunque presentan superávit global, se podrían producir déficit en los suministros, si no se dispusieran de las infraestructuras de regulación -ya sean de aguas superficiales (lagunas y embalses) o subterráneas (acuíferos)- que permiten almacenar las aguas en los meses de abundancia para aportarlos en los meses de escasez hídrica.

- En el caso particular de las unidades de planificación de cabecera, la UPH 7 Cuenca del Perquilauquén, es la única en la que el déficit prácticamente iguala al recurso hídrico natural de la Situación Actual asociado al periodo 2010 a 2015.
- Se produce una tensión hídrica importante en algunas cuencas de la región, principalmente en la UPH 7 de las cuencas del Perquilauquén, y en la UPH 2 de la Cuenca Alta del Mataquito, en las que las capacidades de los embalses disponibles son inferiores a los volúmenes de los déficit, lo que exige adoptar medidas, tanto de racionalización y ahorro en el uso del agua, como de incremento de la regulación interna o la aportación de recursos externos para superar estas situaciones y atender el reto de garantizar la satisfacción de las demandas maximalistas.
- Ocurre otro tanto para las UPH de la Costa, pero los déficit generados podrían ser satisfechos ampliamente mediante la explotación de la recarga media anual de los acuíferos.
- La Cuenca del río Mataquito en su conjunto UPH (2+3) tiene un comportamiento muy similar a la UPH 2, de déficit superior a la capacidad de almacenamiento de los embalses, por lo que la problemática es equivalente a la UPH 2.
- La Cuenca del río Maule en su conjunto UPH (5+6+7+8) tiene un déficit inferior a la capacidad de almacenamiento de los embalses, por lo que la satisfacción de las demandas está garantizada.

En las páginas que siguen se aportan los resultados de los balances mensuales más significativos, en los que se explica y justifica su problemática para el Escenario 3.1, y en el Anexo 3-2 Balances Hídricos se incluye la totalidad de los balances desarrollados.

### 3.7.7.3. Balance hídrico de la Cuenca del Perquilauquén

El Balance Hídrico de la **UPH 7. CUENCA DEL PERQUILAUQUÉN**, arroja un déficit total anual de -1.271 $hm^3$ y un superávit de 1.311 $hm^3$.

El recurso hídrico natural total para la Situación Actual asociada al periodo 2010-2015, es de unos 1.560 $hm^3$/año, valor levemente superior a la demanda total maximalista de 1.517 $hm^3$/año.

Analizando el total de los Recursos Hídricos (aportaciones naturales ± trasvases) se observa que entre los meses de octubre a abril las aportaciones son muy reducidas respecto de las demandas, y la presencia de los embalses Digua y Tutuvén con capacidad total de regulación de 242 $hm^3$ almacenados en el periodo de abril a octubre, no permite disponer del recurso necesario cuando se lo necesita.

El Diagnóstico de esta situación revela un problema al que hay que darle solución, y es la "Falta de regulación de los recursos hídricos de la Cuenca del Perquilauquén". Esta falta de capacidad de regulación de la UPH 7, no permite garantizar la satisfacción de las demandas en el periodo entre octubre a abril para el Escenario 3.1.

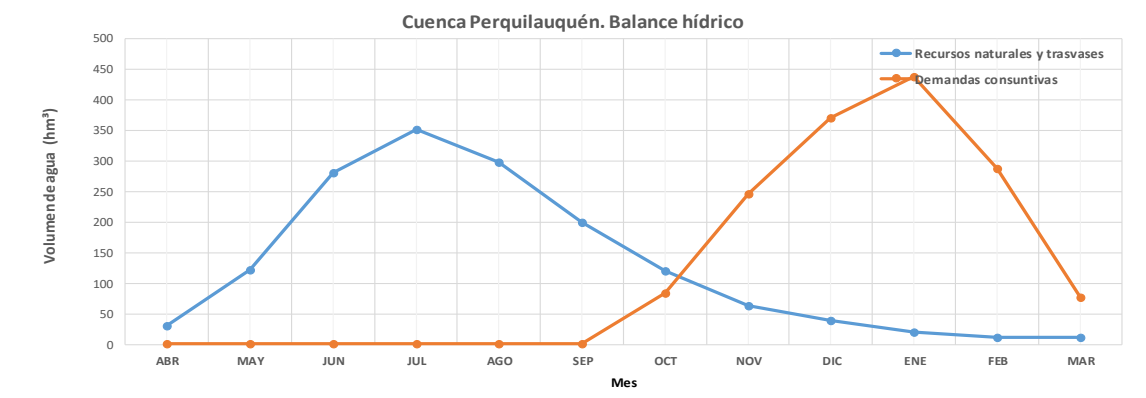
Adicionalmente, los acuíferos de la UPH 7 dispondrían en su conjunto para esta hipótesis de recursos hídricos, de una recarga media anual de 620 $hm^3$ que se recargan anualmente, sin embargo, en un periodo de sequía extrema se podría extraer de la reserva total máxima estimada de 2.921 $hm^3$. La naturaleza subterránea de la satisfacción de las demandas totales 166 $hm^3$, indica que no se está aprovechando en forma satisfactoria la recarga media anual de los acuíferos de la cuenca.

En síntesis, y como conclusión del Diagnóstico de la UPH 7 para el Escenario 3.1, se necesita una mayor capacidad de regulación en las cuencas de

cabecera del Perquilauquén, o la transferencia de recursos hídricos de cuencas excedentarias mediante trasvases, así como también aumentar la explotación de sus acuíferos.

# Gráfico 3-29 Balance hídrico mensual de la cuenca del Perquilauquén

| UPH 7. CUENCA PERQUILAUQUÉN, PARA RRHHNN PERIODO 2010-2015 Y DEMANDA CONSUNTIVA MAXIMALISTA | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | TOTAL |
| **RECURSOS HÍDRICOS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal medio natural | | 31,7 | 122,5 | 280,6 | 352,0 | 298,7 | 200,8 | 120,2 | 63,6 | 40,3 | 21,7 | 11,9 | 12,5 | 1.556,6 |
| Trasvases | | | | | | | | | | | | | | 0,00 |
| **TOTAL** | **(hm³)** | **31,7** | **122,5** | **280,6** | **352,0** | **298,7** | **200,8** | **120,2** | **63,6** | **40,3** | **21,7** | **11,9** | **12,5** | **1.556,6** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **DEMANDAS CONSUNTIVAS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola | | 0,09 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 81,90 | 244,19 | 369,02 | 434,60 | 286,42 | 75,69 | 1.491,91 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,01* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *8,65* | *25,77* | *38,95* | *45,87* | *30,23* | *7,99* | *157,48* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,08* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *73,26* | *218,41* | *330,07* | *388,72* | *256,18* | *67,70* | *1.334,43* |
| Pecuaria | | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 10,84 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *1,14* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *9,70* |
| Agua potable | | 0,69 | 0,63 | 0,62 | 0,53 | 0,60 | 0,59 | 0,71 | 0,89 | 0,95 | 1,11 | 0,78 | 0,88 | 8,99 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,59* | *0,54* | *0,53* | *0,45* | *0,51* | *0,50* | *0,61* | *0,76* | *0,81* | *0,95* | *0,67* | *0,75* | *7,66* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,10* | *0,09* | *0,09* | *0,08* | *0,09* | *0,09* | *0,10* | *0,13* | *0,14* | *0,16* | *0,12* | *0,13* | *1,33* |
| Industrial | | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,1 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,13* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| Forestal | | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 4,79 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *0,40* | *4,79* |
| **TOTAL** | **(hm³)** | **2,1** | **1,9** | **1,9** | **1,8** | **1,9** | **1,9** | **83,9** | **246,4** | **371,3** | **437,0** | **288,5** | **77,9** | **1.516,7** |
| **Naturaleza Subterránea** | **(hm³)** | ***0,7*** | ***0,6*** | ***0,6*** | ***0,6*** | ***0,6*** | ***0,6*** | ***9,4*** | ***26,6*** | ***39,9*** | ***46,9*** | ***31,0*** | ***8,8*** | ***166,4*** |
| **Naturaleza Superficial** | **(hm³)** | ***1,4*** | ***1,3*** | ***1,3*** | ***1,3*** | ***1,3*** | ***1,3*** | ***74,6*** | ***219,7*** | ***331,4*** | ***390,1*** | ***257,5*** | ***69,0*** | ***1.350,2*** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **BALANCE HÍDRICO** | | | | | | | | | | | | | | |
| Superávit (+) | (hm³) | 29,6 | 120,6 | 278,7 | 350,2 | 296,8 | 198,9 | 36,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1.311,0 |
| | (%) | 2,25 | 9,20 | 21,26 | 26,71 | 22,64 | 15,17 | 2,77 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Déficit (-) | (hm³) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | -182,8 | -330,9 | -415,4 | -276,6 | -65,4 | -1.271,0 |
| | (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 14,38 | 26,04 | 32,68 | 21,76 | 5,14 | 100,00 |




| | | | |
|---|---|---|---|
| **Almacenamiento superficial** | Ud | Capacidad | Acumulado |
| Embalse Digua | (hm³) | 220,00 | 220,00 |
| Embalse Tutuvén | (hm³) | 22,00 | 242,00 |
| | | | |
| **Almacenamiento subterráneo** | Ud | | |
| Recarga anual media (hm3/año) | | 618,54 | |
| Reserva total estimada | (hm³) | 2.921,00 | |

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.7.7.4. Balance de la cuenca Alta del Mataquito

Al analizar el Balance Hídrico de la **UPH 2. CUENCA ALTA DEL MATAQUITO**, se observa un déficit total anual de -251 $hm^3$ y un superávit de 1.295 $hm^3$.

El recurso hídrico natural total para la Situación Actual asociada al periodo 2010-2015, es de unos 2.698 $hm^3$/año, y la demanda total maximalista de 1.295 $hm^3$/año.

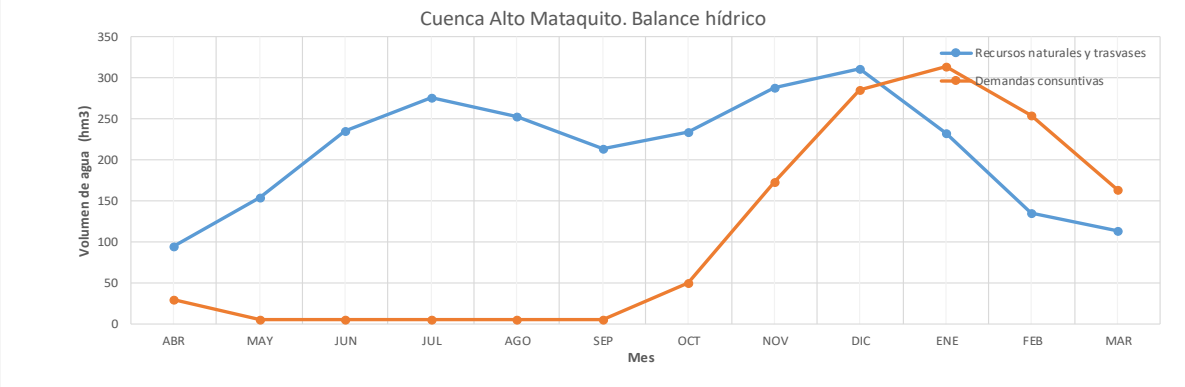
Analizando el total de los Recursos Hídricos (aportaciones naturales ± trasvases) se observa que los recursos hídricos caen drásticamente desde diciembre hasta abril, sin embargo, la presencia del embalse del Planchón con capacidad total de regulación anual de 73 $hm^3$ almacenados en el periodo de abril a diciembre, es insuficiente para almacenar el déficit. Esta capacidad de regulación de la UPH 2, no permite garantizar la satisfacción de las demandas en el Escenario 3.1.

Por otro lado, los acuíferos de la UPH 2 disponen en su conjunto para esta hipótesis de recursos hídricos de una recarga media anual de 420 $hm^3$ que se recargan anualmente, sin embargo, en este escenario de sequía se podría extraer de la reserva total máxima estimada pasando de 18.969 $hm^3$ a 18.836 $hm^3$, sobreexplotando los acuíferos. La naturaleza subterránea de la satisfacción de las demandas totales de 551 $hm^3$, superior a la recarga media de 420 $hm^3$, indica que se está sobreexplotando los acuíferos.

En síntesis, y como conclusión del Diagnóstico de la UPH 2 para el Escenario 3.1, se recomienda una mayor capacidad de regulación en la Cuenca Alta del Mataquito, y no incrementar la utilización de la recarga anual de los acuíferos.

# Gráfico 3-30 Balance hídrico mensual de la Cuenca Alta del Mataquito

| UPH 2. CUENCA ALTA DEL MATAQUITO, PARA RRHHNN PERIODO 2010-2015 Y DEMANDA CONSUNTIVA MAXIMALISTA | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | TOTAL |
| **RECURSOS HÍDRICOS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal medio natural UPH2 | | 100,66 | 162,99 | 249,61 | 292,19 | 269,04 | 227,36 | 248,71 | 305,17 | 330,67 | 247,30 | 142,98 | 120,91 | 2.697,58 |
| Trasvase Canal Teno-Chimbarongo | | -5,72 | -9,26 | -14,17 | -16,59 | -15,28 | -12,91 | -14,12 | -17,33 | -18,78 | -14,04 | -8,12 | -6,87 | -153,18 |
| **TOTAL** | ($hm^3$) | **94,95** | **153,73** | **235,44** | **275,60** | **253,76** | **214,45** | **234,58** | **287,84** | **311,89** | **233,26** | **134,86** | **114,05** | **2.544,41** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **DEMANDAS CONSUNTIVAS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola | | 25,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 44,55 | 168,07 | 279,77 | 308,72 | 249,70 | 157,91 | 1.233,81 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *10,63* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *18,87* | *71,21* | *118,54* | *130,80* | *105,80* | *66,91* | *522,76* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *14,46* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *25,67* | *96,86* | *161,23* | *177,92* | *143,90* | *91,01* | *711,05* |
| Pecuaria | | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 13,03 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *5,52* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *7,51* |
| Agua potable | | 1,43 | 1,28 | 1,12 | 0,96 | 1,06 | 1,00 | 1,09 | 1,29 | 1,56 | 1,93 | 1,34 | 1,76 | 15,81 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *1,28* | *1,15* | *1,00* | *0,86* | *0,95* | *0,90* | *0,98* | *1,16* | *1,40* | *1,74* | *1,20* | *1,58* | *14,22* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,14* | *0,13* | *0,11* | *0,10* | *0,11* | *0,10* | *0,11* | *0,13* | *0,16* | *0,20* | *0,13* | *0,18* | *1,60* |
| Industrial | | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 2,58 | 30,98 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *8,547* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *1,87* | *22,433* |
| Forestal | | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 1,21 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *1,21* |
| **TOTAL** | ($hm^3$) | **30,29** | **5,05** | **4,88** | **4,73** | **4,83** | **4,77** | **49,41** | **173,12** | **285,10** | **314,42** | **254,80** | **163,44** | **1.294,85** |
| **Naturaleza Subterránea** | ($hm^3$) | ***13,09*** | ***2,33*** | ***2,18*** | ***2,04*** | ***2,13*** | ***2,07*** | ***21,03*** | ***73,54*** | ***121,11*** | ***133,72*** | ***108,17*** | ***69,66*** | ***551,05*** |
| **Naturaleza Superficial** | ($hm^3$) | ***17,20*** | ***2,73*** | ***2,71*** | ***2,69*** | ***2,70*** | ***2,70*** | ***28,38*** | ***99,58*** | ***163,99*** | ***180,71*** | ***146,63*** | ***93,78*** | ***743,80*** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **BALANCE HÍDRICO** | | | | | | | | | | | | | | |
| Superávit (+) | ($hm^3$) | 64,65 | 148,68 | 230,56 | 270,87 | 248,93 | 209,69 | 185,18 | 114,71 | 26,80 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1.500,07 |
| | (%) | 4,31 | 9,91 | 15,37 | 18,06 | 16,59 | 13,98 | 12,34 | 7,65 | 1,79 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Déficit (-) | ($hm^3$) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -81,17 | -119,95 | -49,39 | -250,51 |
| | (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 32,40 | 47,88 | 19,72 | 100,00 |




| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Almacenamiento superficial** | Ud | Capacidad | Acumulado | | | | | | | | | | | |
| Embalse Planchón | ($hm^3$) | 73,00 | 73,00 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **Almacenamiento subterráneo** | Ud | | | | | | | | | | | | | |
| Recarga anual media | (hm3/año) | 418,41 | *Sobreexplotación* | | | | | | | | | | | |
| Reserva total estimada | ($hm^3$) | 18.836,37 | | | | | | | | | | | | |

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.7.7.5. Balance de la cuenca media y baja del Maule (acumulado)

Al analizar el balance hídrico de la **UPH 6. CUENCA MEDIA Y BAJA DEL MAULE**, como conjunto de las unidades que componen la Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8), con los recursos hídricos y las demandas de las cuencas superiores, se observa un hipotético déficit total anual de unos -1.020 $hm^3$ y un superávit de 9.866 $hm^3$.

El recurso hídrico natural total para la Situación Actual asociado al periodo 2010-2015, para la Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8) es de unos 13.136 $hm^3$/año, y la demanda total maximalista de 4.286 $hm^3$/año.

En estas UPH(5+6+7+8) los trasvases entre la UPH 5 a UPH 8 y entre las UPH 6 y UPH 8 son importantes, sin embargo su saldo total es nulo porque se compensan al estar todos dentro de la Cuenca del río Maule.

Analizando el total de los Recursos Hídricos (aportaciones naturales ± trasvases) se observa que los recursos hídricos caen drásticamente desde diciembre hasta abril, sin embargo, la presencia de los embalses con capacidad total de regulación anual de unos 3.500 $hm^3$ almacenados en el periodo de abril a octubre, permitiría para el Escenario 3.1 satisfacer las demandas y como consecuencia podría resolver satisfactoriamente el hipotético déficit, porque dispondrían del recurso necesario cuando se lo necesita en los embalses. Sin embargo, la realidad la capacidad de regulación[14] es de 2.532,00$hm^3$ considerando solo la regulación para riego. Aun así para el Escenario la capacidad de regulación es suficiente para satisfacer la demanda.

La hipostasis presentada de la demanda Consuntiva (ver punto 4.3) con "Caudal No Consultivo equivalente" estima un volumen anual de 1.095,88 $hm^3$ en la UPH 6. La Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8) marca un volumen acumulado para la demanda no consuntiva de 2.686,87 $hm^3$/año,

[14] Laguna Maule (800 $hm^3$), Embalse Colbún, Digua, Tutuvén, Machicura, Laguna Achibueno, Bullileo, Ancoa.

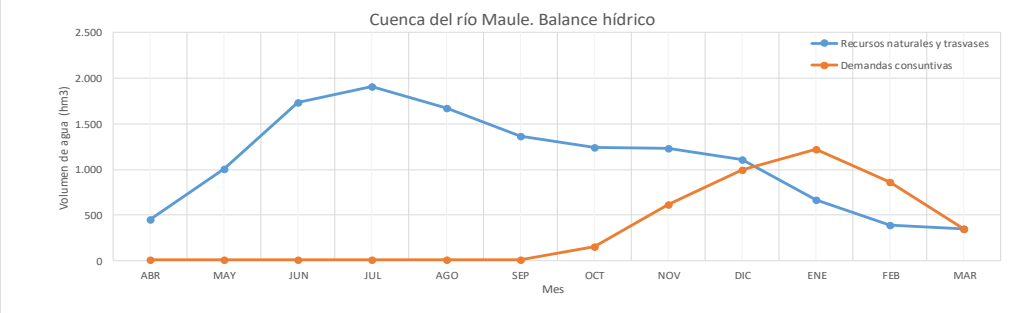
pero este valor no se puede utilizar ya que se está hablando de Derechos de aprovechamiento de Agua no consultivos. Por lo tanto, en la explicación del balance de la cuenca media y baja del Maule acumulado, se deberá tomar el valor hipotético calculado para la UPH 6, ya que se considera que el resto de los caudales sea han "liberado".

Por otro lado, los acuíferos de la Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8) disponen en su conjunto de una recarga media anual para el Escenario 3.1 de 1.373 $hm^3$ que se recargan anualmente. La naturaleza subterránea de la satisfacción de las demandas totales es de unos 486 $hm^3$, indica que para el Escenario 3.1 se está aprovechando en un 35% la recarga media anual de los acuíferos de la cuenca, alejado del límite de la recarga anual de los acuíferos.

En síntesis, y como conclusión del Diagnóstico de la Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8), los embalses de la cuenca en su conjunto regulan satisfactoriamente los recursos hídricos para satisfacer las demandas, además se recomienda incrementar la capacidad de regulación en la Cuenca Media y Baja del Maule, y promover un control sistemático de la utilización de la recarga anual de los acuíferos, para promover unas zonas respecto de otras.

# Gráfico 3-31 Balance hídrico mensual de la cuenca Alta, Media y Baja del Maule

| UPH (5+6+7+8). ACUMULADO DE LA CUENCA DEL RÍO MAULE (UPH5+UPH6+UPH7+UPH8), PARA RRHHNN PERIODO 2010-2015 Y DEMANDA CONSUNTIVA MAXIMALISTA | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | TOTAL |
| **RECURSOS HÍDRICOS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal medio natural Alto Maule UPH5 | | 259,83 | 379,91 | 517,06 | 509,97 | 477,66 | 484,02 | 608,26 | 782,83 | 779,59 | 474,99 | 275,11 | 240,42 | 5.789,66 |
| Caudal medio natural Medio y Bajo Maule UPH6 | | 54,49 | 200,03 | 427,63 | 530,04 | 455,14 | 322,33 | 220,70 | 142,11 | 102,59 | 55,72 | 32,53 | 32,07 | 2.575,37 |
| Caudal medio natural UPH7 | | 31,65 | 122,54 | 280,64 | 352,00 | 298,67 | 200,79 | 120,23 | 63,61 | 40,34 | 21,66 | 11,94 | 12,51 | 1.556,59 |
| Caudal medio natural UPH8 | | 104,55 | 298,93 | 509,74 | 520,05 | 437,96 | 357,34 | 295,53 | 242,44 | 188,69 | 118,86 | 76,44 | 63,52 | 3.214,04 |
| **TOTAL RRHH UPH (5+6+7+8)** | **(hm³)** | **450,53** | **1.001,41** | **1.735,06** | **1.912,06** | **1.669,44** | **1.364,47** | **1.244,73** | **1.230,99** | **1.111,22** | **671,23** | **396,02** | **348,52** | **13.135,66** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **DEMANDAS CONSUNTIVAS DE LA CUENCA DEL RÍO MAULE** | | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola | | 2,31 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 142,86 | 599,83 | 980,06 | 1.208,88 | 844,41 | 333,51 | 4.111,86 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,20* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *12,90* | *52,91* | *86,81* | *108,00* | *74,03* | *26,73* | *361,57* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *2,11* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *129,96* | *546,92* | *893,25* | *1.100,88* | *770,38* | *306,79* | *3.750,29* |
| Pecuaria | | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 28,41 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *2,48* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *25,93* |
| Agua potable | | 3,77 | 3,48 | 3,16 | 3,03 | 3,24 | 3,13 | 3,42 | 3,80 | 4,45 | 5,12 | 3,80 | 4,56 | 44,97 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *3,42* | *3,16* | *2,86* | *2,74* | *2,93* | *2,83* | *3,09* | *3,43* | *4,03* | *4,63* | *3,44* | *4,14* | *40,69* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,35* | *0,33* | *0,30* | *0,29* | *0,31* | *0,30* | *0,33* | *0,37* | *0,43* | *0,48* | *0,36* | *0,43* | *4,28* |
| Industrial | | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 6,76 | 81,08 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *6,76* | *81,08* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| Forestal | | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 1,67 | 19,99 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *1,67* | *19,99* |
| **TOTAL DEM Maule UPH (5+6+7+8)** | **(hm³)** | **16,87** | **14,27** | **13,96** | **13,82** | **14,03** | **13,92** | **157,07** | **614,42** | **995,30** | **1.224,79** | **859,01** | **348,86** | **4.286,31** |
| ***Naturaleza Subterránea*** | **(hm³)** | ***10,58*** | ***10,12*** | ***9,83*** | ***9,71*** | ***9,89*** | ***9,79*** | ***22,95*** | ***63,30*** | ***97,80*** | ***119,60*** | ***84,43*** | ***37,83*** | ***485,82*** |
| ***Naturaleza Superficial*** | **(hm³)** | ***6,29*** | ***4,15*** | ***4,13*** | ***4,12*** | ***4,14*** | ***4,13*** | ***134,12*** | ***551,12*** | ***897,50*** | ***1.105,19*** | ***774,57*** | ***311,04*** | ***3.800,49*** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **BALANCE HÍDRICO** | | | | | | | | | | | | | | |
| Superávit (+) | (hm³) | 433,66 | 987,13 | 1.721,10 | 1.898,23 | 1.655,41 | 1.350,55 | 1.087,66 | 616,57 | 115,92 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 9.866,23 |
| | (%) | 4,40 | 10,01 | 17,44 | 19,24 | 16,78 | 13,69 | 11,02 | 6,25 | 1,17 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Déficit (-) | (hm³) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -553,56 | -462,99 | -0,34 | -1.016,89 |
| | (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 54,44 | 45,53 | 0,03 | 100,00 |




| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Almacenamiento superficial** | Ud | Capacidad | Acumulado | |
| Laguna Invernada | (hm³) | 174,00 | 174,00 | |
| Laguna del Maule | (hm³) | 1.420,00 | 1.594,00 | |
| Laguna Dial | (hm³) | | 1.594,00 | Sin dato |
| Embalse Melado | (hm³) | 134,00 | 1.728,00 | |
| Embalse Colbún | (hm³) | 1.490,00 | 3.218,00 | |
| Embalse Digua | (hm³) | 220,00 | 3.438,00 | |
| Embalse Tutuvén | (hm³) | 22,00 | 3.460,00 | |
| Embalse Machicura | (hm³) | 55,00 | 3.515,00 | |
| Embalse Ancoa | (hm³) | 79,00 | 3.594,00 | |
| Laguna Achibueno | (hm³) | | 3.594,00 | Sin dato |
| Embalse Bullileo | (hm³) | 60,00 | 3.654,00 | |
| | | | | |
| **Almacenamiento subterráneo** | Ud | | | |
| Recarga anual media | (hm3/año) | 1.372,98 | | |
| Reserva total estimada | (hm³) | 6.092,33 | | |

*Fuente: Elaboración propia*

## 3.7.8. Escenario 3.2. RHN periodo 2010-15 y demanda actual

### 3.7.8.1. Balance anual global

La tabla siguiente refleja los resultados de los balances parciales –es decir, considerando las UPH como si estuvieran aisladas, sin acumular los de aguas arriba-, en donde todos los valores de recursos, demandas y balances, vienen dados en $hm^3$/año:

**Tabla 3-66 Balances hídricos parciales RHN 2010-15 con trasvases y demanda actual**

| UPH | | Recursos hídricos naturales | Trasvases entre UPH/Regiones | Recursos con trasvases | Demanda consuntiva actual 2015 | Balance hídrico |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | | | | | |
| 1 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 58,16 | | 58,16 | 4,44 | 53,72 |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 2.697,58 | -153,18 | 2.544,41 | 1.264,25 | 1.280,15 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 497,26 | | 497,26 | 209,07 | 288,19 |
| 4 | Costeras Mataquito-Maule | 116,31 | | 116,31 | 2,98 | 113,33 |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 5.789,66 | -255,53 | 5.534,12 | 411,39 | 5.122,74 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 2.575,37 | -903,15 | 1.672,22 | 957,46 | 714,76 |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 1.556,59 | | 1.556,59 | 476,43 | 1.080,16 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 3.214,04 | 1.158,68 | 4.372,72 | 769,15 | 3.603,57 |
| 9 | Costeras entre río Maule y limite Región | 181,25 | | 181,25 | 12,38 | 168,87 |
| **TOTAL ($hm^3$/año)** | | **16.686,22** | **-153,18** | **16.533,04** | **4.107,55** | **12.425,49** |

*Fuente: Elaboración Propia*

Por su parte, la tabla siguiente refleja los resultados de los balances acumulados deducidos, para cada UPH, al acumular tanto los recursos como las demandas consuntivas de aguas arriba-; todos los valores de recursos, demandas y balances, vienen dados en $hm^3$/año.

Un primer análisis de estos resultados permite establecer las siguientes observaciones:

- Los recursos hídricos naturales totales de la VII Región del Maule para la Situación Actual asociada al periodo 2010 a 2015 suman 16.686 $hm^3$/año, superiores a los recursos naturales totales para el 85% de excedencia de 13.382 $hm^3$/año, sin embargo, los recursos hídricos de la Cuenca del río Mataquito resultan ser ligeramente inferiores, de 3.195 $hm^3$/año para la situación actual con respecto al del 85% de excedencia de valor 3.632 $hm^3$/año.
- Del resultado de ambos balances al nivel anual, por un lado en forma parcial por UPH y, por otra, en forma acumulada según la red de drenaje, se deduce que la VII Región del Maule es excedentaria en 12.426 $hm^3$/año para un año de recursos hídricos naturales totales correspondientes a la Situación Actual definida por el periodo 2010 a 2015, y para la demanda actual a 2015.
- Desde el punto de vista parcial de cada UPH de las cuencas de cabecera, se aprecian las siguientes características según los resultados de los balances:

- La unidad de cabecera UPH 7 Cuenca del Perquilauquén, tiene un balance hídrico anual positivo de valor 1.080 $hm^3$/año, es decir que los recursos hídricos naturales de la Situación Actual son superiores a las demandas consuntivas actuales a 2015, representando las demandas el 31% de los recursos.
- La unidad de cabecera UPH 2 Cuenca Alta del Mataquito, tiene un balance hídrico anual excedentario de valor 1.280 $hm^3$/año, en el que la demanda representa el 50% de los recursos totales con trasvases.

**Tabla 3-67 Balances hídricos acumulados RHN 2010-15 con trasvases y demanda actual**

| UPH | | Recursos hídricos naturales | | Trasvases | Recursos acumula-dos con trasvases | Demanda consuntiva actual a 2015 | | Balance hídrico planifi-cación |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | Parcial | Acumu. | | | Parcial | Acumu. | |
| 1 | Costeras entre límite Región y Río Mataquito | 58,16 | **58,16** | | **58,16** | **4,44** | **4,44** | **53,72** |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 2.697,58 | 2.697,58 | -153,18 | 2.544,41 | 1.264,25 | 1.264,25 | 1.280,15 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 497,26 | **3.194,84** | **-153,18** | **3.041,66** | **209,07** | **1.473,32** | **1.568,34** |
| 4 | Costeras Mataquito-Maule | 116,31 | **116,31** | | **116,31** | **2,98** | **2,98** | **113,33** |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 5.789,66 | 5.789,66 | -255,53 | 5.534,12 | 411,39 | 411,39 | 5.122,74 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 2.575,37 | **13.135,66** | **0,00** | **13.135,66** | **957,46** | **2.614,42** | **10.521,23** |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 1.556,59 | 1.556,59 | | 1.556,59 | 476,43 | 476,43 | 1.080,16 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 3.214,04 | 3.214,04 | 1.158,68 | 4.372,72 | 769,15 | 769,15 | 3.603,57 |
| 9 | Costeras entre río Maule y limite Región | 181,25 | **181,25** | | **181,25** | **12,38** | **12,38** | **168,87** |
| **TOTAL ($hm^3$/año)** | | **16.686,22** | **16.686,22** | **-153,18** | **16.533,04** | **4.107,55** | **4.107,55** | **12.425,49** |

*Fuente: Elaboración Propia*

- Desde el punto de vista de los acumulados de los recursos hídricos y las demandas consuntivas, se deduce que con mayor volumen del balance hídrico se tiene la unidad de planificación UPH 6 Cuenca Media y Baja del Maule, que recoge, por un lado, los recursos provenientes de la UPH 5 Cuenca Alta del Maule y, por otro, los recursos provenientes de la margen izquierda, de la UPH 8 Cuenca del Loncomilla, que recibe a su vez las aportaciones de la UPH 7 Cuenca del Perquilauquén, con un volumen total del balance del orden de los 10.520 $hm^3$/año.
- En el análisis acumulado por cuenca de los balances hídricos, permite concluir que la Cuenca del río Mataquito UPH (2+3) es la que tiene una de las mayores exigencia entre el volumen de la demanda total y los recursos hídricos naturales totales con trasvase, siendo del orden del 48%, superando con creces la proporción equivalente de la totalidad de la Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8) con el 20%.
- Se han considerado los trasvases de agua entre las UPH y hacia la Región VI, por lo que el total trasvasado es igual al total medio anual cedido a la Región VI, debido a que los restantes se compensan dentro de la Región VII del Maule.
- La demanda no consuntiva se deduce con un volumen equivalente (CNCe) a 3.147,29 $hm^3$ anuales lo que significa una reducción de la excedencia calculada.

### 3.7.8.2. Balance mensual para cada UPH

A continuación se incluyen los resultados de los balances hídricos mensuales del Escenario 3.2 asociado a los recursos hídricos naturales totales del periodo 2010 a 2015 y las demandas totales actuales a 2015.

Los resultados de los balances hídricos al nivel mensual se han sintetizado en las dos tablas siguientes, con valores parciales y acumulados, respectivamente:

**Tabla 3-68 Balances hídricos parciales RHN periodo 2010-15 y demanda actual**

| Unidad de Planificación | | Balance | | Embalse hm³ | | Acuíferos | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | Superávit | Déficit | Capacidad Total | Capacidad uso riego | Recarga | Reservas |
| 1 | Costeras norte | 55,13 | -1,41 | 0,00 | 0,00 | 7,77 | 2.056,00 |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | 1.511,84 | -231,69 | 73,00 | 73,00 | 418,41 | 18.848,15 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | 349,48 | -61,29 | 0,00 | 0,00 | 139,62 | 2.056,00 |
| 4 | Costeras central | 113,66 | -0,33 | 0,00 | 0,00 | 8,20 | 44,00 |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | 5.122,74 | 0,00 | 1.728,00 | 800,00 | 30,69 | 17,38 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | 1.907,14 | -1.192,38 | 1.490,00 | S/I(1.490,00) | 302,62 | 1.087,95 |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | 1.365,90 | -285,74 | 242,00 | 242,00 | 618,54 | 2.921,00 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | 3.603,57 | 0,00 | 194,00 | 194,00 | 421,12 | 2.066,00 |
| 9 | Costeras sur | 168,87 | -1,08 | 0,00 | 0,00 | 44,16 | 282,55 |
| **TOTAL (hm³/año)** | | **14.198,33** | **-1.773,92** | **3.727,00** | **2.799,00** | **1.991,14** | **29.379,03** |

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 3-69 Balances hídricos acumulados RHN periodo 2010-15 y demanda actual**

| Unidad de Planificación | | Balance | Balance | | Embalse hm³ | | Acuíferos | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Nº | Denominación | | Superávit | Déficit | Capacidad Total | Capacidad uso riego | Recarga | Reservas |
| 1 | Costeras norte | Parcial | **55,13** | **-1,41** | **0,00** | 0,00 | **7,77** | **2.056,00** |
| 2 | Cuenca Alta del Mataquito | Parcial | 1.511,84 | -231,69 | 73,00 | 73,00 | 418,41 | 18.848,15 |
| 3 | Cuenca Baja del Mataquito | Acumulado | **1.851,63** | **-283,28** | **73,00** | **0,00** | **558,04** | **20.902,29** |
| 4 | Costeras central | Parcial | 113,66 | -0,33 | 0,00 | 0,00 | 8,20 | 44,00 |
| 5 | Cuenca Alta del Maule | Parcial | 5.122,74 | 0,00 | 1.728,00 | 800,00 | 30,69 | 17,38 |
| 6 | Cuenca Media y Baja del Maule | Acumulado | **10.692,06** | **-170,82** | **3.654,00** | **2.532,00*** | **1.372,98** | **6.092,33** |
| 7 | Cuenca del Perquilauquén | Parcial | 1.365,90 | -285,74 | 242,00 | 242,00 | 618,54 | 2.921,00 |
| 8 | Cuenca del Loncomilla | Parcial | 3.603,57 | 0,00 | 194,00 | 194,00 | 421,12 | 2.066,00 |
| 9 | Costeras sur | Parcial | **168,87** | **-1,08** | **0,00** | 0,00 | **44,16** | **282,55** |
| **TOTAL (hm³/año)** | | | **12.881,34** | **-456,94** | **3.727,00** | **2.799,00** | **1.991,14** | **29.377,17** |

*Fuente: Elaboración Propia*

Como se puede observar de las Tablas precedentes, en algunas UPH existen varios meses del año en los que, al considerar los recursos naturales y las transferencias de recursos hídricos entre ellas y, aunque presentan superávit global, se podrían producir déficit en los suministros, si no se dispusieran de las infraestructuras de regulación -ya sean de aguas superficiales (lagunas y embalses) o subterráneas (acuíferos)- que permiten almacenar las aguas en los meses de abundancia para aportarlos en los meses de escasez hídrica.

- En el caso particular de las unidades de planificación de cabecera, la UPH 7 Cuenca del Perquilauquén, es la primera en la que el déficit se aproxima al recurso hídrico natural de la Situación Actual del periodo 2010 a 2015, siendo la relación porcentual del orden del 21%, y le sigue la Cuenca del río Mataquito con un 15%.
- Se produce una tensión hídrica importante en algunas cuencas de la región, principalmente en la UPH 7 de las cuencas del Perquilauquén, y en la UPH 2 de la Cuenca Alta del Mataquito, en las que las capacidades de los embalses disponibles son inferiores a los volúmenes de los déficit, lo que exige adoptar medidas, tanto de racionalización y ahorro en el uso del agua, como de incremento de la regulación interna o la aportación de recursos externos para superar estas situaciones y atender el reto de garantizar la satisfacción de las demandas maximalistas.
- Ocurre otro tanto para las UPH de la Costa, pero los déficit generados podrían ser satisfechos ampliamente mediante la explotación de la recarga media anual de los acuíferos.
- La Cuenca del río Mataquito en su conjunto UPH (2+3) tiene un comportamiento muy similar a la UPH 2, de déficit superior a la capacidad de almacenamiento de los embalses, por lo que la problemática es equivalente a la UPH 2.
- La Cuenca del río Maule en su conjunto UPH (5+6+7+8) tiene un déficit inferior a la capacidad de almacenamiento de los embalses, por lo que la satisfacción de las demandas está garantizada.

En las páginas que siguen se aportan los resultados de los balances mensuales más significativos, en los que se explica y justifica su problemática para el Escenario 3.2, y en el Anexo 3-2. Balances Hídricos se incluye la totalidad de los balances desarrollados.

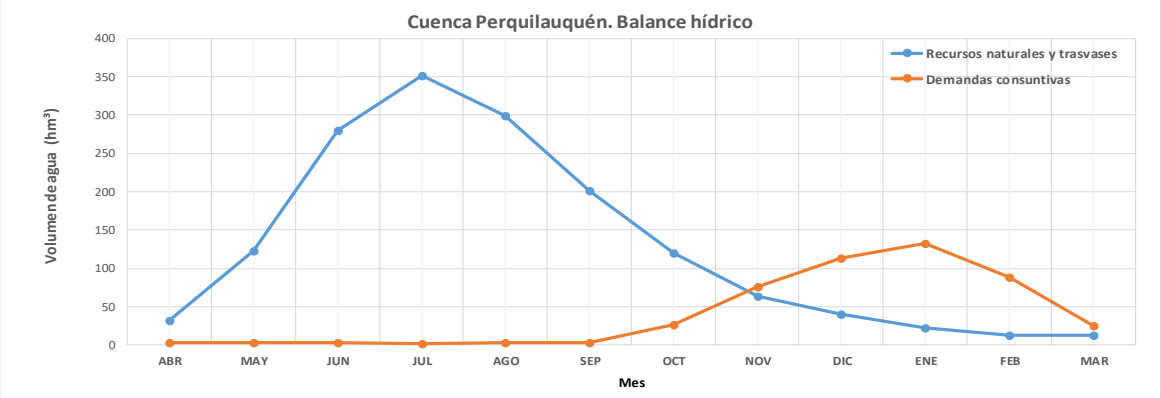
### 3.7.8.3. Balance hídrico de la Cuenca del Perquilauquén

El Balance Hídrico de la UPH 7. CUENCA DEL PERQUILAUQUÉN, arroja un déficit total anual de -286 $hm^3$ y un superávit de 1.366 $hm^3$. El recurso hídrico natural total para la Situación Actual del periodo 2010-2015, es de unos 1.560 $hm^3$/año, valor superior a la demanda total actual a 2015 de 476 $hm^3$/año.

Analizando el total de los Recursos Hídricos (aportaciones naturales ± trasvases) se observa que entre los meses de octubre a abril las aportaciones son muy reducidas respecto de las demandas, y la presencia de los embalses Digua y Tutuvén con capacidad total de regulación de 242 $hm^3$ almacenados en el periodo de abril a octubre, no alcanzan a almacenar el total del déficit, y por lo tanto no se dispone del recurso hídrico necesario cuando se lo necesita. El Diagnóstico de esta situación revela un problema al que hay que darle solución, y es la "Falta de regulación de los recursos hídricos de la Cuenca del Perquilauquén". Esta falta de capacidad de regulación de la UPH 7, no permite garantizar la satisfacción total de las demandas en el periodo entre octubre a abril para el Escenario 3.2.

# Gráfico 3-32 Balance hídrico mensual de la cuenca del Perquilauquén

| UPH 7. CUENCA PERQUILAUQUÉN, PARA RRHHNN PERIODO 2010-2015 Y DEMANDA CONSUNTIVA A 2015 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | TOTAL |
| **RECURSOS HÍDRICOS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal medio natural | | 31,7 | 122,5 | 280,6 | 352,0 | 298,7 | 200,8 | 120,2 | 63,6 | 40,3 | 21,7 | 11,9 | 12,5 | 1.556,6 |
| Trasvases | | | | | | | | | | | | | | 0,00 |
| **TOTAL** | **(hm³)** | **31,7** | **122,5** | **280,6** | **352,0** | **298,7** | **200,8** | **120,2** | **63,6** | **40,3** | **21,7** | **11,9** | **12,5** | **1.556,6** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **DEMANDAS CONSUNTIVAS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola | | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 24,55 | 73,21 | 110,63 | 130,29 | 85,87 | 22,69 | 447,26 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *2,59* | *7,73* | *11,68* | *13,75* | *9,06* | *2,40* | *47,21* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,02* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *21,96* | *65,48* | *98,95* | *116,54* | *76,80* | *20,30* | *400,05* |
| Pecuaria | | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 10,84 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *0,10* | *1,14* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *0,81* | *9,70* |
| Agua potable | | 0,79 | 0,72 | 0,70 | 0,60 | 0,68 | 0,67 | 0,80 | 1,01 | 1,08 | 1,26 | 0,88 | 0,99 | 10,17 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,67* | *0,61* | *0,59* | *0,51* | *0,58* | *0,57* | *0,69* | *0,86* | *0,92* | *1,07* | *0,75* | *0,85* | *8,67* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,12* | *0,11* | *0,10* | *0,09* | *0,10* | *0,10* | *0,12* | *0,15* | *0,16* | *0,19* | *0,13* | *0,15* | *1,50* |
| Industrial | | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,1 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,01* | *0,14* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| Forestal | | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 0,67 | 8,02 |
| *Naturaleza Subterránea* | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| *Naturaleza Superficial* | | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *0,67* | *8,02* |
| **TOTAL** | **(hm³)** | **2,4** | **2,3** | **2,3** | **2,2** | **2,3** | **2,3** | **26,9** | **75,8** | **113,3** | **133,1** | **88,3** | **25,3** | **476,4** |
| **Naturaleza Subterránea** | **(hm³)** | ***0,8*** | ***0,7*** | ***0,7*** | ***0,6*** | ***0,7*** | ***0,7*** | ***3,4*** | ***8,7*** | ***12,7*** | ***14,9*** | ***9,9*** | ***3,4*** | ***57,2*** |
| **Naturaleza Superficial** | **(hm³)** | ***1,6*** | ***1,6*** | ***1,6*** | ***1,6*** | ***1,6*** | ***1,6*** | ***23,6*** | ***67,1*** | ***100,6*** | ***118,2*** | ***78,4*** | ***21,9*** | ***419,3*** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **BALANCE HÍDRICO** | | | | | | | | | | | | | | |
| Superávit (+) | (hm³) | 29,3 | 120,2 | 278,4 | 349,8 | 296,4 | 198,5 | 93,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1.365,9 |
| | (%) | 2,14 | 8,80 | 20,38 | 25,61 | 21,70 | 14,53 | 6,83 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Déficit (-) | (hm³) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | -12,2 | -72,9 | -111,5 | -76,4 | -12,8 | -285,7 |
| | (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,26 | 25,53 | 39,01 | 26,73 | 4,46 | 100,00 |




| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Almacenamiento superficial** | Ud | Capacidad | Acumulado | | | | | | | | | | | |
| Embalse Digua | (hm³) | 220,00 | 220,00 | | | | | | | | | | | |
| Embalse Tutuvén | (hm³) | 22,00 | 242,00 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **Almacenamiento subterráneo** | Ud | | | | | | | | | | | | | |
| Recarga anual media (hm3/año) | | 618,54 | | | | | | | | | | | | |
| Reserva total estimada | (hm³) | 2.921,00 | | | | | | | | | | | | |

*Fuente: Elaboración propia*

Adicionalmente, los acuíferos de la UPH 7 dispondrían en su conjunto para esta hipótesis de recursos hídricos, de una recarga media anual de 620 $hm^3$ que se recargan anualmente. Por otro lado, la naturaleza subterránea de la satisfacción de las demandas totales de 60 $hm^3$, indica que no se está aprovechando en forma satisfactoria la recarga media anual de los acuíferos de la cuenca. En síntesis, y como conclusión del Diagnóstico de la UPH 7 para el Escenario 3.2, se necesita una mayor capacidad de regulación en las cuencas de cabecera del Perquilauquén, o la transferencia de recursos hídricos de cuencas excedentarias mediante trasvases, pero primero se debería aumentar la explotación de sus acuíferos para complementar los volúmenes almacenados en los embalses.

### 3.7.8.4. Balance de la cuenca Alta del Mataquito

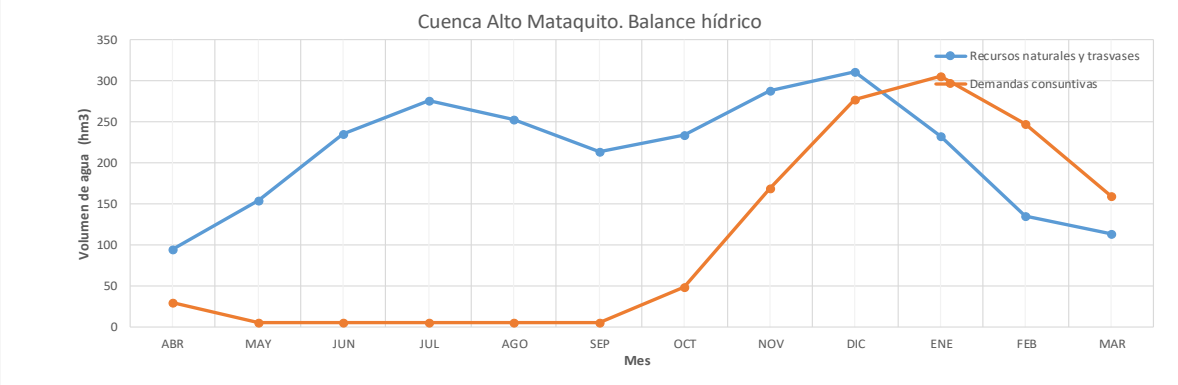
Al analizar el Balance Hídrico de la UPH 2. CUENCA ALTA DEL MATAQUITO, se observa un déficit total anual de -232 $hm^3$ y un superávit de 1.512 $hm^3$.

El recurso hídrico natural total para la Situación Actual del periodo 2010-2015, es de unos 2.698 $hm^3$/año, y la demanda total actual a 2015 de 1.264 $hm^3$/año.

Analizando el total de los Recursos Hídricos (aportaciones naturales ± trasvases) se observa que los recursos hídricos caen drásticamente desde diciembre hasta abril, sin embargo, la presencia del embalse del Planchón con capacidad total de regulación anual de 73 $hm^3$ almacenados en el periodo de abril a diciembre, es insuficiente para almacenar el déficit. Esta capacidad de regulación de la UPH 2, no permite garantizar la satisfacción de las demandas en el Escenario 3.2.

# Gráfico 3-33 Balance hídrico mensual de la Cuenca Alta del Mataquito

| UPH 2. CUENCA ALTA DEL MATAQUITO, PARA RRHHNN PERIODO 2010-2015 Y DEMANDA CONSUNTIVA A 2015 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | TOTAL |
| **RECURSOS HÍDRICOS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal medio natural UPH2 | | 100,66 | 162,99 | 249,61 | 292,19 | 269,04 | 227,36 | 248,71 | 305,17 | 330,67 | 247,30 | 142,98 | 120,91 | 2.697,58 |
| Trasvase Canal Teno-Chimbarongo | | -5,72 | -9,26 | -14,17 | -16,59 | -15,28 | -12,91 | -14,12 | -17,33 | -18,78 | -14,04 | -8,12 | -6,87 | -153,18 |
| **TOTAL** | (hm$^3$) | **94,95** | **153,73** | **235,44** | **275,60** | **253,76** | **214,45** | **234,58** | **287,84** | **311,89** | **233,26** | **134,86** | **114,05** | **2.544,41** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **DEMANDAS CONSUNTIVAS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola | | 24,39 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 43,30 | 163,38 | 271,96 | 300,10 | 242,73 | 153,51 | 1.199,37 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *10,34* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *18,35* | *69,22* | *115,23* | *127,15* | *102,84* | *65,04* | *508,17* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *14,06* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *24,96* | *94,15* | *156,73* | *172,95* | *139,89* | *88,47* | *691,20* |
| Pecuaria | | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 1,09 | 13,03 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *0,46* | *5,52* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *0,63* | *7,51* |
| Agua potable | | 1,72 | 1,54 | 1,34 | 1,15 | 1,27 | 1,20 | 1,31 | 1,55 | 1,87 | 2,32 | 1,60 | 2,11 | 18,98 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *1,54* | *1,38* | *1,20* | *1,04* | *1,14* | *1,08* | *1,18* | *1,39* | *1,68* | *2,09* | *1,44* | *1,89* | *17,06* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,17* | *0,16* | *0,14* | *0,12* | *0,13* | *0,12* | *0,13* | *0,16* | *0,19* | *0,23* | *0,16* | *0,21* | *1,91* |
| Industrial | | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 2,57 | 30,85 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *0,71* | *8,512* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *1,86* | *22,341* |
| Forestal | | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 2,02 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *0,17* | *2,02* |
| **TOTAL** | (hm$^3$) | **29,94** | **5,36** | **5,16** | **4,98** | **5,10** | **5,02** | **48,44** | **168,75** | **277,66** | **306,25** | **248,16** | **159,44** | **1.264,25** |
| **Naturaleza Subterránea** | (hm$^3$) | ***13,05*** | ***2,55*** | ***2,37*** | ***2,20*** | ***2,31*** | ***2,25*** | ***20,70*** | ***71,78*** | ***118,08*** | ***130,41*** | ***105,45*** | ***68,10*** | ***539,26*** |
| **Naturaleza Superficial** | (hm$^3$) | ***16,89*** | ***2,81*** | ***2,79*** | ***2,77*** | ***2,78*** | ***2,78*** | ***27,74*** | ***96,97*** | ***159,58*** | ***175,84*** | ***142,70*** | ***91,33*** | ***724,99*** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **BALANCE HÍDRICO** | | | | | | | | | | | | | | |
| Superávit (+) | (hm$^3$) | 65,01 | 148,37 | 230,28 | 270,62 | 248,66 | 209,43 | 186,14 | 119,09 | 34,24 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 1.511,84 |
| | (%) | 4,30 | 9,81 | 15,23 | 17,90 | 16,45 | 13,85 | 12,31 | 7,88 | 2,26 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Déficit (-) | (hm$^3$) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -72,99 | -113,30 | -45,39 | -231,69 |
| | (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 31,51 | 48,90 | 19,59 | 100,00 |




| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Almacenamiento superficial** | Ud | Capacidad | Acumulado | | | | | | | | | | | |
| Embalse Planchón | (hm$^3$) | 73,00 | 73,00 | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **Almacenamiento subterráneo** | Ud | | | | | | | | | | | | | |
| Recarga anual media | (hm3/año) | 418,41 | *Sobreexplotación* | | | | | | | | | | | |
| Reserva total estimada | (hm$^3$) | 18.848,15 | | | | | | | | | | | | |

*Fuente: Elaboración propia*

Por otro lado, los acuíferos de la UPH 2 disponen en su conjunto para esta hipótesis de recursos hídricos de una recarga media anual de 420 $hm^3$ que se recargan anualmente, sin embargo, en este escenario de sequía se podría extraer de la reserva total máxima estimada pasando de 18.969 $hm^3$ a 18.848 $hm^3$, sobreexplotando los acuíferos. La naturaleza subterránea de la satisfacción de las demandas totales de 539 $hm^3$, superior a la recarga media anual de 420 $hm^3$, indica que se está sobreexplotando los acuíferos.

En síntesis, y como conclusión del Diagnóstico de la UPH 2 para el Escenario 3.2, se recomienda una mayor capacidad de regulación en la Cuenca Alta del Mataquito, y no incrementar la utilización de la recarga anual de los acuíferos.

### 3.7.8.5. Balance de la cuenca media y baja del Maule (acumulado)

Al analizar el balance hídrico de la UPH 6. CUENCA MEDIA Y BAJA DEL MAULE, como conjunto de las unidades que componen la Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8), con los recursos hídricos y las demandas de las cuencas superiores, se observa un hipotético déficit total anual de unos -171 $hm^3$ y un superávit de 10.692 $hm^3$.

El recurso hídrico natural total para la Situación Actual del periodo 2010-2015, para la Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8) es de unos 13.136 $hm^3$/año, y la demanda total actual a 2015 de 2.614 $hm^3$/año.

En estas UPH (5+6+7+8) los trasvases entre la UPH 5 a UPH 8 y entre las UPH 6 y UPH 8 son importantes, sin embargo su saldo total es nulo porque se compensan al estar todos dentro de la Cuenca del río Maule.

Analizando el total de los Recursos Hídricos (aportaciones naturales ± trasvases) se observa que los recursos hídricos caen drásticamente desde diciembre hasta abril, sin embargo, la presencia de los embalses con capacidad total de regulación anual de unos 3.500 $hm^3$ almacenados en el periodo de abril a octubre, permitiría para el Escenario 3.2 satisfacer las demandas y como consecuencia podría resolver satisfactoriamente el hipotético déficit, porque dispondrían del recurso necesario cuando se lo necesita en los embalses. Sin embargo, la realidad la capacidad de

regulación es de 2.532,00[15]hm$^3$ considerando solo la regulación para riego. Aun así para el Escenario la capacidad de regulación es suficiente para satisfacer la demanda.

La hipostasis presentada de la demanda Consuntiva (ver punto 4.3) con "Caudal No Consultivo equivalente" estima un volumen anual de 1.095,88 hm$^3$ en la UPH 6. La Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8) marca un volumen acumulado para la demanda no consuntiva de 2.686,87 hm$^3$/año, pero este valor no se puede utilizar ya que se está hablando de Derechos de aprovechamiento de Agua no consultivos. Por lo tanto, en la explicación del balance de la cuenca media y baja del Maule acumulado, se deberá tomar el valor hipotético calculado para la UPH 6, ya que se considera que el resto de los caudales sea han "liberado".

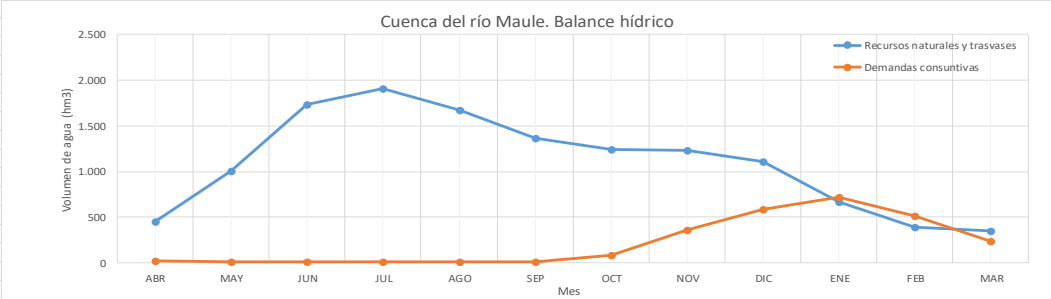
Por otro lado, los acuíferos de la Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8) disponen en su conjunto de una recarga media anual para el Escenario 3.2 de 1.373 hm$^3$ que se recargan anualmente. La naturaleza subterránea de la satisfacción de las demandas totales es de unos 340 hm$^3$, indica que para el Escenario 3.2 se está aprovechando en un 25% la recarga media anual de los acuíferos de la cuenca, alejado del límite de la recarga anual de los acuíferos.

En síntesis, y como conclusión del Diagnóstico de la Cuenca del río Maule UPH (5+6+7+8), los embalses de la cuenca en su conjunto regulan satisfactoriamente los recursos hídricos para satisfacer las demandas, además se recomienda incrementar la explotación de los acuíferos, y promover un control sistemático de la utilización de la recarga anual de los acuíferos, para promover unas zonas de explotación respecto de otras.

[15] Laguna Maule (800 hm$^3$), Embalse Colbún, Digua, Tutuvén, Machicura, Laguna Achibueno, Bullileo, Ancoa.

# Gráfico 3-34. Balance hídrico mensual de la cuenca Alta, Media y Baja del Maule

| UPH (5+6+7+8). ACUMULADO DE LA CUENCA DEL RÍO MAULE (UPH5+UPH6+UPH7+UPH8), PARA RRHHNN PERIODO 2010-2015 Y DEMANDA CONSUNTIVA A 2015 | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ABR | MAY | JUN | JUL | AGO | SEP | OCT | NOV | DIC | ENE | FEB | MAR | TOTAL |
| **RECURSOS HÍDRICOS** | | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal medio natural Alto Maule UPH5 | | 259,83 | 379,91 | 517,06 | 509,97 | 477,66 | 484,02 | 608,26 | 782,83 | 779,59 | 474,99 | 275,11 | 240,42 | 5.789,66 |
| Caudal medio natural Medio y Bajo Maule UPH6 | | 54,49 | 200,03 | 427,63 | 530,04 | 455,14 | 322,33 | 220,70 | 142,11 | 102,59 | 55,72 | 32,53 | 32,07 | 2.575,37 |
| Caudal medio natural UPH7 | | 31,65 | 122,54 | 280,64 | 352,00 | 298,67 | 200,79 | 120,23 | 63,61 | 40,34 | 21,66 | 11,94 | 12,51 | 1.556,59 |
| Caudal medio natural UPH8 | | 104,55 | 298,93 | 509,74 | 520,05 | 437,96 | 357,34 | 295,53 | 242,44 | 188,69 | 118,86 | 76,44 | 63,52 | 3.214,04 |
| **TOTAL RRHH UPH (5+6+7+8)** | **(hm³)** | **450,53** | **1.001,41** | **1.735,06** | **1.912,06** | **1.669,44** | **1.364,47** | **1.244,73** | **1.230,99** | **1.111,22** | **671,23** | **396,02** | **348,52** | **13.135,66** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **DEMANDAS CONSUNTIVAS DE LA CUENCA DEL RÍO MAULE** | | | | | | | | | | | | | | |
| Agrícola | | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 71,92 | 342,48 | 567,58 | 701,38 | 499,62 | 217,76 | 2.402,23 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,12* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *5,66* | *27,24* | *45,94* | *57,99* | *40,20* | *15,66* | *192,81* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *1,38* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *66,26* | *315,24* | *521,64* | *643,39* | *459,42* | *202,10* | *2.209,42* |
| Pecuaria | | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 2,37 | 28,41 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *0,21* | *2,48* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *2,16* | *25,93* |
| Agua potable | | 4,55 | 4,20 | 3,81 | 3,65 | 3,90 | 3,76 | 4,11 | 4,57 | 5,36 | 6,16 | 4,58 | 5,50 | 54,15 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *4,13* | *3,81* | *3,46* | *3,31* | *3,53* | *3,41* | *3,72* | *4,13* | *4,85* | *5,59* | *4,14* | *5,00* | *49,07* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,42* | *0,39* | *0,36* | *0,35* | *0,37* | *0,36* | *0,39* | *0,44* | *0,51* | *0,57* | *0,43* | *0,51* | *5,08* |
| Industrial | | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 8,02 | 96,25 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *8,02* | *96,25* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| Forestal | | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 33,37 |
| ***Naturaleza Subterránea*** | | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* | *0,00* |
| ***Naturaleza Superficial*** | | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *2,78* | *33,37* |
| **TOTAL DEM Maule UPH (5+6+7+8)** | **(hm³)** | **19,22** | **17,37** | **16,98** | **16,82** | **17,07** | **16,93** | **89,20** | **360,21** | **586,11** | **720,71** | **517,36** | **236,44** | **2.614,42** |
| ***Naturaleza Subterránea*** | **(hm³)** | ***12,48*** | ***12,04*** | ***11,68*** | ***11,54*** | ***11,76*** | ***11,63*** | ***17,60*** | ***39,59*** | ***59,02*** | ***71,80*** | ***52,57*** | ***28,89*** | ***340,62*** |
| ***Naturaleza Superficial*** | **(hm³)** | ***6,73*** | ***5,33*** | ***5,30*** | ***5,29*** | ***5,31*** | ***5,30*** | ***71,60*** | ***320,62*** | ***527,09*** | ***648,90*** | ***464,79*** | ***207,54*** | ***2.273,80*** |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| **BALANCE HÍDRICO** | | | | | | | | | | | | | | |
| Superávit (+) | (hm³) | 431,31 | 984,03 | 1.718,08 | 1.895,23 | 1.652,37 | 1.347,53 | 1.155,53 | 870,78 | 525,11 | 0,00 | 0,00 | 112,09 | 10.692,06 |
| | (%) | 4,03 | 9,20 | 16,07 | 17,73 | 15,45 | 12,60 | 10,81 | 8,14 | 4,91 | 0,00 | 0,00 | 1,05 | 100,00 |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| Déficit (-) | (hm³) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | -49,48 | -121,35 | 0,00 | -170,82 |
| | (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 28,96 | 71,04 | 0,00 | 100,00 |




| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Almacenamiento superficial** | Ud | Capacidad | Acumulado | |
| Laguna Invernada | (hm³) | 174,00 | 174,00 | |
| Laguna del Maule | (hm³) | 1.420,00 | 1.594,00 | |
| Laguna Dial | (hm³) | | 1.594,00 | Sin dato |
| Embalse Melado | (hm³) | 134,00 | 1.728,00 | |
| Embalse Colbún | (hm³) | 1.490,00 | 3.218,00 | |
| Embalse Digua | (hm³) | 220,00 | 3.438,00 | |
| Embalse Tutuvén | (hm³) | 22,00 | 3.460,00 | |
| Embalse Machicura | (hm³) | 55,00 | 3.515,00 | |
| Embalse Ancoa | (hm³) | 79,00 | 3.594,00 | |
| Laguna Achibueno | (hm³) | | 3.594,00 | Sin dato |
| Embalse Bullileo | (hm³) | 60,00 | 3.654,00 | |
| | | | | |
| **Almacenamiento subterráneo** | Ud | | | |
| Recarga anual media | (hm3/año) | 1.372,98 | | |
| Reserva total estimada | (hm³) | 6.092,33 | | |

*Fuente: Elaboración propia*

### 3.7.9. Conclusión de los escenarios

En el Diagnóstico se han detectado básicamente dos unidades de planificación hídrica con potenciales problemas de satisfacción de las demandas, la UPH 7 Cuenca del Perquilauquén, y la UPH 2 Cuenca Alta del Mataquito, cuyos resultados de los escenarios revelan como un aviso sistemático y sintomático de la problemática que se debe estudiar. La tabla siguiente recoge las posibles actuaciones en las que hay que profundizar antes de elaborar el programa de medidas del Plan:

**Tabla 3-70 Análisis de escenarios. Conclusiones**

| UPH | | ESCENARIO | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Nº** | **Denominación** | **1.1** | **2.1** | **2.2** | **3.1** | **3.2** |
| 2 | Alto Mataquito | • Aumentar la capacidad de regulación.<br>• No incrementar la utilización de los acuíferos. | | | | |
| 7 | Perquilauquén | • Aumentar la capacidad de regulación y transporte en las cuencas de cabecera<br>• Aumentar la explotación de acuíferos | | • Aumentar la explotación de acuíferos<br>• Aumentar la capacidad de regulación y transporte en las cuencas de cabecera | • Aumentar la capacidad de regulación y transporte en las cuencas de cabecera<br>• Aumentar la explotación de acuíferos | • Aumentar la explotación de acuíferos<br>• Aumentar la capacidad de regulación y transporte en las cuencas de cabecera |

*Fuente: Elaboración Propia*

## 3.8. DISPONIBILIDAD HÍDRICA

El concepto de disponibilidad hídrica está asociado con el de los Derechos de Aprovechamientos de Agua (DAA) y se define como el caudal susceptible de otorgar mediante DAA, ya sean de carácter permanente o eventual y de ejercicio continuo, discontinuo o alternado.

La disponibilidad hídrica para el otorgamiento de nuevos DAA se determina como diferencia entre la oferta hídrica y el volumen de los DAA otorgados, descontando el caudal ecológico, en el caso de la disponibilidad hídrica de aguas superficiales.

En este capítulo 3 se ha identificado la oferta de agua a partir de la cuantificación de los recursos hídricos naturales totales -distribuidos en subterráneos y superficiales-, tanto para el año medio, como para diferentes probabilidades de excedencia (Q50%, Q85% y periodo 2010-15). Pero dado que el análisis de los DAA se ha incluido en el capítulo 4 de este Diagnóstico, se ha preferido incluir el análisis de la disponibilidad hídrica en el mencionado Capítulo 4 en el que se han identificado los diferentes volúmenes de los DAA y su clasificación pertinente.