

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN .....	1
1.1	Aspectos Generales y Problemática .....	1
1.2	Objetivos del Estudio .....	2
1.3	Área de Estudio .....	2
1.4	Enfoque Metodológico .....	7
1.5	Contenidos del Informe.....	8
2.	RECOPIACIÓN Y REVISIÓN DE ANTECEDENTES .....	10
2.1	Instituciones Consultadas .....	10
2.2	Reuniones Técnicas .....	10
2.3	Revisión de Estudios Previos .....	11
3.	CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA PILOTO DEL RÍO CHOAPA.....	14
3.1	Caracterización General de la Cuenca Piloto .....	14
3.2	Hidrografía e Hidrogeología .....	15
	<b>3.2.1 Hidrografía</b> .....	15
	<b>3.2.2 Hidrogeología</b> .....	19
3.3	Actividades y Grupos de Interés .....	20
3.4	Actividades Productivas.....	25
3.5	Infraestructura de Riego .....	25
	<b>3.5.1 Canales</b> .....	25
	<b>3.5.2 Pozos</b> .....	30
	<b>3.5.3 Embalses Mayores</b> .....	31
3.6	Programas de Agua Potable Rural (APR) .....	33
3.7	Estaciones Hidrometeorológicas .....	34
3.8	Programas de Control de Extracciones.....	35
3.9	Restricciones a Los Derechos de Aguas .....	36
	<b>3.9.1 Zonas de Restricción</b> .....	36
	<b>3.9.2 Zonas de Prohibición</b> .....	47
	<b>3.9.3 Declaración de Agotamiento</b> .....	47
	<b>3.9.4 Decretos de Escasez</b> .....	47
3.10	Caudales No Extractivos.....	47
3.11	Organizaciones de Usuarios .....	48
3.12	Bocatomas .....	56
3.13	Tecnologías de Transmisión en las Organizaciones de Usuarios .....	56
4.	CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA PILOTO DEL RÍO MAULE.....	60
4.1	Caracterización General de la Cuenca.....	60

4.2	Hidrografía e Hidrogeología .....	61
<b>4.2.1</b>	<b>Hidrografía</b> .....	61
<b>4.2.2</b>	<b>Hidrogeología</b> .....	61
4.3	Actividades y Grupos de Interés .....	63
4.4	Actividades Productivas .....	69
4.5	Infraestructura de Riego (Canales, pozos y embalses) .....	70
<b>4.5.1</b>	<b>Canales</b> .....	70
<b>4.5.2</b>	<b>Pozos</b> .....	73
<b>4.5.3</b>	<b>Embalses</b> .....	73
4.6	Programas de Agua Potable Rural (APR) .....	74
4.7	Estaciones Hidrometeorológicas .....	75
4.8	Programas de Control de Extracciones .....	76
4.9	Zonas de Restricción, Zonas de Prohibición y Decretos de Escasez .....	76
4.10	Caudales No Extractivos .....	76
4.11	Organizaciones de Usuarios .....	87
4.12	Principales Bocatomas .....	92
4.13	Tecnologías de Transmisión de Datos en Organizaciones de Usuarios .....	92
5.	CATASTRO DE PUNTOS DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEO DE LAS CUENCAS PILOTO .....	95
5.1	Recopilación de Información de Derechos en CPA .....	95
<b>5.1.1</b>	<b>Revisión y Recopilación de Información en Sistema CPA</b> .....	95
<b>5.1.2</b>	<b>Generación de Listados de Derechos Depurados</b> .....	95
5.2	Selección de Muestras Representativas .....	98
<b>5.2.1</b>	<b>Definición de Criterios de Selección</b> .....	98
<b>5.2.2</b>	<b>Aplicación de Filtros y Generación de Muestras de Captaciones</b> .....	100
5.3	Generación de Catastro de Captaciones .....	100
5.4	Estudio de Título .....	121
5.5	Generación y Visualización SIG .....	121
<b>5.5.1</b>	<b>Diagramación y Diseño de Planos</b> .....	122
<b>5.5.2</b>	<b>Generación de Bases de Datos Geométricas y de Atributos de Captaciones Catastradas</b> .....	122
<b>5.5.3</b>	<b>Edición Final de Planos</b> .....	122
6.	ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS DE CONTROL DE EXTRACCIONES Y DE TRANSMISIÓN EN TIEMPO REAL .....	127
6.1	Tecnologías en Uso en Instituciones Públicas y Privadas .....	127
<b>6.1.1</b>	<b>Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)</b> .....	127

6.1.2	<b>Dirección General de Aguas (DGA)</b> .....	128
6.1.3	<b>Dirección Meteorológica de Chile (DGAC)</b> .....	130
6.1.4	<b>Sistema de Información de Calidad del Aire (SINCA)</b> .....	130
6.1.5	<b>Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)</b> .....	131
6.2	Tipologías de Obras Hidráulicas .....	132
6.2.1	<b>Aguas Superficiales</b> .....	133
6.2.2	<b>Aguas Subterráneas</b> .....	133
6.3	Tipología de Equipos de Medición de Caudales .....	134
6.3.1	<b>Equipos para Canales Abiertos</b> .....	135
6.3.2	<b>Equipos para Tuberías Cerradas</b> .....	137
6.3.3	<b>Análisis Comparativo de Equipos</b> .....	138
6.4	Equipos de Control de Extracción.....	140
6.4.1	<b>Alcances</b> .....	140
6.4.2	<b>Antecedentes Consultados</b> .....	140
6.5	Sistemas de Transmisión de Datos en Tiempo Real .....	140
6.5.1	<b>Sistemas de Lectura Automática Remota</b> .....	140
6.5.2	Sistema GPRS (Global Packet Radio Service) .....	143
6.5.3	Análisis Comparativo de Equipos de Transmisión de Datos.....	144
6.6	Presupuestos de los Equipos .....	146
7.	PROPUESTA TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA IMPLEMENTAR SISTEMAS DE CONTROL DE EXTRACCIONES Y DE TRANSMISIÓN EN TIEMPO REAL .....	150
7.1	Generalidades .....	150
7.2	Normas y Reglamentos .....	150
7.3	Bases de Diseño .....	151
7.3.1	<b>Instrumentos de Medida</b> .....	151
7.3.2	<b>Criterios Diseño</b> .....	154
7.3.3	Requisitos para la Instalación de Sistemas de Control .....	155
7.4	Proyectos Finales .....	155
8.	PROGRAMAS GUBERNAMENTALES DE APOYO .....	175
8.1	Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario INDAP.....	175
8.1.1	<b>Programa de Riego Intrapredial- PRI</b> .....	175
8.1.2	<b>Programa de Estudios de Riego y Drenaje</b> .....	177
8.2	Comisión Nacional de Riego CNR .....	178
8.2.1	Programa de Riego Concurso CNR-GORE.....	181
9.	ESTABLECIMIENTO DE COMPROMISOS .....	184
10.	REUNIONES PARTICIPATIVAS.....	185
11.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	186

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Principales Características de la Subcuencas Pertenecientes a la Cuenca del Piloto del río Choapa .....	15
Tabla 3.2 Caracterización Acuíferos Choapa.....	21
Tabla 3.3 Resumen de Demandas de Aguas según Uso. Cuenca del río Choapa (m <sup>3</sup> /s) .....	24
Tabla 3.4 Longitud de Canales – Provincia de Choapa .....	28
Tabla 3.5 Distribución de Sistemas APR a nivel de Subcuencas.....	34
Tabla 3.6 Resumen de Estaciones Hidrometeorológicas en la Cuenca del río Choapa	35
Tabla 3.7 Derechos de Aprovechamiento con Resolución de Control de Extracción en la Cuenca del río Choapa .....	43
Tabla 3.8 Resumen de Caudales Ecológicos según Tipo y Ejercicio del Derecho.....	48
Tabla 3.9 Juntas de Vigilancia de la Cuenca del río Choapa .....	52
Tabla 3.10 Asociaciones de Canalistas de la Cuenca del río Choapa.....	55
Tabla 3.11 Comunidades de Aguas de la Cuenca del río Choapa .....	56
Tabla 3.12 Distribución de Bocatomas en la Cuenca del río Choapa.....	56
Tabla 4.1 Principales Características de la Subcuencas Pertenecientes a la Cuenca del Piloto del río Maule .....	61
Tabla 4.2 Acuíferos de la Cuenca del río Maule.....	62
Tabla 4.3 Resumen de Demandas de Aguas según Uso. Cuenca Piloto del río Maule (m <sup>3</sup> /s) .....	68
Tabla 4.4 Principales Canales Matrices.....	70
Tabla 4.5 Distribución de Sistemas APR a nivel de Subcuencas.....	75
Tabla 4.6 Resumen de Estaciones Hidrometeorológicas en la Cuenca del río Maule... 75	
Tabla 4.7 Resumen de Caudales Ecológicos según Tipo y Ejercicio del Derecho.. <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Tabla 4.8 Juntas de Vigilancia de la Cuenca del río Maule .....	88
Tabla 4.9 Asociaciones de Canalistas de la Cuenca del río Maule.....	90
Tabla 4.10 Comunidades de Agua Cuenca del Choapa.....	92
Tabla 5.1 Distribución de Derechos según Código de Expediente y Naturaleza .....	96
Tabla 5.2 Cantidad de Derechos de Aprovechamiento según Tipo de Información del Punto de Captación.....	96
Tabla 5.3 Cantidad de Derechos de Aprovechamiento según Rangos de Caudal .....	96
Tabla 5.4 Distribución de Derechos según Código de Expediente y Naturaleza .....	97
Tabla 5.5 Cantidad de Derechos de Aprovechamiento según Tipo de Información del Punto de Captación.....	97
Tabla 5.6 Cantidad de Derechos de Aprovechamiento Según Rangos de Caudal.....	98
Tabla 5.7 Cantidad de Captaciones Potenciales de ser Catastradas .....	100
Tabla 5.8 Resumen de Captaciones Visitadas y Descripción del Sistema de Control de Extracciones Existente. Cuenca Piloto del río Choapa .....	102
Tabla 5-9 Resumen de Captaciones Visitadas y Descripción del Sistema de Control de Extracciones Existente. Cuenca Piloto del río Maule .....	111
Tabla 6.1 Cuadro Comparativo de Equipos de Medición .....	139
Tabla 8-1 Proyectos con obras de telemetría año 2016 .....	183

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Ubicación de la Cuenca Piloto del río Choapa .....	3
Figura 1-2 Ubicación de la Cuenca Piloto del río Maule .....	5
Figura 3-1 Clasificación Hidrográfica de la Cuenca del río Choapa .....	16
Figura 3-2 Caudales Medios Mensuales río Chalinga en La Palmilla .....	18
Figura 3-3 Caudales Medios Mensuales río Illapel en El Peral .....	19
Figura 3-4 Caudales Medios Mensuales río Choapa en Cuncumén .....	19
Figura 3-5 Sectores de Acuíferos de la Cuenca del río Choapa .....	22
Figura 3-6 Infraestructura de Riego de la Cuenca Piloto del río Choapa .....	26
Figura 3-7 Cobertura del Programa APR de la Cuenca del río Choapa .....	37
Figura 3-8 Estaciones Hidrometeorológicas de la Cuenca del río Choapa .....	39
Figura 3-9 Estaciones Fluviométricas y de Niveles Vigentes de la Cuenca del río Choapa .....	41
Figura 3-10 Zonas de Restricción de la Cuenca Piloto del río Choapa .....	45
Figura 3-11 Zonas de Agotamiento de la Cuenca Piloto del río Choapa .....	49
Figura 3-12 Zonas de Escasez de la Cuenca Piloto del río Choapa .....	51
Figura 3-13 Caudales Ecológicos de la Cuenca Piloto del río Choapa .....	53
Figura 4-1 Clasificación Hidrográfica de la Cuenca Piloto del río Maule .....	64
Figura 4-2 Sectores de Acuíferos de la Cuenca Piloto del río Maule .....	66
Figura 4-3 Infraestructura de Riego de la Cuenca Piloto del río Maule .....	71
Figura 4-4 Cobertura del Programa APR de la Cuenca Piloto del río Maule .....	77
Figura 4-5 Estaciones Hidrometeorológicas de la Cuenca Piloto del río Maule .....	79
Figura 4-6 Estaciones Fluviométricas y de Niveles Vigentes de la Cuenca Piloto del río Maule .....	81
Figura 4-7 Zonas de Restricción de la Cuenca Piloto del río Maule .....	83
Figura 4-8 Caudales Ecológicos de la Cuenca Piloto del río Maule .....	85
Figura 5-1 Captaciones Catastradas en la Cuenca del río Choapa; <b>Error! Marcador no definido.</b>	
Figura 5-2 Captaciones Catastradas en la Cuenca del río Maule .....	123
Figura 6-1 Red Nacional de Vigilancia Volcánica del Sernageomin .....	127
Figura 6-2 Red Nacional de Hidrología de la Dirección General de Aguas .....	129
Figura 6-3 Red Nacional de Monitoreo de Calidad del Aire .....	131
Figura 6-4 Tipología General de Obras de Captación y Conducción .....	132
Figura 6-5 Esquema de Obras para Captación y Conducción Aguas Subterráneas ....	134
Figura 8-1 Calendario Concursos Ley 18.450 año 2016 .....	182

## ANEXOS

Anexo 1	Minuta de Reuniones
Anexo 2	Programa de Agua Potable Rural
Anexo 2.1	Cuenca Piloto Río del Choapa
Anexo 2.2	Cuenca Piloto del Río Maule
Anexo 3	Programa de Control de Extracciones
Anexo 4	Restricciones a los Derechos de Aguas
Anexo 4.1	Zonas de Restricción
Anexo 4.2	Declaración de Agotamiento
Anexo 4.3	Decretos de Escasez

Anexo 5	Caudales Ecológicos
Anexo 5.1	Cuenca del Río Choapa
Anexo 5.2	Cuenca del Río Maule
Anexo 6	Catastro de Organizaciones de Usuarios
Anexo 6.1	Cuenca del Río Choapa
Anexo 6.2	Cuenca del Río Maule
Anexo 7	Catastro de Bocatomas
Anexo 7.1	Cuenca del Río Choapa
Anexo 7.2	Cuenca del Río Maule
Anexo 8	Catastro de Derechos de Aprovechamientos de Aguas Superficiales y Subterráneas según CPA
Anexo 8.1	Cuenca del Río Choapa
Anexo 8.2	Cuenca del Río Maule
Anexo 9	Catastro de Captaciones
Anexo 9.1	Proposición de Ficha de Catastro
Anexo 9.2	Proposición de Captaciones a Catastrar en la Cuenca Piloto del río Choapa y en la Cuenca Piloto del río Maule
	9.2.1 Proposición de Derechos Subterráneas Cuenca del río Choapa
	9.2.2 Proposición de Derechos Superficiales Cuenca del río Choapa
	9.2.3 Proposición de Derechos Subterráneas río Maule
	9.2.4 Proposición de Derechos Superficiales río Maule
Anexo 9.3	Catastro de Captaciones
	9.3.1 Fichas Subterráneas Cuenca río Choapa
	9.3.2 Fichas Superficiales Cuenca del río Maule
	9.3.3 Fichas Subterráneas Cuenca río Maule
	9.3.4 Fichas Superficiales Cuenca del río Maule
Anexo 9.4	Revisión de Derechos en CBR
Anexo 10	Fichas Técnicas de Equipos Analizados
Anexo 11	Catálogos y Presupuestos de Equipos
Anexo 12	Evaluación Técnico - Económica
Anexo 13	Manual Técnico de Obras de Telemetría
Anexo 14	Presentación de Proyectos (DT-11)
Anexo 15	Cartas Compromiso

## PLANOS

Plano 1	Diagrama Unifilar de la Cuenca Piloto del río Choapa
Plano 2A	Diagrama Unifilar de la Subcuenca del río Maule
Plano 2B	Diagrama Unifilar de la Subcuenca del río Claro
Plano 2C	Diagrama Unifilar de la Subcuenca del río Achibueno
Plano 2D	Diagrama Unifilar de la Subcuenca del río Longaví
Plano 2E	Diagrama Unifilar de la Subcuenca del río Loncomilla
Plano 2F	Diagrama Unifilar de la Subcuenca del río Perquilauquén
Plano 3	Catastro de Captaciones de Aguas Superficiales y Subterráneas de la Cuenca Piloto del río Choapa
Plano 4	Catastro de Captaciones de Aguas Superficiales y Subterráneas de la Cuenca Piloto del río Maule





## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Aspectos Generales y Problemática**

El recurso hídrico en nuestro país posee una importancia estratégica para las diversas actividades productivas que allí se desarrollan lo que ha conllevado a que exista una gran presión de parte de los distintos usuarios por la extracción de los recursos disponibles.

En este sentido se considera que las extracciones indiscriminadas son el principal factor que provoca la disminución de los niveles freáticos (acuíferos) y descenso de niveles de caudales en cauces naturales, lo cual genera efectos en el medio ambiente y deterioro de la calidad de vida de la ciudadanía en general, incrementando las interdependencias entre usuarios de agua y los conflictos asociados (Banco Mundial, 2011).

A los efectos señalados anteriormente, también se suma el hecho que los titulares de los derechos de aprovechamiento de aguas quienes tendrían una imposibilidad física de ejercerlos en forma total o parcial.

A raíz de ello, resulta imperioso regular y controlar el uso de los recursos hídricos de tal modo que ellos no excedan los volúmenes constituidos,

En este sentido la Dirección General de Aguas (DGA) del Ministerio de Obras Públicas ha ordenado, durante los últimos años, a diversos usuarios la instalación de sistemas de control de extracciones con el objeto de controlar el uso de los derechos efectivamente constituidos.

No obstante ello, se estima que en la actualidad el conocimiento sobre todo los sistemas de control de extracciones de aguas tanto en fuentes superficiales como en subterráneas son precarios. A lo anterior, se suma la incertidumbre que existe respecto del contenido de la información sobre los registros de caudales, la falta de información sobre las características de instalación de los medidores de flujo y desconocimiento de tecnologías de transmisión en línea y remota (CONIC-BF Ingenieros Civiles Consultores Ltda, 2014).

Junto con ello existe un desconocimiento sobre los programas de apoyo gubernamental que puedan servir como herramientas financieras para la implementación de equipos de medición para los distintos usuarios del agua , enfrentando un escenario de escaso o nulo conocimiento de los usuarios y grupos de interés sobre la importancia de controlar las extracciones y sobre cómo estas acciones contribuyen a mejorar la gestión, protección y conservación del recurso hídrico.

Es por ello que resulta imprescindible levantar información básica sobre la situación actual de control de extracciones relacionadas con su infraestructura, métodos de transmisión de datos y programas gubernamentales de apoyo, entre otras variables.

En virtud de lo señalado anteriormente, a objeto de avanzar en este conocimiento, se asignó a CONIC-BF Ingenieros Civiles Consultores Ltda. el desarrollo de la presente consultoría, materia que se describe en el presente informe.

## 1.2 Objetivos del Estudio

El objetivo de la presente consultoría es realizar un levantamiento de la información base para la identificación de puntos de control de extracciones, tanto de aguas subterráneas como superficiales en las cuencas pilotos del Maule y Choapa, con el propósito de contribuir y facilitar la implementación de un sistema de control de extracciones en tiempo real para que tanto el sector público como el sector privado puedan obtener una información precisa, exacta, oportuna y confiables de los caudales extraídos, permitiendo con ello una mayor transparencia y disponibilidad de información, fomentando la participación ciudadana.

Para tales efectos se contemplan los siguientes objetivos específicos:

- Levantar diagnóstico de la situación actual de control de extracciones sobre cuencas en estudio.
- Realizar propuestas para la implementación de sistemas de Control de Extracciones y efectuar análisis comparativo entre tecnologías de transmisión en tiempo real.
- Generar actividades de difusión, compromisos y concientización, respecto a materias de control de extracciones a las organizaciones de usuarios.

## 1.3 Área de Estudio

Conforme a lo establecido en las Bases Técnicas y Administrativas de la presente licitación, el área de estudio comprende las Cuencas Pilotos de los ríos Choapa y Maule.

La Cuenca Piloto del río Choapa se sitúa, en términos administrativos, en la Región de Coquimbo, abarcando una superficie de 7.623 km<sup>2</sup>.

El principal cauce es el río Choapa que tiene una extensión de aproximadamente 148,8 km y un caudal medio anual en la estación "Choapa en Cuncumén" de 9,6 m<sup>3</sup>/s. El río Choapa en su recorrido recibe los aportes de los ríos Cuncumén, Manque, Chalinga e Illapel.

Por su parte la Cuenca Piloto del río Maule, en términos administrativos, se sitúa en la Región de nombre homónimo, abarcando una superficie de 21.052 km<sup>2</sup>.

Su cauce principal es el río Maule, que tiene una extensión de 282,1 km, con un caudal medio anual en la estación "Maule en Armerillo" de 63,8 m<sup>3</sup>/s.

El río Maule nace de la Laguna del mismo nombre, en su trayecto recibe aportes de los ríos Puelche, Claro, Melado, Loncomilla, entre otros.

En las siguientes Figuras 1.1 y 1.2 se presenta la ubicación de ambas Cuencas Pilotos en estudio.

**Figura 1.1 Ubicación de la Cuenca Piloto del río Choapa**



**Figura 1.2 Ubicación de la Cuenca Piloto del río Maule**



## 1.4 Enfoque Metodológico

La metodología adoptada para el desarrollo del presente estudio, se ha basado en una estrategia secuencial que considera una aproximación a la problemática en estudio desde una escala global hasta una particular.

En este sentido, como primera aproximación a la problemática de interés, se realizó una completa recopilación y revisión de antecedentes documentales disponibles tanto a nivel central como regional en instituciones públicas y privadas.

Se incluyó como parte de ello la recopilación de antecedentes documentales como estudios, informes técnicos, estadísticas y cartografías, entre otros.

En esta misma línea, también se incluyeron entrevistas y reuniones técnicas con autoridades de la DGA tanto del nivel central como regional y representantes de las organizaciones de usuarios a nivel de Juntas de Vigilancia.

Las materias recopiladas y revisadas en ambas Cuencas Pilotos, tuvieron relación con el uso y gestión de los recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos. En este sentido es importante destacar que los antecedentes disponibles en cada una de las cuencas es diferente, debido al número de estudios realizados y al alcance de ellos. Es así como se constató que para la cuenca del río Maule existe una mayor cantidad de antecedentes que en la cuenca del río Choapa.

Un mayor ahondamiento a la problemática, se logró a través de un diagnóstico pormenorizado que consideró una descripción general de cada Cuenca Piloto, de su hidrología e hidrogeología, de los grupos de interés, de los usos, de la infraestructura de riego, de las zonas de restricción, prohibición y decretos de escasez, de los caudales no extractivos, de las organizaciones de usuarios y de las tecnologías de control de extracciones y de transmisión que emplean y finalmente del catastro de bocatomas.

Todos estos antecedentes permitieron disponer de un diagnóstico de las Cuencas Pilotos, así como de la situación actual en materia de usuarios que disponen de sistemas de control de extracciones y de transmisión en línea.

A partir de este diagnóstico, fue posible conocer la brecha de infraestructura de sistemas de control de extracciones y de transmisión en línea de ambas Cuencas Pilotos.

Se seleccionaron derechos de aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneos que no cuentan con esta tecnología, aplicándose filtros de selección según diferentes criterios.

Estos derechos fueron visitados en terreno en donde se levantaron antecedentes técnicos de sus obras que se utilizaron como base para realizar la propuesta técnica y económica de proyectos. Junto con ello además, se realizó un catastro legal de estos derechos, que consideró un estudio de títulos, con el objeto de identificar al titular vigente.

Con base a los antecedentes técnicos catastrados en terreno para cada captación, se desarrollaron los respectivos proyectos de instalación de equipos de medición de

caudal y/o sistema de transmisión remota en 120 puntos (60 en cada cuenca). Dependiendo de las particularidades de la infraestructura existente se realizaron los ajustes a las obras civiles en cada caso de modo que se permita una correcta instalación de los equipos y de los sistemas de protección para evitar que sean dañados.

Para cada uno de los proyectos desarrollados, se realizó su evaluación técnico-económica y se identificaron fuentes potenciales de financiamiento.

Finalmente, se realizó un programa de difusión y gestiones para la firma de compromisos formales de los usuarios para la instalación de los proyectos de sistemas de control de extracción y de transmisión de datos desarrollados en esta consultoría.

## **1.5 Contenidos del Informe**

El presente documento corresponde al Informe final, en el cual se describen las actividades desarrolladas como parte de la elaboración del diagnóstico de la situación actual de control de extracciones de las Cuencas Pilotos de los ríos Choapa y Maule.

Este informe se ha estructurado en 11 Capítulos, según se describe a continuación.

El Capítulo 1 corresponde al Introdutorio, en donde se da cuenta de la problemática, objetivos y alcances de la consultoría.

En el Capítulo 2, se presenta una descripción de la recopilación y revisión de antecedentes bases para el desarrollo de la presente consultoría. Se incluye como parte de ello la identificación de las instituciones consultadas, los antecedentes documentales revisados, así como también las reuniones técnicas desarrolladas.

En los Capítulos 3 y 4, se presenta una caracterización de las cuencas piloto de los ríos Choapa y Maule, respectivamente. Como parte de esta caracterización se incluye una descripción general de cada cuenca, de su hidrología e hidrogeología, de los grupos de interés, de los usos, de la infraestructura de riego, de las zonas de restricción, prohibición y decretos de escasez, de los caudales no extractivos, de las organizaciones de usuarios y de las tecnologías de control de extracciones y de transmisión que emplean y finalmente del catastro de bocatomas.

En el Capítulo 5 se presentan los resultados del catastro de puntos de captación superficial y subterráneos de ambas cuencas pilotos. En lo específico en ambos capítulos, se presentan los resultados del catastro de derechos de aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneas, selección de derechos a ser visitados, catastro de derechos en terreno, estudio de título y generación de visualizador SIG.

En el Capítulo 6 se realiza una recopilación y análisis de los equipos existentes en el mercado tanto para la medición automática de caudales, como para la transmisión remota de los datos.

En el capítulo 7 se presenta la propuesta técnica y económica de la implementación de equipos en los puntos seleccionados.

En el capítulo 8 se exponen los programas gubernamentales de apoyo que permitirían financiar total o parcialmente la implementación de los proyectos desarrollados.



En el Capítulo 9 se establecen compromisos por parte de los usuarios propietarios de los derechos e infraestructura asociada donde se desarrollaron los 120 proyectos de control de extracciones.

En el Capítulo 10 se resume la realización de reuniones participativas con los usuarios propietarios de los derechos e infraestructura asociada donde se desarrollaron los 120 proyectos de control de extracciones.

Finalmente, en el Capítulo 11, se presentan las Conclusiones y Recomendaciones del estudio.

Este documento se complementa con 14 Anexos, un set de 4 planos y 120 proyectos con sus respectivas memorias y planos.

## **2. RECOPIACIÓN Y REVISIÓN DE ANTECEDENTES**

### **2.1 Instituciones Consultadas**

En el presente Capítulo, se presentan los resultados de la recopilación y revisión de antecedentes técnicos que sirven de base para el desarrollo del presente estudio, los cuales han sido recabados en instituciones tanto de nivel central como regional.

Las instituciones consultadas han sido las siguientes:

- Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas (DGA).
- Dirección Regional de Aguas, Región de Coquimbo
- Dirección Regional de Aguas, Región del Maule
- Dirección Provincial de Aguas, Provincia de Choapa
- Unidad de Fiscalización, DGA-MOP
- Centro de Información de Recursos Hídricos, DGA-MOP
- Catastro Público de Aguas, DGA-MOP
- Unidad de Organizaciones de Usuarios y Eficiencia Hídrica, DGA-MOP
- Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas (DOH).
- Ministerio de Agricultura (MINAGRI).
- Comisión Nacional de Riego (CNR).
- Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario (INDAP).
- Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN).
- Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN).
- Centro del Agua para Zonas Áridas y Semiáridas de América Latina y el Caribe (CAZALAC).
- Centro de Estudios Avanzados de Zonas Áridas (CEAZA).
- Juntas de Vigilancia de la Cuenca del río Choapa
- Juntas de Vigilancia de la Cuenca del río Maule

Los antecedentes recopilados incluyeron tanto datos puros, como estadísticas y mediciones, así como también estudios y proyectos anteriores.

### **2.2 Reuniones Técnicas**

Durante el desarrollo de la presente etapa, se sostuvieron reuniones de trabajo con la Inspección Fiscal del contrato, con las Direcciones Regionales de Aguas de las Regiones de Choapa y Maule y con las organizaciones de usuarios de ambas Cuencas Piloto.

Al respecto, se debe tener presente que dado el enfoque del estudio a nivel de Cuencas Pilotos, el proceso de reuniones técnicas con las organizaciones de usuarios se realizó a nivel de Juntas de Vigilancia, inscritas ante la DGA.

Las principales materias tratadas en estas reuniones fueron las siguientes:

- Presentación de los alcances y resultados esperados del presente contrato.
- Sensibilización sobre la importancia de implementar sistemas de control de extracciones en las captaciones.
- Cobertura de infraestructura de control de extracciones y de tecnologías de transmisión de datos.

- Características de las tecnologías existentes y fuentes de financiamiento.
- Sectores prioritarios para la instalación de tecnologías de control de extracciones y de transmisión de datos.

El detalle de las materias tratadas en cada una de las reuniones se registró a través de minutas que se incluyen en el Anexo 1.

### **2.3 Revisión de Estudios Previos**

Se realizó una completa recopilación y revisión de antecedentes que permiten caracterizar la situación de las Cuencas Pilotos de los ríos Choapa y Maule desde el punto de vista de los recursos hidrológicos, hidrogeológicos, de los grupos de interés, de los usos, de la infraestructura de riego, de las zonas de restricción, prohibición y decretos de escasez, de los caudales no extractivos, de las organizaciones de usuarios y de las tecnologías de control de extracciones y de transmisión que emplean y finalmente del catastro de bocatomas.

Para la Cuenca Piloto del río Choapa se consultaron los siguientes antecedentes documentales:

- Comisión Nacional de Riego, INGENDESA, 1995. Estudio Integral de Riego Proyecto Choapa.
- Comisión Nacional de Riego, PROCASUR, 2004. Programa Aplicación Desarrollo Territorial Pequeños Agricultores Provincia Del Choapa.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, 2015. Consulta Nacional de Organizaciones de Usuarios.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas. Solano Vega y Asociados Ingenieros Consultores, 1987. Catastro de Usuarios de Aguas de la Cuenca del río Choapa.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas. Ricardo Edwards G. Ingenieros, 1991. Estudio de Síntesis de Catastros de Usuarios de Agua e Infraestructuras de Aprovechamiento.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas; AC Ingenieros Consultores Ltda., 2012. Investigación Recarga Artificial de Acuíferos Cuencas del río Choapa y Quilimarí, Región de Coquimbo.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas; CONIC-BF Ingenieros Civiles Consultores, 2013. Plan Maestro para la Gestión de Recursos Hídricos, Región de Coquimbo.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas; CONIC-BF Ingenieros Civiles Consultores, 2002. Levantamiento y Catastro de Bocatomas en Cauces Naturales, III Etapa.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas; SOAINT, 2015. Análisis y Seguimiento de Control de Extracciones Nivel Nacional.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas; Ayala, Cabrera y Asociados Ingenieros Consultores, 2007. Estimaciones de Demanda de Agua y Proyecciones Futuras Zona I Norte: Regiones I a IV.

En tanto para la Cuenca Piloto del río Maule, se consultaron los siguientes antecedentes:

- CIREN, 2011. Línea Base de la Situación Legal de las Organizaciones de Usuarios de Aguas de las Regiones de O'Higgins y del Maule.
- Ministerio de Obras Pública, Dirección General de Aguas, Héctor Muro de la Fuente Ingeniero Consultor, 1985. Catastro de Usuarios de Aguas de los Esteros Afluentes al río Lircay Aguas Arriba del canal Maule Norte Alto, VII región.
- Ministerio de Obras Pública, Dirección General de Aguas, Cade-Idepe, 2004. Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Ayala, Cabrera y Asociados Ltda. 2003. Bases Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Maule, Diagnóstico.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, AC Ingenieros Consultores Ltda., 2000. Levantamiento de Bocatomas en Cauces Naturales.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, AJP Ingenieros, 2011. Catastro y Confección Nómina Actualizada de Pozos en Cuenca río Maule, VII Región.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Aquaterra Ingenieros Ltda., 2014. Catastro e Inspección Preliminar de Embalses Regiones de Valparaíso, Metropolitana, del Libertador Bernardo O'Higgins, del Maule y del BíoBío.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Aquaterra Ingenieros Limitada, 2013. Determinación de Caudales de Reserva en las Regiones VII y VIII.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Aquaterra Ingenieros Ltda., 2011. Catastro e Inspección Preliminar de Embalses Ubicados en las Regiones de Valparaíso, Metropolitana, del Maule y de La Araucanía.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Aquaterra Ingenieros Ltda., 2009. Actualización y Complementación de Información de Organizaciones de Usuarios.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, CONIC-BF Consultores Ltda., 2009. Inventario Público de Extracciones Autorizadas de Agua Superficial Regiones del Libertador Bernardo O'Higgins, del Maule y Bío-Bío.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, CONIC-BF Ingenieros Civiles Consultores, 2000. Levantamiento y Catastro de Bocatomas en Cauces Naturales, II Etapa.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, División de Estudios y Planificación, 2011. Modelación Hidrogeológica Cuenca del río Maule.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, GCF Ingenieros Limitada., 2010. Levantamiento de Información Hidrogeológica para Modelación Cuenca del río Maule.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Héctor Muro de la Fuente Ingeniero Consultor, 1985. Catastro de Usuarios de Aguas del río Longaví y sus Afluentes VII Región.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Héctor Muro de la F. Ingeniero Consultor, 1984. Catastro de Usuarios de Aguas del río Claro Tributario del Maule y sus Afluentes.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, R&Q Ingeniería Ltda. Catastro General de Usuarios Área de Riego Complejo Colbún Machicura río Maule - Ribera Sur.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, REG Ingenieros Consultores Asociados, 1985. Catastro de Usuarios de Aguas de la Ribera

Izquierda del río Perquilauquén y sus Afluentes, después de junta con el río Ñiquén, VII Región.

- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, REG Ingenieros Consultores Asociados, 1985. Catastro de Usuarios de Aguas del Sistema Melado - Achibueno - Putagán, VII Región.
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas; Ayala, Cabrera y Asociados Ingenieros Consultores, 2007. Estimaciones de Demanda de Agua y Proyecciones Futuras. Zona II. Regiones V a XII y Región Metropolitana.
- Ministerio de Obras Públicas, Luis Arrau del Canto Consultores en Ingeniería Hidráulica y de Riego, 2007. Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos Cuenca del río Maule: Actualización del Modelo de Operación del Sistema y Formulación del Plan.

De la recopilación y revisión de antecedentes documentales recopilados, se constata que la Cuenca del río Maule, ha sido estudiada en mayor profundidad que la cuenca del río Choapa, razón por la cual existe una cantidad de antecedentes de utilidad.

Junto con lo anterior, se incluyó la recopilación y revisión de registros disponibles en el Sistema Catastro Público de Aguas (CPA).

De acuerdo al listado anterior, se puede apreciar que existe diferencia en cuanto a la calidad y cantidad de estudios que cada una de las cuencas posee.

### **3. CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA PILOTO DEL RÍO CHOAPA**

La caracterización de la Cuenca del río Choapa se realiza a partir de la revisión de antecedentes documentales existentes y entrevistas.

En una primera parte, se presenta una descripción general de la cuenca piloto. Posteriormente, se presenta un análisis específico de ciertos aspectos relevantes como: caracterización de su hidrología e hidrogeología, de los grupos de interés, de los usos, de la infraestructura de riego, de las zonas de restricción, prohibición y decretos de escasez, de los caudales no extractivos, de las organizaciones de usuarios, las bocatomas y de las tecnologías de control de extracciones y de transmisión que emplean actualmente.

#### **3.1 Caracterización General de la Cuenca Piloto**

La Cuenca del río Choapa, se emplaza en la provincia de Choapa, perteneciente a la Región de Coquimbo, entre las latitudes sur 31° 10' y 32° 15'. Presenta una superficie de aproximadamente 7.623 km<sup>2</sup> que equivale al 18% de la superficie total regional.

La cuenca del río Choapa limita al norte con la cuenca del río Limarí y Costeras entre el río Limarí y Choapa, por el sur con la cuenca del río Aconcagua y Costeras entre el río Choapa y río Aconcagua, por el este con el límite internacional Chile- Argentina y por el oeste con el Océano Pacífico, tal como fue presentado en la Figura 1.1.

Su orientación general es sureste-noreste, proyectándose desde las divisorias de aguas de la Cordillera de Los Andes en donde se ubican las mayores cumbres, superiores a los 5.000 msnm, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico, próximo a la localidad de Huentelauquén.

El río Chopa, cauce principal de esta cuenca, tiene sus nacientes aproximadamente a los 1.400 msnm a partir de la confluencia de los ríos Cuncumén y Total.

Luego de un recorrido de más de 140 km desemboca en el Océano Pacífico, tras haber recibido los aportes de sus dos principales afluentes, los ríos Illapel y Chalinga en la sección superior y media de la cuenca.

El río Illapel por su parte, nace a partir de la junta del río Quebradas y estero Cenicero, aproximadamente en la cota 3.760 msnm, extendiendo su recorrido por más de 82 km hasta su confluencia con el río Choapa en el sector del puente Confluencia.

Finalmente, el río Chalinga tiene sus nacientes en la confluencia de los esteros Llano Largo y Copihues, al nor oriente de Salamanca.

El régimen de la cuenca es mixto, con crecidas de deshielo entre los meses de octubre y noviembre y precipitaciones en los meses invernales.

En lo que respecta al clima en la cuenca del río Choapa es posible reconocer tres tipos de climas característicos en función de su distribución altitudinal. Estos son el clima templado frío de altura, clima de estepa cálido con precipitaciones invernales y clima estepárico costero o nuboso.

Desde el punto de vista administrativo, la cuenca del río Choapa comprende el territorio de 3 comunas a saber: Illapel, Salamanca y Canela, todas ellas pertenecientes a la Provincia de Choapa.

Los principales centros poblados de la cuenca son las ciudades de Illapel y Salamanca, correspondiendo la primera a la capital provincial.

### 3.2 Hidrografía e Hidrogeología

#### 3.2.1 Hidrografía

De acuerdo a la clasificación hidrográfica de la DGA-MOP, esta cuenca se encuentra conformada por 4 subcuencas a saber: río Choapa Alto, río Choapa Medio, río Choapa Bajo y río Illapel.

En la Tabla siguiente se presentan las principales características de las subcuencas, las que además se grafican en la Figura 3.1.

**Tabla 3.1 Principales Características de la Subcuencas Pertenecientes a la Cuenca del Piloto del río Choapa**

Código Cuenca DGA	Código Subcuenca DGA	Nombre Subcuenca	Superficie (km <sup>2</sup> )	Tipo de Cuenca
047	0473	Río Choapa Bajo (entre Río Illapel y Desembocadura)	1.768,46	Andinas Exorreicas
047	0472	Río Illapel	2.054,72	Andinas Exorreicas
047	0471	Río Choapa Medio (entre Ríos Cuncumén e Illapel)	2.248,01	Andinas Exorreicas
047	0470	Río Choapa Alto (hasta abajo junta Río Cuncumén)	1.582,57	Andinas Exorreicas

Fuente: DGA

El río Choapa presenta una hoya hidrográfica de 5.600 km<sup>2</sup> con un caudal medio de aproximadamente 30 m<sup>3</sup>/s y con un régimen hidrológico mixto.

Su cauce principal el río Choapa nace de la junta de los ríos del Totoral y González en Cordillera de Los Andes, aproximadamente en la cota 1.600 msnm.

Desde sus nacientes, presenta un recorrido de más de 140 km hasta su desembocadura en el Océano Pacífico, próximo a la localidad de Huentelauquén.

En la sección alta de la Subcuenca del río Choapa, sus principales afluentes son los ríos del Valle y Cuncumén.

En la sección media el río Choapa recibe los aportes del río Manque, estero Quelén, río Chalinga y esteros Camisa y Limahuida.

En esta sección se ubica uno de los dos grandes embalses que posee la cuenca a saber, embalse Corrales.

En la sección baja, el principal afluente del río Choapa es el estero La Canela.

**Figura 3.1 Clasificación Hidrográfica de la Cuenca del río Choapa**





El otro cauce de importancia corresponde al río Illapel, cuya Subcuenca drena una superficie de 2.054 km<sup>2</sup>.

Su cauce principal de nombre homónimo, presenta un desarrollo de 75 km, desde sus nacientes en la Cordillera de Los Andes hasta su junta con el río Choapa, presentando un trazado con una orientación general noreste-suroeste.

El río Illapel, tal como fue señalado anteriormente, nace de la junta del río Negro y estero Cenicero, aproximadamente a los 2.600 msnm y en todo su recorrido recibe los aportes de los ríos Tres Quebradas y Carén en su sección alta, mientras que en la sección media y baja recibe los aportes de la quebrada Potrerillo y estero Auco.

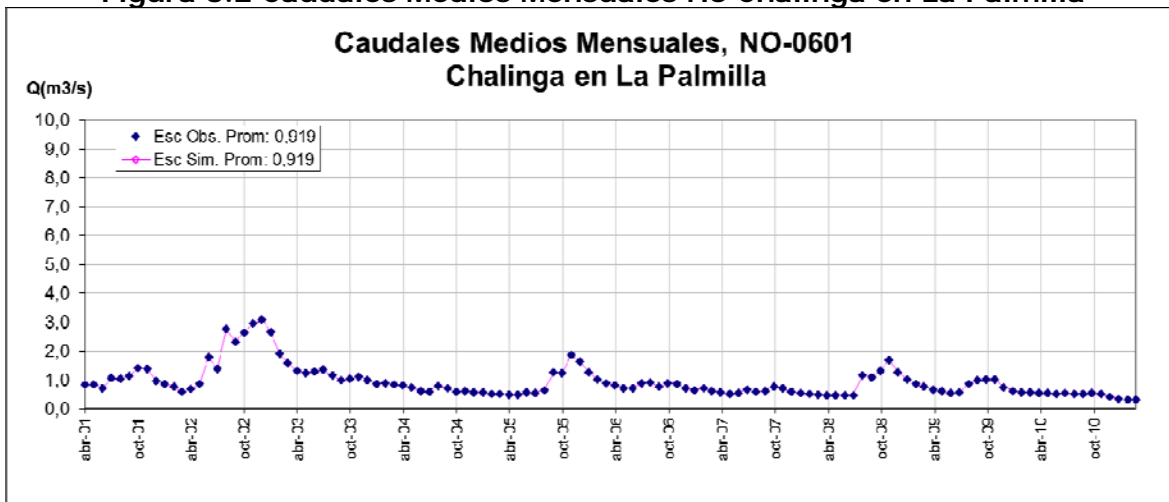
En esta sección se ubica el embalse El Bato, el segundo embalse de importancia de la cuenca del río Choapa.

De acuerdo al estudio Diagnóstico Plan Maestro para la Gestión de Recursos Hídricos, Región de Coquimbo (DGA, 2013) el caudal al 85% para esta cuenca es de 7,1 m<sup>3</sup>/s, que equivale a 224 millones de m<sup>3</sup> al año.

Otro dato relevante de mencionar tiene relación con la distribución de los caudales medios mensuales en distintos puntos de interés de la cuenca, los cuales fueron estimados en la consultoría mencionada anteriormente, para lo cual se analizó un período de 20 años (1991 a 2011).

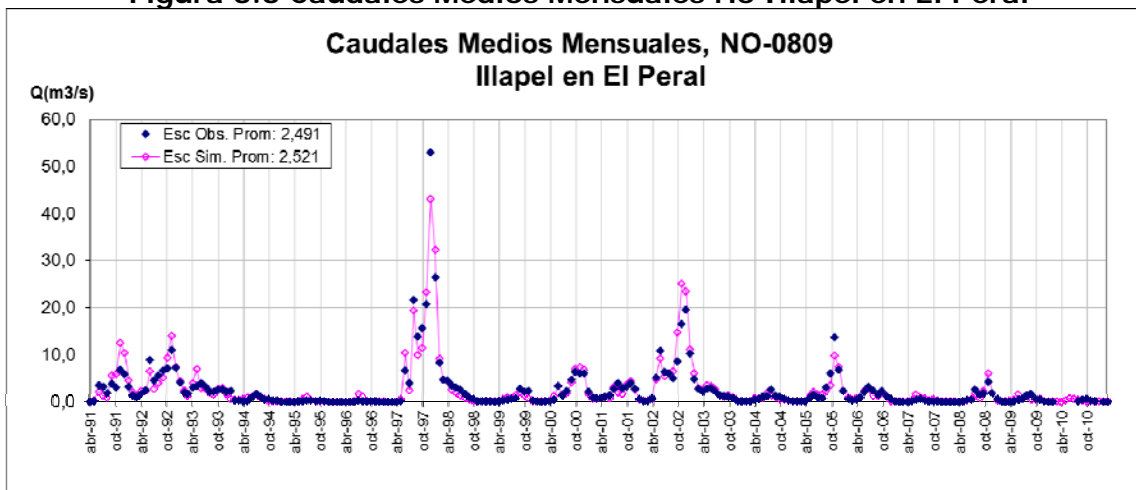
En las siguientes Figuras, se presenta la estimación de los caudales medios mensuales, para el período 1991 a 2011 en los ríos Choapa, Illapel y Chalinga.

**Figura 3.2 Caudales Medios Mensuales río Chalinga en La Palmilla**



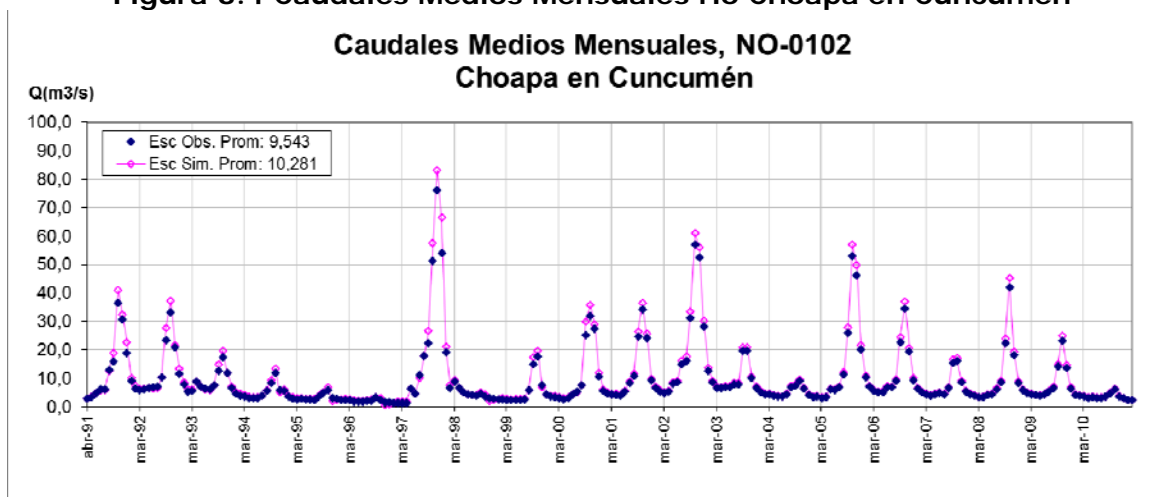
Fuente: Diagnóstico Plan Maestro para la Gestión de Recursos Hídricos, Región de Coquimbo, 2013.

**Figura 3.3 Caudales Medios Mensuales río Illapel en El Peral**



Fuente: Diagnóstico Plan Maestro para la Gestión de Recursos Hídricos, Región de Coquimbo, 2013.

**Figura 3.4 Caudales Medios Mensuales río Choapa en Cuncumén**



Fuente: Diagnóstico Plan Maestro para la Gestión de Recursos Hídricos, Región de Coquimbo, 2013.

Según se observa en las figuras anteriores los caudales medios mensuales observador para los períodos analizados son de 9,5 m<sup>3</sup>/s en el río Choapa, 2,4 m<sup>3</sup>/s en el río Illapel y 0,9 m<sup>3</sup>/s en el río Chalinga.

### 3.2.2 Hidrogeología

A una escala regional, según el Mapa Hidrogeológico de Chile de la DGA, en la cuenca del río Choapa las unidades de mayor importancia hidrogeológica se ubican en torno a los depósitos cuaternarios que se han depositado en los principales valles.

En la parte alta de la cuenca destacan zonas con permeabilidad muy baja debido a la existencia de formaciones rocosas sedimentó - volcánicas del período cretácico - terciario mixto, formadas por coladas, brechas, tobas e ignimbritas con intercambio de lutitas calizas, areniscas y conglomerados.

Las características de baja permeabilidad originan que estas rocas sean basamento de los rellenos acuíferos.

Destacan claramente tres acuíferos uno en dirección NS que escurre hasta la ciudad de Illapel con una profundidad freática de 5 m en las cercanías de Illapel.

En dirección NWW por un lecho de rocas de depósitos no consolidados o rellenos escurre un acuífero paralelo al río Illapel hasta la confluencia con el río Choapa.

En dirección EW escurre un acuífero paralelo al estero Canela por un lecho de rocas sedimento – volcánicas hasta que cambia su rumbo en sentido NS al interceptar rocas plutónicas e hipabisales de la cordillera de la costa hasta llegar a confluir con el acuífero asociado al río Choapa, el cual emerge a la llegada al mar hasta una profundidad de 0,4 m.

De acuerdo al estudio Diagnóstico Plan Maestro para la Gestión de Recursos Hídrico, Región de Coquimbo (DGA, 2013) en la cuenca del río Choapa se reconocen un total de 23 sectores de acuíferos que se desarrollan en torno a sus principales valles.

Las principales características de estos acuíferos se indican en la Tabla 3.1 y a su vez se presentan en la Figura 3.5.

### **3.3 Actividades y Grupos de Interés**

Las actividades y grupos de interés en la Cuenca Piloto del río Choapa, quedan definidas por los distintos usuarios que participan en las demandas de los recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos.

Uno de los principales antecedentes que permiten definir las actividades y grupos de interés de esta cuenca se encuentra disponibles en el estudio Estimaciones de Demanda de Agua y Proyecciones Futuras Zona I Norte: Regiones I a IV (DGA, 2007)

En este estudio se entrega una estimación de la demanda actual y futura de la cuenca del río Choapa, lo que permite conocer la vocación que presenta en términos del uso de los recursos hídricos disponibles.

En la Tabla 3.3 se presenta un resumen de las demandas según uso para los años 2005 y 2015.

Según se observa en la tabla anterior, se constata que la principal demanda está dada por la actividad agrícola, la cual es desarrollada principalmente por pequeños, medianos y grandes productores, y por la actividad minera que está representada principalmente por Minera Los Pelambres.

En lo que respecta a la actividad agrícola, los principales grupos de interés están conformados por las distintas organizaciones de usuarios que operan en la cuenca para la administración de sus recursos hídricos. Según se encuentra descrito más adelante en el punto 3.11 estas organizaciones están conformadas por Juntas de Vigilancia, Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Aguas.

**Tabla 3.2 Caracterización Acuíferos Choapa**

Código	Nombre	Volumen Inicial [m <sup>3</sup> ]	S (°/1)	Espesor de entrada (m)	Espesor de salida (m)	Coef perm entrada [m/mes]	Coef perm salida [m/mes]	Gradiente entrada [°/1]	Gradiente salida [°/1]	Caudal inicial entrada m <sup>3</sup> /s]	Caudal inicial salida [m <sup>3</sup> /s]
AC-01	Río Valle	800000	0,080	20,00	35,00	825,00	825,00	0,039	0,022	0,000	0,020
AC-02	Batuco	8000000	0,080	35,00	100,00	825,00	825,00	0,022	0,021	0,020	0,121
AC-03	Cuncumén	22527730	0,080	100,00	100,00	825,00	825,00	0,021	0,019	0,121	0,210
AC-04	Tranquilla	18895778	0,080	100,00	100,00	825,00	825,00	0,019	0,017	0,210	0,195
AC-05	Coirón	45655626	0,080	100,00	100,00	825,00	825,00	0,017	0,016	0,195	0,068
AC-06	Estero Quelén	6834738	0,080	50,00	100,00	825,00	825,00	0,052	0,016	0,000	0,019
AC-07	Llimpo	10211555	0,080	100,00	100,00	825,00	825,00	0,016	0,013	0,087	0,201
AC-08	Higuerilla Panguecillo	22733999	0,080	100,00	125,00	825,00	825,00	0,013	0,013	0,201	0,170
AC-09	El Queñe	8892134	0,080	125,00	125,00	825,00	825,00	0,013	0,013	0,170	0,213
AC-10	Salamanca	23526222	0,080	125,00	200,00	825,00	645,00	0,013	0,009	0,213	0,096
AC-11	Zapallar	8000000	0,080	30,00	80,00	645,00	645,00	0,041	0,038	0,000	0,341
AC-12	Río Chalinga bajo San Agustín	33993521	0,080	80,00	150,00	645,00	645,00	0,038	0,023	0,341	0,123
AC-13	Río Chalinga sobre Choapa	67006484	0,080	150,00	200,00	645,00	645,00	0,023	0,009	0,123	0,111
AC-14	El Tambo	65000000	0,080	200,00	150,00	645,00	240,00	0,009	0,009	0,207	0,015
AC-15	Estero Camisas	51373730	0,080	150,00	150,00	240,00	240,00	0,012	0,009	0,000	0,011
AC-16	Choapa Limáhuida	60685572	0,080	150,00	100,00	240,00	240,00	0,009	0,007	0,026	0,011
AC-17	Choapa antes Río Illapel	29669983	0,080	100,00	100,00	240,00	240,00	0,007	0,006	0,011	0,002
AC-19	Illapel sobre Carén	768312	0,080	20,00	30,00	150,00	150,00	0,061	0,027	0,000	0,004
AC-21	Illapel sobre Bato	861315	0,080	30,00	30,00	150,00	150,00	0,027	0,019	0,004	0,004
AC-22	Illapel sobre Huintil	3395390	0,080	30,00	45,00	150,00	150,00	0,019	0,017	0,004	0,004
AC-23	Illapel sobre Cárcamo	25000000	0,080	45,00	200,00	150,00	150,00	0,017	0,015	0,004	0,041
AC-24	Illapel sobre Aucó	23000000	0,080	200,00	100,00	150,00	150,00	0,015	0,013	0,041	0,021
AC-25	Ciudad Illapel	28000000	0,080	100,00	50,00	150,00	150,00	0,013	0,012	0,021	0,005
AC-26	El Maitén	2021119	0,080	50,00	75,00	150,00	150,00	0,012	0,007	0,005	0,001
AC-27	Choapa sobre Canela	23680657	0,080	75,00	75,00	150,00	410,96	0,007	0,003	0,001	0,002
AC-28	Huentelauquén	10175811	0,030	75,00	75,00	410,96	410,96	0,003	0,003	0,002	0,022

Fuente: Diagnóstico Plan Maestro para la Gestión de Recursos Hídricos, Región de Coquimbo, 2013.

**Figura 3.5 Sectores de Acuíferos de la Cuenca del río Choapa**



**Tabla 3.3 Resumen de Demandas de Aguas según Uso. Cuenca del río Choapa (m<sup>3</sup>/s)**

Año	Subcuenca	Agropecuario	Agua Potable	Industrial	Minero	Energía	Forestal	Acuícola	Turismo	Receptor Contaminantes	Caudal Ecológico
2005	Choapa Alto y Medio	2,273	0,056	0,000	0,156	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Illapel	1,484	0,047	0,023	0,319	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000
	Choapa Bajo	0,234	0,006	0,000	0,119	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000
	Sub Total	3,991	0,109	0,023	0,594	0,000	0,003	0,000	0,000	0,003	0,000
2015	Choapa Alto y Medio	3,826	0,070	0,000	0,322	0,000	0,004	0,000	0,000	0,025	1,030
	Illapel	1,719	0,053	0,036	0,659	0,000	0,004	0,000	0,000	0,047	0,310
	Choapa Bajo	0,234	0,007	0,000	0,246	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000
	Sub Total	5,779	0,130	0,036	1,227	0,000	0,008	0,000	0,000	0,075	1,340

Fuente: Estimaciones de Demanda de Agua y Proyecciones Futuras Zona I Norte: Regiones I a IV (DGA, 2007)



### **3.4 Actividades Productivas**

Las principales actividades económicas extractivas en la cuenca, son principalmente la actividad minera y la actividad agrícola, siendo la minería la más importante que se desarrolla principalmente en las cercanías de la ciudad de Illapel y Salamanca donde se han identificado numerosas faenas en las cuales los principales minerales extraídos son el cobre y en menor proporción el oro.

La mayor parte de estas faenas mineras, se emplazan próximas al estero Aucó (sector alto) y en la junta del río Illapel con el estero Aucó.

Sin duda la actividad minera de mayor importancia en la cuenca, ha sido la explotación cuprífera de Minera Los Pelambres, con sus instalaciones localizadas en el sector alto de la cuenca específicamente en el sector de nacimiento del río Cuncumén, comuna de Salamanca.

La actividad agrícola de la cuenca se caracteriza principalmente por la presencia de cultivos de rubros extensivos tales como chacras y praderas naturales debido a la baja seguridad de riego de la zona, en especial durante los meses críticos de enero a marzo. Sin embargo, el clima y el suelo permiten el cultivo de rubros agrícolas intensivos y permanentes tales como frutales y viñas (sector alto del cauce principal de la cuenca).

Con respecto a la actividad no extractiva se destaca la actividad de servicio y comercio sobre todo derivado de la actividad minera, sobre todo en las ciudades de Salamanca e Illapel.

### **3.5 Infraestructura de Riego**

La caracterización de la infraestructura de riego de la cuenca del río Choapa se realizó, teniendo como base principal el estudio "Diagnóstico Plan Maestro Para La Gestión de Recursos Hídricos, Región de Coquimbo", realizado por este consultor para el Gobierno Regional de Coquimbo, complementado con la información recabada con las organizaciones de usuarios.

A modo de síntesis en la Figura 3.6 se entrega una representación en planta de la cobertura de la principal infraestructura de riego de la cuenca del río Choapa, donde se distinguen pozos, bocatomas, embalses y canales.

#### **3.5.1 Canales**

La longitud total de canales que forman parte del sistema de riego de la Cuenca del río Choapa presenta una extensión de aproximadamente 1.194,5 km.

De acuerdo a lo señalado en la Tabla 3.4, la red de mayor extensión corresponde a aquellos canales que tienen como fuente a los ríos Choapa e Illapel.

**Figura 3.6 Infraestructura de Riego de la Cuenca Piloto del río Choapa**



**Tabla 3.4 Longitud de Canales – Provincia de Choapa**

Fuente	Longitud (Km)
Estero Camisas	28,8
Estero Canela	21,2
Estero Pupío	54,4
Río Carén	14,5
Río Chalinga	78,8
Río Choapa	487,8
Río Cuncumén	32,7
Río Illapel	221,7
Río Quilimarí	50,5
Quebradas, Esteros, Vertientes y pequeñas fuentes	204,1
Total	1.194,5

Fuente: Diagnóstico Plan Maestro para la Gestión de Recursos Hídricos, Región de Coquimbo, 2013.

## **a) Río Choapa**

### **a.1) Sistema de Canales**

Para distribuir el recurso hídrico, el sistema de canales del río Choapa consta de bocatomas fijas, compuertas metálicas de carga y descarga, con aforadores de escurrimiento crítico y compuertas automáticas con control a distancia. No hay marcos partidores ni otro tipo de dispositivos.

En todos los canales existen aforadores fijos, donde se realiza el control de los niveles del escurrimiento. La operación de las compuertas de entrega y descarga es regulada manualmente, por el celador de río o desde un centro de control en el caso de los canales que poseen compuertas automáticas.

Gracias a la incorporación del embalse Corrales, el funcionamiento de la cuenca y los regantes ha sido mejorado respecto de la situación pre embalse, ya que la cuenca del Choapa no se ha visto menos afectada por la sequía que ha afectado los últimos años al país. La Junta de Vigilancia es la encargada de solicitar a la DOH regular las entregas al canal alimentador del embalse Corrales y las 2 entregas realizadas al río Choapa, a petición de los usuarios.

En los canales principales de distribución, existe una revancha de un 20% respecto al caudal de diseño, por lo que el sistema prácticamente no es flexible para cambios de punto de captación o traslado de derechos, con caudales mayores.

Año a año se realizan las mantenciones respectivas a las compuertas metálicas, por ello se encuentran en buen estado. En épocas de escasez hídrica se realizan dragados dentro de las labores de mantención de bocatomas. Los costos de mantención de compuertas en las bocatomas, corre por parte de la Junta de Vigilancia.

## **b) Río Illapel**

### **b.1) Sistema de Canales**

El control de entrega a los canales es realizado mediante compuertas, no existen marcos partidores. En gran parte del río existen dispositivos que controlan la entrega de agua a los asociados, desde que entró en funcionamiento el Canal Matriz Nueva Cocinera, el cual está a mayor cota que el Canal Cocinera.

La repartición de aguas es entregada por la Junta de Vigilancia a los usuarios, es mediante la relación de acciones y el caudal expresado en litros por segundo. Sólo el Canal Cuz Cuz tiene la relación 1 Acción es igual a 7 litros por segundo, mientras que los demás canales utilizan la relación 1 acción es igual 1 litro por segundo.

Existen muchos tranques acumuladores de funcionamiento nocturno, la mayoría ubicado en las parcelas. La mayoría de estos tranques se encuentran en buen estado, pues su construcción se ha realizado en los últimos años.

- **Canal Nueva Cocinera**

El canal Nueva Cocinera, tiene un desarrollo de 25,1 km. Se inicia aguas arriba de la actual toma del canal Cocinera (antiguo) y se desarrolla en forma paralela a éste hasta aproximadamente en la Quebrada Los lavaderos, frente a la ciudad de Illapel. Sus aguas son captadas en una bocatoma rústica diseñada para un caudal de  $Q=2,90 \text{ m}^3/\text{s}$  beneficia una superficie total de 3452 ha.

A lo largo del canal se distinguen cuatro tramos, todos revestidos en hormigón con espesor de 0,07 m en taludes. Los caudales considerados en cada tramo son:

- Tramo 1: entre km. 0.000 al 1.380,5 = 2,90  $\text{m}^3/\text{s}$
- Tramo 2: entre km. 1.380,5 al km. 10.710 = 2,75  $\text{m}^3/\text{s}$
- Tramo 3: entre km. 10.710 km. 17.902 = 2,00  $\text{m}^3/\text{s}$
- Tramo 4: entre km. 17.902 al km. 25.109 = 1,45  $\text{m}^3/\text{s}$

Las superficies de riego se diferencian entre aquellas correspondientes a la segunda sección y la tercera sección del río Illapel. La tercera sección se ha visto beneficiada gracias a las mejoras de los canales Bellavista y Cuz-Cuz.

Las entregas del canal son realizadas hacia el sector Huintil Norte, y a todos los regantes del canal Cocinera, así como también al sistema de canales ubicados en la segunda sección del río Illapel, los cuales se desarrollan por ambas riberas del río Illapel, a una cota menor.

Los canales abastecidos son los siguientes:

Ribera izquierda del Río:

- Canal Camarote
- Canal Escorial

- Canal La Higuera
- Canal Molino de Cárcamo
- Canal Hospital

Ribera derecha del Río:

- Canal Plantación
- Canal Santa Olga
- Canal Los Pelados
- Canal San Isidro
- Canal El Silo
- Canal San Patricio
- Canal Potrero Nuevo
- Canal Población Los Guindos

### c) **Río Chalinga**

#### c.1) **Sistema de Canales**

El sistema de riego del valle del río Chalinga está compuesto por canales que captan los recursos directamente desde el río y sus afluentes principales, como son las quebradas de Manquehue, Cunlagua y Las Jarillas. En general se puede indicar que los canales de este sistema de riego son de pequeño tamaño ya que ninguno alcanza un caudal de 500 l/s y sólo cinco sobrepasan los 200 l/s. Desde el río Chalinga se derivan alrededor de 22 canales que riegan alrededor de 1494,8 hectáreas, distribuidas entre 985 usuarios. Los canales que se destacan son: El Palquial o Molino de San Agustín y Maravillal, ubicados en la primera sección. En la segunda sección se desprenden otros seis denominados Cunlagua, Chañar, Huanque, Chalinga o Cancha Brava, El Tebal y Las Chilcas. El trayecto de la mayoría de los canales se desarrolla en las laderas de los cerros y en parte del valle del río Chalinga.

#### **3.5.2 Pozos**

De acuerdo a la información obtenida en el Catastro Público de Aguas, de la Dirección General de Aguas. En la cuenca del río Choapa se identificaron un total de 833 derechos de agua subterráneas, de los cuales 807 derechos poseen coordenadas de su punto de captación, mientras que 26 solo poseen ubicación geográfica

Los derechos solicitados se encuentran ligados a pozos, norias, drenes, punteras y socavones. Siendo utilizado para distintos fines entre los que destacan:

- Riego
- Minería
- Industria
- AP y APR

Los pozos correspondientes a los derechos de uso minero no se encuentran inscritos en registro alguno. En general los pozos tienen propietarios independientes.

Mayores detalles respecto de las características de estos pozos se encuentran en Anexo 8.

### 3.5.3 Embalses Mayores

En la cuenca del río Choapa existen dos embalses mayores: Corrales y El Bato.

#### a) Embalse Corrales

El embalse Corrales se localiza en la provincia del Choapa, comuna de Salamanca.

Posee capacidad para almacenar 50 Hm<sup>3</sup> e inunda una superficie de 270 há en la subcuenca del estero el Durazno.

Su objetivo es incrementar en un 35% la seguridad de riego actual para una superficie de 10.872 ha de terrenos agrícolas de la cuenca del río Choapa, beneficiando a 2.827 usuarios aproximadamente en donde la mayoría de ellos son productores agrícolas.

El llenado de este embalse se produce por las aguas lluvias en época de invierno, de forma natural a través de los esteros Camisas y El Durazno, mediante la red del canal alimentador que se capta del río Choapa por la bocatoma ubicada en Coirón. Fue construido entre los años 1996 y 1998.

La presa del embalse es del tipo CFRD, posee 70 m. de altura a partir del lecho del estero Camisas y está formado por gravas de los depósitos existentes en distintos sectores de la caja del estero. Sobre el talud aguas arriba, lleva colocada una pantalla de hormigón de espesor variable empotrada en roca basal en el fondo de la presa, la que actúa como elemento impermeable.

El aliviadero de crecidas se ubica en el estribo derecho del muro. Está formado por un vertedero frontal de hormigón de 40 m. de ancho, tipo Creager, al que le sigue un rápido de descarga de 60 m. de longitud, que termina con un salto de esquí. Aguas abajo, un canal de 40 m. de ancho restituye el agua al estero Camisas aproximadamente 300 metros aguas abajo del muro.

Como se mencionó anteriormente la mayor parte de los recursos hídricos son entregados al embalse desde el río Choapa a través del canal alimentador.

La bocatoma del canal alimentador del embalse, se denomina Coirón, y se encuentra ubicada en la ribera izquierda del río Choapa a 15 km al noreste del embalse Corrales captando el agua desde éste, para conducirla a través del canal Alimentador, cuya longitud es de 15,5 km y una capacidad hidráulica de 3,5 m<sup>3</sup>/s, hasta la desembocadura del estero El Durazno.

La bocatoma Coirón tiene un sistema de peraltamiento de aguas de goma inflable de 57 m de longitud por 3,2 m de alto denominado Rubber Dam. Además cuenta con un sistema de control y accionamiento eléctrico, válvulas de descarga y emergencia, además de compuertas electromecánicas de desrripiado, de regulación.

El canal Alimentador ingresa por el Túnel Quelén de 856 metros de longitud y atraviesa la hoya del estero del mismo nombre a través de un sifón, continuando así su desarrollo por la ladera izquierda del valle hasta el kilómetro 15,3, lugar donde el canal mediante un segundo túnel denominado El Durazno, atraviesa el cordón de cerros que separa los esteros Quelén y Camisas.

La obra de desviación, consiste en un túnel en sección de arco medio, excavado en el estribo derecho de la presa con 363 m de longitud, que cuenta con un muro de ataguía de núcleo impermeable de 4 metros de altura. En el túnel de desviación se dispone de un caverna de 7,7 metros de ancho por 28 m de largo, donde nace una tubería de acero de 1,2 m de diámetro de 58,5 m de longitud hasta la casa de válvulas en el exterior del túnel.

La sala de válvulas, consta de dos tuberías de 0.9 metros de diámetro, en las cuales se disponen válvulas de guardia y Howell Bunger. Aguas abajo las aguas son conducidas a través del canal matriz. Este canal tiene una capacidad de 5 m<sup>3</sup>/s, devuelve las aguas del embalse hacia el río Choapa. Su trazado se realiza básicamente por la ladera norte del estero Camisas hasta el kilómetro 13,64. En este punto a través de un túnel de 2,89 km de largo, llamado Los Maquis, cruza hasta el Valle del Choapa.

El canal Panguecillo (Canal Matriz II) es la continuación del canal matriz a la salida del túnel Los Maquis. Este canal está totalmente revestido desde su inicio, a la salida del túnel Los Maquis, hasta el Km 0,7, punto donde entrega 4,1 m<sup>3</sup>/s a la quebrada Los Veneros, la que conduce las aguas al río Choapa. La otra entrega avanza hacia la cordillera hasta llegar a la localidad de Panguecillo, entregando un gasto de 0,9 m<sup>3</sup>/s al Río Choapa.

Las principales características técnicas de este embalse se detallan a continuación:

- Regulación: Multianual
- Superficie embalse: 270 Ha
- Capacidad embalse: 50 Hm<sup>3</sup>
- Tipo de presa: CFRD
- Ancho coronamiento: 12 metros.
- Longitud coronamiento: 332 m
- Altura muro: 70 m
- Aliviadero: Vertedero frontal tipo Creager, 40 m de ancho.
- Rápido de descarga: Tipo Salto de Ski, 60 metros de largo

#### **b) Embalse El Bato (Embalse Illapel)**

El embalse El Bato, inaugurado en marzo del 2012, se encuentra emplazado en el valle del río Illapel, a unos 32 km al nororiente de la ciudad de Illapel, junto al camino D-805 (Huintil-Sta. Virginia), en el sector denominado El Bato.

El coronamiento de se ubica 903 msnm, permitiendo almacenar 25,5 millones de metros cúbicos (25,5 Hm<sup>3</sup>). El emplazamiento del área del proyecto comprende una superficie total de unas 160 ha, considerando el área de inundación, expropiación y obras anexas. La zona de inundación alcanza una superficie estimada de 120 ha

El muro o presa conforma una estructura piramidal con una base de 200 m aproximadamente, conformada por gravas compactadas permeables, es del tipo C.F.R.D. (Concrete FACE Rockfill Dam) sobre la base de enrocados y gravas permeables. Los taludes aguas arriba son 1.5:1 (h:v), y con talud de aguas abajo 1.6:1 (h:v), longitud de coronamiento de 580 m aproximadamente, 10 m de ancho, y 60 metros de altura.



En su paramento de aguas arriba la presa es impermeabilizada por una pantalla de hormigón y una pared moldeada de hormigón, con una profundidad de 50 m.

El túnel de desvío permite entregar el agua y desagüe de fondo, mediante válvulas que permiten controlar la entrega al canal matriz. La capacidad de conducción del túnel de desviación alcanza un caudal de 40 m<sup>3</sup>/s correspondiente a un período de retorno de 20 años. El túnel posee un radio interno de 1,5 m, pendiente de 2% y una longitud de 330 m.

El desagüe de fondo permite el total vaciamiento de las aguas embalsadas, frente a situaciones eventuales que exijan esta acción.

La obra de entrega del embalse considera la entrega directamente de las aguas embalsadas y las accionadas no contratadas, directamente al río Illapel.

La obra que toma y entrega el agua almacenada del embalse, está compuesta por una obra de entrada (ubicada en el interior del embalse) a una cota mínima de 825 msnm., un túnel de desvío de aproximadamente 55 m. de extensión y de sección en herradura de 1,5 metros de radio, una caverna de válvulas de 3,8 m. de longitud, seguida por un túnel de desvío de aproximadamente 14 metros de longitud (de igual sección al interior), una obra de salida a la cota 844,78 msnm, seguida de un canal de aproximadamente 103 m. de largo, un dissipador de energía (mediante un resalto hidráulico de 22 m de largo) y finalmente un canal de restitución de aguas al río Illapel.

El vertedero tiene 50 m de longitud y permite evacuar, por rebase, las aguas en exceso que se puedan producir en un evento de crecida milenaria (QMI) cuyo caudal es de 450 m<sup>3</sup>/s. El rápido de descarga tiene una longitud de 220 m. y permite conducir el caudal vertido hacia el lecho del río.

En resumen las principales características de este embalse son:

- Regulación: Multianual
- Superficie embalse: 120 ha
- Capacidad embalse: 25,5 Hm<sup>3</sup>
- Tipo de presa: CFRD
- Ancho coronamiento: 10 metros.
- Longitud coronamiento: 580 m
- Altura muro: 60 m
- Aliviadero: Vertedero frontal tipo Creager, 50 m de ancho.
- Rápido de descarga: Tipo Salto de Ski, 220 metros de largo

### **3.6 Programas de Agua Potable Rural (APR)**

De acuerdo al Programa de Agua Potable Rural (APR) de la Dirección de Obras Hidráulicas, en la Región de Coquimbo existen 181 sistemas (al año 2102) distribuidos en toda la región concentrándose mayoritariamente en los valles, interiores y quebradas de los principales ríos de la región.

La principal función de los sistemas APR es abastecer de agua potable a las distintas localidades rurales. Los sistemas comprenden las obras de captación, conducción,

almacenamiento, desinfección y distribución, con sus respectivas conexiones domiciliarias y medidores.

Los sistemas APR poseen autonomía, y se rigen por los mismos comités y cooperativas, a los cuales se les otorga ayuda y capacitación en la primera fase del proyecto. El agua es cobrada por el comité y no por la empresa sanitaria de la región.

En relación a la cuenca del río Choapa, esta posee 40 sistemas de agua potable rural que son los que corresponden a la Provincia del Choapa, tal como se indica en la siguiente Tabla 3.5.

**Tabla 3.5 Distribución de Sistemas APR a nivel de Subcuencas**

Subcuenca	Nº de Sistemas APR	Población Beneficiaria
Río Choapa Alto	2	1.788
Río Choapa Medio	25	19.096
Río Choapa Bajo	7	2.408
Río Illapel	6	2.340
Total	40	25.632

Fuente: Elaboración propia.

El detalle de los sistemas APR se presenta en Anexo 2.

En la Figura 3.7 se presenta la distribución de los sistemas APR a nivel de la cuenca piloto.

Por lo general cada localidad posee una captación de agua, aunque existen localidades que requieren más de una, debido al aumento de población abastecida o por una menor oferta en la fuente.

Las principales captaciones de agua presentes en los sistemas APR son: pozos, norias, captaciones superficiales y aducciones.

Las primeras dos son las más comunes, mientras que las captaciones superficiales son las menores.

Las aducciones hacen referencia al Artículo 52 bis Prestaciones en el ámbito rural. Este artículo, permite en forma excepcional a las concesionarias de servicios públicos sanitarios suministrar prestaciones a las localidades rurales, permitiendo a éstas unirse a la red pública de agua potable, pero sin ser regidas por las prestaciones ni normativas de los servicios públicos sanitarios, y conservando su calidad de comité o cooperativa.

### **3.7 Estaciones Hidrometeorológicas**

En la cuenca del río Choapa a la fecha, existe una importante red de estaciones hidrometeorológicas pertenecientes a la DGA-MOP, conformada por un total de 71 estaciones.

Esta red se encuentra integrada por estaciones fluviométricas, meteorológicas, de calidad química, sedimentométricas y de niveles de pozos.

En la Tabla 3.6 se presenta un resumen con la distribución de las estaciones hidrometeorológicas existentes en la cuenca con indicación si ellas se encuentran vigentes o suspendidas.

**Tabla 3.6 Resumen de Estaciones Hidrometeorológicas en la Cuenca del río Choapa**

Tipo de Estación	Cantidad		
	Vigente	Suspendida	Total
Fluviométricas	12	10	22
Meteorológicas	13	5	18
Calidad Química	13	7	20
Sedimentométricas	3	1	4
Niveles de Pozos	4	3	7
Niveles Lagos y Embalses	0	0	0
Control de Lagos	0	0	0
Total	45	26	71

Fuente: Elaboración propia.

Según se observa en la Tabla anterior del total estaciones solo 45 se encuentran vigentes, las cuales se representan en la Figura 3.8.

Uno de los aspectos relevantes respecto de la cobertura de la red hidrometeorológica vigente, tiene relación con la posibilidad de poder utilizar sus registros para controlar las extracciones que hacen uso los titulares de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas y superficiales.

En primer lugar, se debe señalar que de toda la cobertura y tipo de estaciones que administra la DGA en la cuenca del río Choapa, resultan de interés para el control de extracciones los registros de estaciones fluviométricas y de niveles de pozos que se encuentran vigentes.

En el caso de las estaciones fluviométricas el número de estaciones asciende a 12, mientras que las de niveles de pozos solo son 4.

Del total de estaciones fluviométricas vigentes, tan solo dos se ubican en canales, por lo que sus registros podrían ser incorporadas para el control de extracciones

En la Figura 3.9 se entrega una representación de las estaciones vigentes que podrían ser utilizadas para el control de extracciones de aguas superficiales y subterráneas.

### 3.8 Programas de Control de Extracciones

A partir del año 2009 la DGA-MOP con el propósito de controlar las extracciones que hacen uso los titulares de derechos de aguas superficiales y subterráneas implementó un Programa de Control de Extracciones, a través de la cual se ordenaron en distintas

regiones del país la instalación de sistemas de medición de caudales extraídos los cuales deberían ser aprobados por la respectivas Direcciones Regionales.

En el caso de la Región de Coquimbo, donde se emplaza la cuenca del río Choapa, a través de la Resolución DGA. Región de Coquimbo N° 1140 (Exenta), de fecha 26 de septiembre de 2011 se ordenó a titulares de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas la instalación de dispositivos que permitan controlar las extracciones que realizan.

En total a nivel regional se ordenó en forma masiva presentar 211 proyectos de Control de Extracciones, de los cuales 116 si presentaron proyecto y 95 no presentaron (Anexo 3).

A esta resolución masiva se le suman otras resoluciones que ordenan presentación de proyectos de control de extracciones en donde existen 35 documentos que corresponden a resoluciones del tipo VPC, 7 documentos que corresponde a ND, y 1 documento que corresponde a VF.

De este total solamente 13 derechos se ubican en la cuenca del río Choapa, tal como se indica en la Tabla 3.7.

### **3.9 Restricciones a Los Derechos de Aguas**

Se realizó un análisis respecto de las zonas de restricción vigentes a los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneas.

Se incluyen como parte de este análisis las zonas de restricción, prohibición y decretos de escasez que han sido definidos por la DGA.

Antecedentes de detalle respecto de estas restricciones se informan en Anexo 4.

#### **3.9.1 Zonas de Restricción**

En la cuenca del río Choapa mediante Resolución DGA N° 113 de fecha 02 de julio 2009, se ha declarado a gran parte de su territorio como área de restricción para nuevas extracciones de aguas subterráneas.

Esta área de restricción comprende una superficie de aproximadamente 2.027 km<sup>2</sup>, involucrando a los sectores hidrogeológicos de aprovechamiento común del Valle del río Choapa correspondientes a Choapa Alto, Chalinga, Illapel y Canela, provincia de Choapa, Región de Coquimbo.

En la Figura 3.10 se entrega una representación de la cobertura de esta área de restricción en la cuenca del río Choapa.

**Figura 3.7 Cobertura del Programa APR de la Cuenca del río Choapa**



**Figura 3.8 Estaciones Hidrometeorológicas de la Cuenca del río Choapa**





**Figura 3.9 Estaciones Fluviométricas y de Niveles Vigentes de la Cuenca del río Choapa**

**3.10**

**Tabla 3.7 Derechos de Aprovechamiento con Resolución de Control de Extracción en la Cuenca del río Choapa**

Expediente	ID CE	Nombre o Razón Social	Acto Constitutivo					Características del Derecho			Código de Expediente CE
			N° Res	Fecha Res	Fecha Toma Razón	Caudal anual Promedio (l/s)	Unidad de Caudal	Naturaleza del Agua	Tipo Derecho	Ejercicio	
ND-0403-123	148	MINERA LOS PELAMBRES	171	23-03-2001	04-04-2001	94,0000	l/s	SUBTERRÁNEA	CONSUNTIVO	PERMANENTE Y CONTINUO	CE-0403-6
ND-0403-124	149	MINERA LOS PELAMBRES	177	23-03-2001	17-04-2001	39,0000	l/s	SUBTERRÁNEA	CONSUNTIVO	PERMANENTE Y CONTINUO	CE-0403-07
ND-0403-186	133	JOSE DE PRADA JAMBRINO	214	18-03-2002	26-03-2002	45,0000	l/s	SUBTERRÁNEA	CONSUNTIVO	PERMANENTE Y CONTINUO	CE-0403-17
ND-0403-247	32	ALEJANDRA MAGGIOLO GARCIA	20	19-08-2009	31-08-2009	3,2000	l/s	SUBTERRÁNEA	CONSUNTIVO	PERMANENTE Y CONTINUO	CE-0403-02
ND-0403-247	32	ALEJANDRA MAGGIOLO GARCIA	20	19-08-2009	31-08-2009	30,0000	l/s	SUBTERRÁNEA	CONSUNTIVO	PERMANENTE Y CONTINUO	CE-0403-02
ND-0403-800012	157	MINERA LOS PELAMBRES	154 VTA.   135	04-10-1996		55,0000	l/s	SUBTERRÁNEA	CONSUNTIVO	PERMANENTE Y CONTINUO	CE-0403-8
ND-0403-800013	151	MINERA LOS PELAMBRES	154 VTA.   135	04-10-1996		85,0000	l/s	SUBTERRÁNEA	CONSUNTIVO	PERMANENTE Y CONTINUO	CE-0403-9
ND-0403-800014	156	MINERA LOS PELAMBRES	154 VTA.   135	04-10-1996		40,0000	l/s	SUBTERRÁNEA	CONSUNTIVO	PERMANENTE Y CONTINUO	CE-0403-10
ND-0403-800015	153	MINERA LOS PELAMBRES	154 VTA.   135	04-10-1996		75,0000	l/s	SUBTERRÁNEA	CONSUNTIVO	PERMANENTE Y CONTINUO	CE-0403-11
ND-0403-800016	152	MINERA LOS PELAMBRES	154 VTA.   135	04-10-1996		80,0000	l/s	SUBTERRÁNEA	CONSUNTIVO	PERMANENTE Y CONTINUO	CE-0403-12
ND-0403-800017	150	MINERA LOS PELAMBRES	154 VTA.   135	04-10-1996		100,0000	l/s	SUBTERRÁNEA	CONSUNTIVO	PERMANENTE Y CONTINUO	CE-0403-13
ND-0403-800018	154	MINERA LOS PELAMBRES	154 VTA.   135	04-10-1996		65,0000	l/s	SUBTERRÁNEA	CONSUNTIVO	PERMANENTE Y CONTINUO	CE-0403-14
ND-0403-800019	155	MINERA LOS PELAMBRES	154 VTA.   135	04-10-1996		60,0000	l/s	SUBTERRÁNEA	CONSUNTIVO	PERMANENTE Y CONTINUO	CE-0403-15

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 3.10 Zonas de Restricción de la Cuenca Piloto del río Choapa**



### **3.10.1 Zonas de Prohibición**

En la cuenca del río Choapa y en la región de Coquimbo a la fecha, no existen zonas declaradas de prohibición para nuevas explotaciones de aguas subterráneas.

### **3.10.2 Declaración de Agotamiento**

Mediante la resolución Exenta D.G.A. N° 1432 de fechas 08 de octubre año 2004, la cuenca del río Choapa y sus afluentes fue declarada agotada para los efectos de la concesión de nuevos derechos de aprovechamiento consuntivos permanentes.

Lo anterior quedó respaldado en los estudios técnicos desarrollado por la DGA, que concluyeron que en esta cuenca no existen recursos para constituir nuevos derechos de aprovechamientos de aguas superficiales del tipo consuntivo y ejercicio permanente.

Lo anterior se traduce en prohibición de conceder nuevos derechos en la totalidad del territorio comprendido por la cuenca del río Choapa y de sus Afluentes.

En la Figura 3.11, se entrega una representación de la cobertura de la Zona de Agotamiento declarada en la Cuenca piloto del río Choapa.

### **3.10.3 Decretos de Escasez**

A través del Decreto M.O.P N° 180 de fecha 11 de mayo año 2016, fue declarada la totalidad del territorio de la cuenca piloto del río Choapa como Zona de Escasez Hídrica en atención a la extraordinaria y sostenida sequía que ha afectado a la región.

Cabe señalar que la presente declaración tiene un período de vigencia de 6 meses no prorrogables a partir de la fecha del presente decreto.

En consecuencia bajo este decreto las provincias de Choapa, y Limarí, y las comunas de La Serena, Coquimbo, La Higuera, Paihuano y Vicuña, están decretadas como Zonas de Escasez, tal como se observa en la Figura 3.12.

## **3.11 Caudales No Extractivos**

Los caudales no extractivos en la Cuenca del río Choapa han sido caracterizados a partir de los caudales ecológicos, los cuales son definidos al momento de la constitución de algunos derechos de aprovechamientos de aguas superficiales por parte de la DGA.

El caudal ecológico se define como el caudal mínimo necesario para asegurar la supervivencia de un ecosistema acuático preestablecido

La identificación y caracterización de los caudales ecológicos en la Cuenca del río Choapa, se realizó a partir de los registros disponibles en el sistema Catastro Público de Aguas (CPA) de la DGA.

De acuerdo al análisis realizado, se constata que en la cuenca del río Choapa existe un total de 33 derechos de aprovechamientos de aguas superficiales en los cuales se ha determinado un caudal ecológico. De este total 12 corresponden a derechos consuntivos y los restantes a no consuntivos.

**Tabla 3.8 Resumen de Caudales Ecológicos según Tipo y Ejercicio del Derecho**

Tipo	Ejercicio	Q Ecológico (l/s)
Consuntivo	Permanente y Continuo	10,50
	Eventual y Continuo	2.114,00
	Eventual y Discontinuo	44,17
No Consuntivo	Permanente y Continuo	2.871,42
	Permanente y Discontinuo	0,27
	Eventual y Continuo	2.379,75
	Eventual y Discontinuo	806,93

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo como base la información anterior del Anexo 5 se entrega una representación espacial de los caudales ecológicos que se han definido en la cuenca del río Choapa en la Figura 3.13.

### 3.12 Organizaciones de Usuarios

El catastro de organizaciones de usuarios de la cuenca del río Choapa se realizó teniendo como base el Registro Público de Organizaciones de Usuarios del Catastro Público de Aguas (CPA), en el estudio "Diagnóstico Plan Maestro Para la Gestión de Recursos Hídricos, Región de Coquimbo" (DGA, 2014).

Para ello se generó un listado con la información de las organizaciones de usuarios, más relevante como identificación de número y nombre de canales que están bajo la jurisdicción de las juntas de vigilancia, complementado con entrevistas personales a las organizaciones.

Al respecto cabe señalar que las organizaciones de usuarios se definen como aquellas entidades con o sin personalidad jurídica reglamentadas en el Código de Aguas, y que tienen por objeto, fundamentalmente administrar las fuentes de agua y las obras a través de las cuales estas son extraídas, captadas y/o conducidas distribuir las aguas entre sus miembros y resolver conflictos entre estos, entre sí o entre estos y la organización.

Sus principales funciones son:

- Administrar los cauces naturales o artificiales, en casos de aguas superficiales, o la napa, en caso de aguas subterráneas, sobre los cuales ejerce jurisdicción.
- Distribuir las aguas entre los miembros de la respectiva organización, esto es, entregar agua a cada miembro de la respectiva organización, de acuerdo con lo que dicen los títulos de los derechos de aprovechamiento de cada uno de ellos.

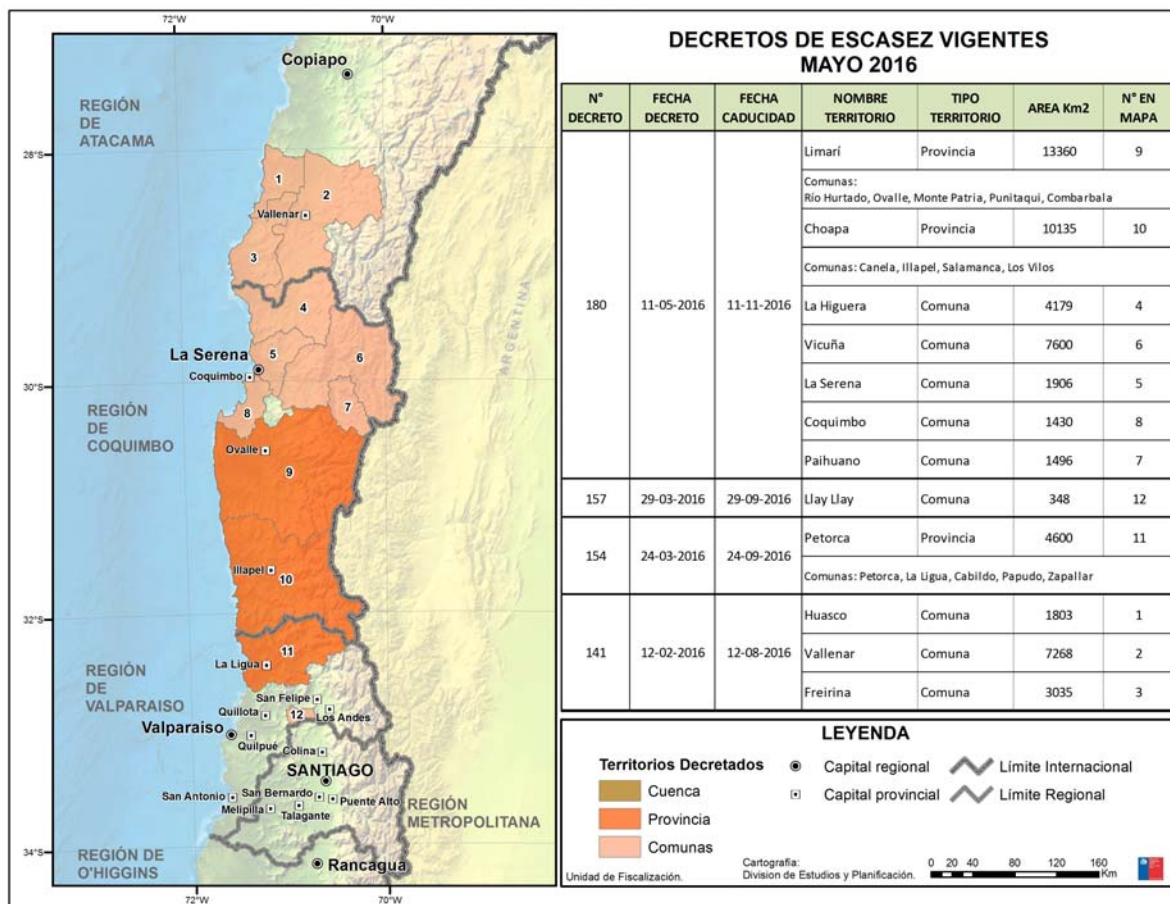
Resolver los conflictos que pueden suscitarse entre distintos miembros de la respectiva organización o entre ésta y algún miembro, relativas a la repartición de aguas o ejercicio de los derechos que tengan como integrantes de la organización.



**Figura 3.11 Zonas de Agotamiento de la Cuenca Piloto del río Choapa**



**Figura 3.12 Zonas de Escasez de la Cuenca Piloto del río Choapa**



Fuente: DGA, 2016

A nivel de la cuenca del río Choapa se reconocen las siguientes organizaciones de usuarios de aguas superficiales: Juntas de Vigilancia, Asociación de Canalistas y Comunidades de Agua.

Al respecto cabe precisar que actualmente en la cuenca del río Choapa no existen organizaciones de aguas subterráneas constituidas.

A la fecha se están realizando la conformación de la Comunidad de Aguas Subterráneas de Illapel, según informó la Junta de Vigilancia.

### a) Juntas de Vigilancia

Las Juntas de Vigilancia se definen como aquellas personas jurídicas de derecho privado, aprobadas por el Presidente de la República, destinadas a administrar y distribuir las aguas a que tienen derecho sus miembros en los cauces naturales, explotar y conservar las obras de aprovechamiento común y realizar los demás fines que les encomiende la ley.

En la cuenca del río Choapa existen 3 Juntas de Vigilancia aprobadas, según el Registro Público de Organizaciones de Usuarios de la DGA.

Estas organizaciones son las Juntas de Vigilancia del río Choapa y sus afluentes, del río Chalinga y sus afluentes y del río Illapel y sus afluentes.

Las principales características de estas organizaciones se indican en la siguiente Tabla.

**Tabla 3.9 Juntas de Vigilancia de la Cuenca del río Choapa**

Código Expediente	Nombre Organización	N° Resolución DGA	Fecha DGA	N° Registro	Naturaleza	Tipo Derecho	Acción Fuente	N° Canales
NJ-0403-1/1	JUNTA DE VIGILANCIA DEL RIO CHALINGA Y SUS AFLUENTES	1574	18-07-1995	7	Superficial y corriente	Consuntivo	2.517,50	52
NJ-0403-2/1	JUNTA DE VIGILANCIA RIO CHOAPA Y SUS AFLUENTES	650	08-03-1996	8	Superficial y corriente	Consuntivo	18.000,84	97
NJ-0403-3/1	JUNTA DE VIGILANCIA DEL RIO ILLAPEL Y SUS AFLUENTES	651	08-03-1996	9	Superficial y corriente	Consuntivo	4.329,97	62

Fuente: Elaboración propia

#### **b) Asociación de Canalistas**

La misión de una Asociación de Canalistas es distribuir adecuadamente las aguas del canal u obra, mantener y administrar la infraestructura de distribución, para lo cual está facultada para cobrar una cuota a sus socios. Cabe destacar que a las asociaciones de canalistas también le son aplicables las normas legales referidas para el caso de las comunidades de agua.

Se puede conformar cuando dos o más personas naturales o jurídicas que poseen derechos de aprovechamiento de agua de un mismo canal o embalse, o usan en común la misma obra de captación de aguas subterráneas.

En la cuenca del río Choapa existe un total de 17 Asociaciones de Canalistas, las cuales se encuentran adscritas a las Juntas de Vigilancia mencionadas anteriormente.

En la Tabla 3.10 se presenta el detalle de las Asociaciones de Canalistas catastradas.

#### **c) Comunidades de Agua**

Las comunidades de aguas de acuerdo al Código de Aguas vigente, señala: Si dos o más personas tienen derechos de aprovechamiento en las aguas de un mismo canal o embalse, o usan en común la misma obra de captación de aguas subterráneas, podrán reglamentar la comunidad que existe y como consecuencia de este hecho constituirse en asociación de canalistas o en cualquier tipo de sociedad con el objeto de tomar las aguas del canal 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.

En la Tabla 3.11 se entrega un resumen de la cantidad de comunidades que existen en la cuenca del Choapa.

**Figura 3.13 Caudales Ecológicos de la Cuenca Piloto del río Choapa**



**Tabla 3.10 Asociaciones de Canalistas de la Cuenca del río Choapa**

Cód. Exped./Sol.	Nombre Organización	N° Resolución DGA	Fecha DGA	N° Registro	Naturaleza	Tipo Derecho	Fuente	Ejercicio del Derecho	Caudal (l/s)
NA-0403-1/1	CANAL DEL TRANQUE CULIMO	735	21-03-1996	32	Superficial y corriente	Consuntivo	Tranque Culimo	Permanente y Continuo	
NA-0403-11/1	EL BAJO	1128	17-08-2005	132	Superficial y corriente	Consuntivo	Río Illapel	Permanente y Continuo	5,84
NA-0403-12/1	SANTA MARGOT	1719	21-11-2005	141	Superficial y corriente	Consuntivo	Río Illapel	Permanente y Continuo	39,03
NA-0403-13/1	SANTA MARGARITA	21	05-01-2007	155	Superficial y corriente	Consuntivo	Río Illapel	Permanente y Continuo	62,73
NA-0403-15/1	SAN JORGE	1716	21-11-2005	139	Superficial y corriente	Consuntivo	Río Illapel	Permanente y Continuo	9,77
NA-0403-19/1	PLANTACIÓN	1720	21-11-2005	142	Superficial y corriente	Consuntivo	Río Illapel	Permanente y Continuo	42,31
NA-0403-20/1	SANTA OLGA	16	05-01-2007	150	Superficial y corriente	Consuntivo	Río Illapel	Permanente y Continuo	32,39
NA-0403-22/1	SAN ISIDRO	19	05-01-2007	153	Superficial y corriente	Consuntivo	Río Illapel	Permanente y Continuo	4.259,00
NA-0403-26/1	SAN ARTURO	18	06-01-2007	152	Superficial y corriente	Consuntivo	Río Illapel	Permanente y Continuo	30,93
NA-0403-29/1	LAS BURRAS ALTAS	1713	21-11-2005	137	Superficial y corriente	Consuntivo	Río Illapel	Permanente y Continuo	17,50
NA-0403-3/1	CANAL ILLAPEL	61	20-01-2006	-	Superficial y corriente	-	Río Illapel		
NA-0403-30/1	LAS BURRAS BAJAS	20	05-01-2007	154	Superficial y corriente	Consuntivo	Río Illapel	Permanente y Continuo	28,00
NA-0403-5/1	LAS JUNTAS	1715	21-11-2005	138	Superficial y corriente	Consuntivo	Río Illapel	Permanente y Continuo	15,76
NA-0403-6/1	LAS SALINAS	1711	21-11-2005	136	Superficial y corriente	Consuntivo	Río Illapel	Permanente y Continuo	41,70
NA-0403-7/1	PICHICAVEN	1718	21-11-2005	140	Superficial y corriente	Consuntivo	Río Illapel	Permanente y Continuo	1,87
NA-0403-8/1	CALDERON	17	05-01-2007	151	Superficial y corriente	Consuntivo	Río Illapel	Permanente y Continuo	10,94
NA-0403-9/1	MALA LADERA	1274	08-09-2005	133	Superficial y corriente	Consuntivo	Río Illapel	Permanente y Continuo	114,66

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3.11 Comunidades de Aguas de la Cuenca del río Choapa**

Cuenca	Comunidades de Agua
Choapa	160

Fuente: Elaboración propia

Mayores detalles de las Organizaciones de Usuarios Catastradas se presentan en Anexo 6.

### 3.13 Bocatomas

Se realizó una caracterización de las bocatomas existentes en la cuenca del río Choapa, a partir de la revisión de antecedentes documentales, los cuales fueron complementados con entrevistas a las principales organizaciones de usuarios de la cuenca.

Como información base se dispuso de las bases de datos generadas en la consultoría "Levantamiento y Catastro de Bocatomas en Cauces Naturales, III Etapa", desarrollado por este consultor el año 2002 para la DGA.

De acuerdo a dicho catastro, se identificó un total de 497 bocatomas con una distribución a nivel de subcuencas, tal como se presenta en la siguiente Tabla.

**Tabla 3.12 Distribución de Bocatomas en la Cuenca del río Choapa**

Subcuenca	N° de Bocatomas
Río Choapa Alto	41
Río Choapa Medio	95
Río Choapa Bajo	295
Río Illapel	66
Total	497

Fuente: Levantamiento y Catastro de Bocatomas en Cauces Naturales, III Etapa

Mayores detalles, respecto de las bocatomas se indican en el Anexo 7.

En Diagrama Unifilar presentado en plano 1, se diferencian las bocatomas de los canales que administran cada una de las 3 Juntas de Vigilancia de Aguas Superficiales constituidas, con indicación del caudal constituido expresado en litros por segundo o acciones, según corresponda.

### 3.14 Tecnologías de Transmisión en las Organizaciones de Usuarios

Se efectuó una caracterización de las tecnologías de transmisión de datos que actualmente utilizan los sistemas de control de extracciones que se encuentran operando en la red de canales que son administradas por las principales organizaciones de usuarios de la cuenca piloto del río Choapa.

Tal como fue mencionado anteriormente en la cuenca del río Choapa existen 3 Juntas de Vigilancia vigentes e inscritas ante la DGA, siendo ellas el foco para la realización de la presente investigación.



El presente análisis, se realizó teniendo como base entrevistas que se sostuvieron con los representantes de las Juntas de Vigilancia, sumado a la revisión de los registros de Concursos financiados por la Comisión Nacional de Riego (CNR).

En primer lugar, se debe mencionar que las mencionadas Juntas de Vigilancia tienen injerencia solo en la administración de los recursos superficiales, por lo que ellos no disponen de información de los sistemas de control de extracciones, ni de transmisión de datos que utilizan los usuarios de aguas subterráneas.

Respecto de los usuarios de aguas superficiales, se pudo constatar que en la mayor parte de los canales, el control de sus extracciones se realizan a través de lecturas de las reglas limnimétricas instaladas en las secciones de aforo.

En lo que sigue se presenta los resultados del diagnóstico a nivel de Juntas de Vigilancia.

#### a) Junta de Vigilancia del río Chalinga y sus Afluentes

En lo que respecta a los canales (16) que administra la Junta de Vigilancia del río Chalinga y sus afluentes, ninguno de ellos cuenta con tecnologías de sistemas de transmisión de datos.

El control de las mediciones se realiza a través de lectura manual en reglas limnimétricas, calibrada por aforos y confección de tabla de caudales en aforadores tipo garganta estrecha, como la que se muestra en la foto 3.1.



**Foto 3.1 Sistemas de Medición en Canales del Río Chalinga**

## b) Junta de Vigilancia del río Choapa y sus Afluentes

Esta Junta de Vigilancia está integrada por un total de 99 comunidades de aguas.

Durante los últimos años se han desarrollado proyectos de telemetría y automatización de compuertas, de control de extracciones y de transmisión de datos en 34 canales.

Lo anterior se ha desarrollado en el marco del proyecto "Telemetría de Control y Medición Río Choapa y sus Afluentes, Etapas I y II", iniciativa que fue bonificada a través de la Ley 18.450 de la Comisión Nacional de Riego, a través de concursos del año 2014 (Resoluciones CNR N°4548 del 30/12/2014 y CNR N° 3092 del 06/08/2015).

De acuerdo a los registros de la CNR, el costo total de las obras bonificadas, ascendió a UF 59.727.

La obras de telemetría proyectadas comprendieron compuertas del tipo FlumeGate™ de Rubicon Water. El equipo consta de un sistema de control de caudal integrado, energía solar y comunicación por radio, todo en un mismo dispositivo.

El sistema de compuertas FlumeGate™ medirá el caudal del canal y su volumen acumulado, a través de sensores ultrasónicos de niveles de agua. Se puede acceder a la información en forma remota mediante el software de SCADAConnect® instalado en el centro de comunicaciones.

La arquitectura abierta de SCADAConnect de Rubicon, permite que la información sobre los niveles de caudal aparezca en la página web de la JVRCH.

Para facilitar la gestión y monitoreo remoto de estas compuertas, el proyecto incluye la implementación de un centro de comunicaciones en las oficinas de la Junta de Vigilancia.



**Foto 3.2 Sistemas de Medición en Canales del Río Choapa**

**c) Junta de Vigilancia del río Illapel y sus Afluentes**

La Junta de Vigilancia del río Illapel está integrada por un total de 30 canales.

A la fecha esta Junta ha desarrollado proyectos para la implementación parcial de sistemas de control de extracciones y de transmisión de sus datos.

Según lo informado por la Junta de Vigilancia a la fecha en 2 canales se han instalado estos sistemas y en otros 10 se encuentran en fase de construcción.

La Junta de Vigilancia no entregó mayores antecedentes respecto de la individualización de estos canales, ni de las características de los sistemas instalados.

De acuerdo a los registros de la CNR, los proyectos de telemetría tuvieron un costo de UF 5.942, 83, los cuales fueron bonificados a través de 4 concursos de los años 2013 y 2014

Previamente, según se establece en la Resolución CNR N°645 del 07/03/2014, se asignaron bonificaciones para los canales Bellavista Alto, Bellavista Bajo, Mala Ladera y Turbina.

Posteriormente, en la Resolución C.N.R. N° 3728 del 05/10/2014, se asignó el beneficio a los siguientes canales: El Buitre, San Arturo, Estación Molino Peral, Población Los Guindos y Cuz Cuz, a través de las Etapas III y IV

#### **4. CARACTERIZACIÓN DE LA CUENCA PILOTO DEL RÍO MAULE**

En el presente acápite se presenta la caracterización de la cuenca piloto del río Maule, basada a partir de la revisión de antecedentes documentales existentes y entrevistas.

En una primera parte se presenta una descripción general de la cuenca, entregándose luego su caracterización de su hidrología e hidrogeología, de los grupos de interés, de los usos, de la infraestructura de riego, de las zonas de restricción, prohibición y decretos de escasez, de los caudales no extractivos, de las organizaciones de usuarios, bocatomas y de las tecnologías de control de extracciones y de transmisión que emplean actualmente.

##### **4.1 Caracterización General de la Cuenca**

La cuenca del río Maule, se encuentra comprendida entre los paralelos 35°05' y 36°30' de latitud sur y los meridianos 70°25' y 72°30' de longitud oeste, drenando una superficie de aproximadamente 20.295 km<sup>2</sup>. Esta cuenca está conformada por diversas subcuencas afluentes, encontrándose entre las principales las correspondientes a los ríos Claro, Lircay, Cipreses, Puelche, Colorado, Melado, Loncomilla, Putagán, Rari, Achibueno, Ancoa, Liguay, Longaví, Perquilauquén, Ñiquén, Cauquenes, Tutuvén y Purapel, y los esteros Los Puercos, Piduco, Perquín, Cardo Verde, Torreón, Parral y otros. Esta cuenca presenta importantes obras de regulación, destacándose los embalses Colbún, Machicura, Melado, Bullileo, Digua, Tutuvén, y las Lagunas La Invernada y del Maule.

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

Geográficamente, esta cuenca cubre dos regiones político – administrativas: la del Maule y la del Biobío.

A nivel provincial contempla las provincias, Talca, Linares y Cauquenes, con una superficie de total de la cuenca de 2.107.495 ha, lo que equivale al 70 % de la región.

Las principales ciudades que se encuentran insertas en la cuenca. Son la ciudad de Talca, Linares, Cauquenes, Parral y Constitución.

La cuenca del río Maule, se encuentra bajo la influencia de un clima mediterráneo, en donde, existen al menos dos meses consecutivos del verano con déficit hídrico.

La condición geomorfológica general determina la existencia de climas locales que varían de húmedo a subhúmedo, reflejados en los montos de precipitación.

Las variaciones en términos de precipitaciones sumadas a las diferencias térmicas, definen en su conjunto dos tipos bioclimáticos en la cuenca, de acuerdo al estudio de la Cuenca del Río Maule (DGA, 2004), estos son: mediterráneo pluviestacional – oceánico y mediterráneo pluviestacional – continental.

## 4.2 Hidrografía e Hidrogeología

### 4.2.1 Hidrografía

El río Maule nace en el extremo norponiente de la laguna del Maule; corre por 6 km al Norte y luego hacia el Nor-oeste por un lecho angosto y encajonado por altas montañas. A 31 km de su nacimiento, se le une el río Puelche y a partir de ese punto toma rumbo definitivo al Oeste-Nor-oeste, y así se mantiene hasta su desembocadura después de recorrer 240 km.

Según la clasificación de la Dirección General de Aguas, la cuenca del río Maule está conformada por las siguientes Subcuencas que se presentan en la Tabla siguiente y en la Figura 4.1.

**Tabla 4.1 Principales Características de la Subcuencas Pertenecientes a la Cuenca del Piloto del río Maule**

Código Cuenca DGA	Código Subcuenca DGA	Nombre Subcuenca	Superficie (km <sup>2</sup> )	Tipo de Cuenca
73	737	Río Claro	3.064,94	Andinas Exorreicas
73	738	Maule Bajo	1.316,52	Andinas Exorreicas
73	734	Perquillauquén Bajo	1.825,08	Andinas Exorreicas
73	730	Río Maule Alto (Hasta antes junta Río Melado)	2.710,95	Andinas Exorreicas
73	736	Río Maule entre Río Loncomilla y Río Claro	340,62	Andinas Exorreicas
73	732	Maule Medio	943,22	Andinas Exorreicas
73	735	Río Loncomilla	4.390,99	Andinas Exorreicas
73	731	Río Melado	2.298,05	Andinas Exorreicas
73	733	Perquillauquén Alto	4.163,42	Andinas Exorreicas

Fuente: DGA

Los principales afluentes de importancia que tributan al río Maule, son los ríos Puelche y Cipreses, este último efluente de la laguna Invernada, también se tiene el río Melado, y el río Loncomilla el cual se une por el sur, cerca de San Javier.

Dentro del Valle Central, el Maule recibe también las aguas del río Claro, que proviene del norte.

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

### 4.2.2 Hidrogeología

La cuenca hidrogeológica del río Maule se extiende desde la latitud 35°05' por el norte hasta la latitud 36°30' por el sur. Destaca en la alta cordillera formaciones rocosas volcánicas del cuaternario conformadas por coladas y depósitos piroclásticos, riolíticos, dacíticos, andesíticos y basálticos de permeabilidad baja.

En sector, el acuífero asociado al derretimiento de nieves, corre paralelo a los cursos de agua de los ríos Maule y Melado o Guaiquivilo, por un relleno no consolidado de

origen aluvial y coluvial de alta permeabilidad, casi siempre siguiendo la dirección este a oeste.

Desde la precordillera andina se originan acuíferos que drenan paralelos a los cursos superficiales, preferentemente desde la latitud 35° 50' (Linares) al sur. Al llegar a la Depresión Intermedia siguen preferentemente dirección NNW. Destaca en este sector la alta productividad de los pozos de sobre 10 m<sup>3</sup> /h/m y bajas profundidades de las napas freáticas (de 2 a 13 m). Según información del Departamento de Estudios y Planificación de la DGA, correspondiente al documento "Asesoría Para El Complemento Y Actualización De La Modelación Hidrológica De La Cuenca Del Río Maule", la cuenca del Maule posee los siguientes acuíferos:

**Tabla 4.2 Acuíferos de la Cuenca del río Maule**

<b>Código</b>	<b>Acuífero</b>	<b>Superficie Km<sup>2</sup></b>
AC-01	Río Claro Alto	135
AC-02	Río Claro Medio	481
AC-03	Norte Río Lircay	201
AC-04	Río Lircay Alto	410
AC-05	Río Lircay Bajo	642
AC-06	Estero Los Puercos	182
AC-07	Río Maule Alto	513
AC-08	Río Maule Bajo	261
AC-09	Río Putagán Alto	532
AC-10	Río Putagán Bajo	114
AC-11	Río Achibueno	602
AC-12	Río Longaví - Estero Parral Alto	486
AC-13	Río Longaví - Estero Parral Bajo	340
AC-14	Estero Curipeumo	396
AC-15	Río Perquilauquén Alto	679
AC-16	Río Ñiquén	507
AC-17	Río Perquilauquén Medio	100
AC-18	Río Cauquenes Alto	457
AC-19	Río Cauquenes Bajo	171
AC-20	Estero Belco	85
AC-21	Río Purapel	324
AC-22	Río Perquilauquén Bajo	148
AC-23	Río Loncomilla	74
AC-24	Estero Quesería	76
AC-25	Río Loncomilla Bajo	54
AC-26	Estero Cachipivil	121

Fuente: Asesoría Para El Complemento Y Actualización De La Modelación Hidrológica De La Cuenca Del Río Maule

En la Figura 4.2 se presenta la ubicación de los acuíferos en la Cuenca del río Maule.

La gran masa de agua subterránea al encontrarse con el batolito costero, es drenada hacia el océano siguiendo un curso paralelo al río Maule. Desde el norte lo hace un importante acuífero procedente desde el sector río Claro en dirección SSW hasta introducirse por la cordillera de la costa en un curso paralelo al Maule. Desde el sur lo hace un acuífero aun mayor que proviene desde el río Ñiquen (latitud 36° 20') en dirección de sur a norte hasta las cercanías del río Maule.

El batolito costero está compuesto por formaciones rocosas plutónicas e hipoabisales del período paleozoico de nula permeabilidad motivo por el cual forma un gran murallón entre el río Itata y Maule. Al poniente de la ciudad de Talca, el acuífero se encajona siguiendo el Maule a través de un depósito de material no consolidado de origen coluvial y aluvional de alta permeabilidad hasta desembocar al océano por el sector de Constitución.

### **4.3 Actividades y Grupos de Interés**

Las actividades y grupos de interés en la Cuenca del río Maule, quedan definidas por los distintos usuarios que participan en las demandas de los recursos hídricos tanto superficiales como subterráneos.

Uno de los principales antecedentes que permiten definir las actividades y grupos de interés de esta cuenca se encuentra disponibles en el estudio Estimaciones de Demanda de Agua y Proyecciones Futuras. Zona II. Regiones V a XII y Región Metropolitana (DGA, 2007).

En este estudio se entrega una estimación de la demanda actual y futura de la cuenca del río Maule, lo que permite conocer la vocación que presenta en términos del uso de los recursos hídricos disponibles.

En la Tabla 4.3 se presenta un resumen de las demandas según uso para los años 2005 y 2015.

Según se observa en dicha tabla, se constata que la principal demanda está dada por la actividad agrícola, la cual es desarrollada principalmente por pequeños, medianos y grandes productores, y por la generación de energía.

En lo que respecta a la actividad agrícola, los principales grupos de interés están conformados por las distintas organizaciones de usuarios que operan en la cuenca para la administración de sus recursos hídricos. Según se encuentra descrito más adelante en el punto 4.11 estas organizaciones están conformadas por Juntas de Vigilancia, Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Aguas.

**Figura 4.1 Clasificación Hidrográfica de la Cuenca Piloto del río Maule**





**Figura 4.2 Sectores de Acuíferos de la Cuenca Piloto del río Maule**



**Tabla 4.3 Resumen de Demandas de Aguas según Uso. Cuenca Piloto del río Maule (m<sup>3</sup>/s)**

Año	Subcuenca	Agropecuario	Agua Potable	Industrial	Minero	Energía	Forestal	Acuícola	Turismo	Receptor Contaminantes	Caudal Ecológico
2005	Maule Alto	13,033	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000	0,000	8,200
	Maule Medio	38,636	0,645	0,315	0,000	1.342,400	0,029	0,000	0,000	0,446	6,830
	Perquillauquén	29,470	0,285	0,004	0,000	0,000	0,152	0,000	0,000	0,123	0,760
	Loncomilla	38,949	0,392	1,377	0,000	0,000	0,434	0,000	0,000	0,210	9,410
	Maule Bajo	8,251	0,104	0,875	0,000	0,012	0,012	0,000	0,000	0,057	19,660
	Sub Total	128,339	1,426	2,571	0,000	1.342,412	0,634	0,000	0,000	0,836	44,860
2015	Maule Alto	13,033	0,000	0,000	0,000	59,000	0,012	0,000	0,000	0,000	8,200
	Maule Medio	38,636	0,763	0,431	0,000	1.342,400	0,048	0,000	0,000	0,446	6,830
	Perquillauquén	29,470	0,324	0,006	0,000	0,000	0,254	0,000	0,000	0,123	0,760
	Loncomilla	44,556	0,496	1,883	0,000	0,000	0,724	0,000	0,000	0,210	9,410
	Maule Bajo	8,251	0,144	1,197	0,014	0,012	0,020	0,000	0,000	0,057	19,660
	Sub Total	133,946	1,727	3,517	0,014	1.401,412	1,058	0,000	0,000	0,836	44,860

Fuente: Estimaciones de Demanda de Agua y Proyecciones Futuras. Zona II. Regiones V a XII y Región Metropolitana (DGA, 2007)

#### **4.4 Actividades Productivas**

Con respecto a los usos extractivos, son aquellos que se extraen o consumen en su lugar de origen, dentro de los que se pueden mencionar se tiene:

- **Riego**

El uso del agua para riego es aquel que incluye la aplicación del agua desde su origen natural o procedente de tratamiento. Se distingue riego irrestricto y restringido. El primero es el que contempla agua, cuyas características físicas, químicas y biológicas la hacen apta para su uso regular en cada una de las etapas de desarrollo de cultivos agrícolas, plantaciones forestales o praderas naturales.

En el riego restringido, en cambio, la aplicación se debe controlar, debido a que sus características no son las adecuadas para utilizarlas en todas las etapas de cultivos y plantaciones.

- **Agua Potable**

El uso para la captación de agua potable es aquel que contempla la utilización en las plantas de tratamiento para el abastecimiento tanto residencial como industrial.

Las fuentes de abastecimiento de agua potable en la cuenca del Maule se encuentran en las mismas ciudades.

- **Generación de energía eléctrica**

La cuenca del Maule cuenta con un importante número de centrales asociadas principalmente al complejo Colbún Machicura.

- **Actividad Industrial**

La actividad industrial la mayoría se dedica al rubro alimenticio, específicamente a la elaboración y tratamiento de productos agrícolas.

Dentro del elevado número de industrias destacan la planta de IANSA en Linares y la celulosa Arauco y Constitución S.A. que se abastece del río Maule cerca de la desembocadura.

La mayor concentración de industrias está en la subcuenca de los ríos Claro- Talca y Loncomilla, específicamente en torno al estero Piduco cerca de Talca y río Putagán cerca de Linares.

En relación a los usos no extractivos o también denominados usos in-situ, corresponde a los usos que ocurren en el ambiente natural de la fuente de agua sin extracción o consumo del recurso, en la cuenca del río Maule se pueden dar las siguientes actividades con estas características.

- **Actividades Turísticas**

Otra actividad en donde los cursos de agua juegan un papel importante en lo que se convierten en importantes balnearios para los visitantes asociados tanto a los cauces naturales como a los embalses existentes.

#### 4.5 Infraestructura de Riego (Canales, pozos y embalses)

Para la obtención de información de la infraestructura de riego de la cuenca del río Maule y sus afluentes, se consultó el estudio "Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos Cuenca del río Maule", realizado por Luis Arrau del Canto año 2008; el estudio "Bases Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos en la Cuenca del río Maule, Diagnóstico.", realizado por Ayala, Cabrera y Asociados Ltda año 2003; y el estudio "Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad", CADE-IDEPE. Para La Dirección General de Aguas del Ministerio de Obras Públicas, Año 2004.

A modo de síntesis en la Figura 4.3 se entrega una representación en planta de la cobertura de la principal infraestructura de riego de la cuenca del río Choapa.

##### 4.5.1 Canales

A continuación la Tabla siguiente se presentan las principales características de los canales de riego más importantes que existen en la cuenca del río Maule.

**Tabla 4.4 Principales Canales Matrices**

Nombre de la Obra	Capacidad Canal (m <sup>3</sup> /s)	Longitud de Canal (Km)		Superficie de Riego (Ha)	Fuente de Agua
		Matriz	Derivados		
Canal San Rafael (Canal del Pueblo)	4,0	9,0	36,2	3.500	Río Claro
Canal Santa María	0,1	3,0		100	Estero Pelarco
Sistemas Canales Maule Norte		152,4	232,5	70.000	Río Maule
Canal Tronco	68,0	8,1			
Canal Maule Norte Alto 1° Sección	27,0	27,5	10,5		
Canal Maule Norte Alto 2° Sección	9,5	17,5	5,4		
Canal Maule Norte Bajo 1° Sección	41,0	30,0	15,5		
Canal Maule Norte Bajo 2° Sección	23,0	44,3	40,0		
Canal Maule Norte Bajo 3° Sección	9,7	25,0			
Sistemas Canales Maule Sur	60,0	24,3	29,0	50.000	Río Maule (El Lirio)
Sistema Canales Melozal	8,0	37,0	71,5	7.450	Río Putagán
Canal Alimentador Digua	22,0	6,5			Río Longaví
Canal Matriz Digua y Derivado Perquilauquén	27,0	37,0	215,0	11.040	Río Cato
Canal Perquilauquén Cato	3,0	27,0		3.000	Río Perquilauquén
Canal Perquilauquén-Ñiquén	4,5	11,7		2.600	Embalse Digua
Canal Pencahue	12,0	30,0	87,5	11.200	Río Lircay
Canal Melado	20,0	24,0	200,0	24.000	Río Melado
Canal Putagán	4,0	8,3	25,7	4.000	Río Putagán
Canal Gatica	2,3	25,5		1.800	Río Maule (Rivera Sur)
Canales Embalse Tutuvén	2,0	8,5	50,0	2.160	Río Tutuvén y Estero Tobalgúen

Fuente: Plan Director para la Gestión de los Recursos Hídricos Cuenca del Río Maule

**Figura 4.3 Infraestructura de Riego de la Cuenca Piloto del río Maule**





#### **4.5.2 Pozos**

De acuerdo a la información obtenida en el Catastro Público de Aguas, de la Dirección General de Aguas, en la cuenca del río Maule (ver Anexo 8) se identificaron un total de 2.160 derechos de agua subterráneas, de los cuales 1.773 derechos poseen coordenadas de su punto de captación, mientras que 387 solo poseen ubicación geográfica

Los derechos solicitados se encuentran ligados a pozos, norias, drenes. Siendo utilizado para distintos fines entre los que destacan:

- Riego
- Industrial
- Agua Potable
- Agua Potable Rural

#### **4.5.3 Embalses**

En la Cuenca del Río Maule existen los siguientes embalses:

##### **a) Embalse Laguna El Maule**

Es de uso para riego y generación de energía eléctrica, con un volumen de regulación de 1.416 millones de m<sup>3</sup>. Su uso se realiza conforme al convenio entre ENDESA y la Dirección de Riego que data desde 1947.

La operación de este embalse permite regular interanualmente los recursos de la cuenca alta del río Maule, supliendo, a través de las entregas del embalse, los déficits que se producen en los canales del sistema Maule durante la época de riego.

##### **b) Embalse Colbún**

Obra construida por ENDESA tiene una capacidad total de 1.500 Mm<sup>3</sup>, con capacidad útil de 1.116 millones de m<sup>3</sup> entre la cota 397 y la cota 436 m.s.n.m. Alimenta a la central hidroeléctrica Colbún, diseñada para un caudal de 280 m<sup>3</sup>/s y potencia instalada nominal de 400 MW Para formar la cubeta del embalse se construyeron una presa principal (muro de tierra) de 116 m de altura y 550 m de longitud a la cota de coronamiento, y tres presas menores: los pretils Colorado, Centinela y Sur.

El embalse corresponde fundamentalmente a una obra de regulación destinada a la generación de energía eléctrica, pero también está muy ligada al abastecimiento de las demandas de riego, principalmente destinada a satisfacer los requerimientos de los usuarios del sistema Maule.

### **c) Embalse Machicura**

Esta obra, construida por ENDESA, tiene una capacidad máxima de 55 Mm<sup>3</sup>, con un volumen de regulación útil de 13 Mm<sup>3</sup>. La cubeta del embalse está formada por tres presas de tierra: la presa principal de 32 m de altura y 540 m de longitud de coronamiento, la presa secundaria y el pretil poniente de 2.360 m de longitud. Los recursos acumulados alimentan la central de generación de energía eléctrica Machicura, diseñada para un caudal de 280 m<sup>3</sup>/s y potencia instalada nominal de 90 MW.

Además, este embalse actúa como estanque de compensación de la central Colbún, haciendo posible el abastecimiento de los sistemas de riego existentes aguas abajo, sin variaciones bruscas de caudal a lo largo del día.

### **d) Embalse Melado**

Embalse de regulación horaria y de fin de semana, construido, por ENDESA, en el valle del río Melado mediante una presa de tierra de 90 m de altura máxima y 310 m, de longitud en su coronamiento. Las aguas acumuladas alimentan a la central hidroeléctrica Pehuenche, diseñada para un caudal de 300 m<sup>3</sup>/s y una potencia nominal de 500 MW. Los límites de operación del embalse Melado son la cota 639.5 y 648.0 m.s.n.m., con un volumen de regulación de 33 millones de m<sup>3</sup>.

### **e) Embalse Laguna La Invernada**

La Laguna de La Invernada es de regulación estacional, varía entre las cotas 1.280 y 1.319 m.s.n.m., con un volumen de regulación de 179 millones de m<sup>3</sup> que equivale a una energía de 380 GWh al ser generado por las centrales Cipreses, Isla, Curillínque, Loma Alta, Pehuenche, Colbún, Machicura y S. Ignacio. La laguna fue construida en el año 1948, posee una presa de tierra, con una altura de 28 metros y una longitud de coronamiento de 350 metros.

## **4.6 Programas de Agua Potable Rural (APR)**

La Región del Maule cuenta con 266 sistemas de agua potable rural distribuidos en toda la región concentrándose mayoritariamente en los valles, interiores y quebradas de los principales ríos de la región.

La principal fuente de información relacionada con estos sistemas es la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP, regional del Maule.

La principal función de los sistemas APR es abastecer de agua potable a las distintas localidades rurales. Los sistemas comprenden las obras de captación, conducción, almacenamiento, desinfección y distribución, con sus respectivas conexiones domiciliarias y medidores.

Los sistemas APR poseen autonomía, y se rigen por los mismos comités y cooperativas, a los cuales se les otorga ayuda y capacitación en la primera fase del proyecto.

En la Figura 4.4, se presenta la distribución de los sistemas APR a nivel de la cuenca piloto.

En relación a la cuenca del río Maule, esta posee 188 sistemas de agua potable rural, los que benefician a una población total de 180.252 habitantes, en los sectores indicados en la Tabla 4.5.

**Tabla 4.5 Distribución de Sistemas APR a nivel de Subcuencas**

Subcuenca	N° de Sistemas APR	Población Beneficiaria
MAULE BAJO	3	1.648
MAULE MEDIO	12	17.424
PERQUILAUQUEN ALTO	9	5.232
PERQUILAUQUEN BAJO	19	14.096
RIO CLARO	66	63.364
RIO LONCOMILLA	76	75.364
RIO MAULE ENTRE RIO LONCOMILLA Y RIO CLARO	3	3.124
<b>Total</b>	<b>188</b>	<b>180.252</b>

Fuente: Elaboración propia.

El detalle de los sistemas APR se presenta en Anexo 2.

#### 4.7 Estaciones Hidrometeorológicas

En la cuenca del río Maule, a la fecha, existe una importante red de estaciones hidrometeorológicas pertenecientes a la DGA-MOP, conformada por un total de 125 estaciones en operación.

Esta red se encuentra integrada por estaciones del tipo fluviométricas, meteorológicas, de calidad química, sedimentométricas y de niveles de pozos.

En la Tabla 4.6 se presenta un resumen con la distribución de las estaciones hidrometeorológicas existentes en la cuenca con indicación si ellas se encuentran vigentes o suspendidas.

**Tabla 4.6 Resumen de Estaciones Hidrometeorológicas en la Cuenca del río Maule**

Tipo de Estación	Cantidad		
	Vigente	Suspendida	Total
Fluviométricas	49	28	77
Meteorológicas	39	7	46
Calidad Química	21	9	30
Sedimentométricas	5	5	10
Niveles de Pozos	11	0	11
<b>Total</b>	<b>125</b>	<b>49</b>	<b>174</b>

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4.5 se entrega una representación de la cobertura de las estaciones en la cuenca del río Maule.

Uno de los aspectos relevantes respecto de la cobertura de la red hidrometeorológica vigente, tiene relación con la posibilidad de poder utilizar sus registros para controlar

las extracciones que hacen uso los titulares de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas y superficiales.

En primer lugar, se debe señalar que de toda la cobertura y tipo de estaciones que administra la DGA en la cuenca del río Maule, resultan de interés para el control de extracciones los registros de estaciones fluviométricas y de niveles de pozos que se encuentran vigentes.

En el caso de las estaciones fluviométricas el número de estaciones asciende a 49, mientras que las de niveles de pozos solo a 11.

Del total de estaciones fluviométricas vigentes, tan solo 18 se ubican en canales, por lo que sus registros podrían ser incorporadas para el control de extracciones

En la Figura 4.6 se entrega una representación de las estaciones vigentes que podrían ser utilizadas para el control de extracciones de aguas superficiales y subterráneas.

#### **4.8 Programas de Control de Extracciones**

La cuenca del río Maule no cuenta con programas de control de Extracciones subterráneas promovida por la Dirección General de Aguas. En algunos canales existen estaciones fluviométricas instaladas mediante acuerdo entre las Juntas de vigilancia y la DGA.

#### **4.9 Zonas de Restricción, Zonas de Prohibición y Decretos de Escasez**

En la cuenca del río Maule no existen Zonas de Prohibición, como tampoco Decretos de Escasez.

En la cuenca del río Maule mediante Resolución DGA N° 092 de fecha 16 de marzo del 2015, se ha declarado a gran parte de su territorio como área de restricción para nuevas extracciones de aguas subterráneas.

Esta área de restricción comprende una superficie de aproximadamente 251 km<sup>2</sup>, involucrando a los sectores del estero Belco y El Arenal.

En la Figura 4.7, se entrega la representación de esta zona respecto de la cuenca del río Maule.

#### **4.10 Caudales No Extractivos**

Los caudales no extractivos en la Cuenca del río Maule quedan caracterizados por los caudales ecológicos que son definidos al momento de la constitución de algunos derechos de aprovechamientos de aguas superficiales por parte de la DGA.

El caudal ecológico se define como el caudal mínimo necesario para asegurar la supervivencia de un ecosistema acuático preestablecido.

**Figura 4.4 Cobertura del Programa APR de la Cuenca Piloto del río Maule**



**Figura 4.5 Estaciones Hidrometeorológicas de la Cuenca Piloto del río Maule**





Figura 4.6 Estaciones Fluviométricas y de Niveles Vigentes de la Cuenca Piloto del río Maule



**Figura 4.7 Zonas de Restricción de la Cuenca Piloto del río Maule**



**Figura 4.8 Caudales Ecológicos de la Cuenca Piloto del río Maule**



El análisis de caudales ecológicos de la cuenca del río Maule, se realizó a partir de la información extraída desde el Catastro Público de Aguas (CPA) de la DGA.

De acuerdo al análisis realizado en la cuenca del río Maule existe un total de 543 derechos de aprovechamientos de aguas superficiales en los cuales se ha determinado un caudal ecológico. De este total 193 corresponden a derechos consuntivos y los restantes a no consuntivos.

**Tabla 4.7 Resumen de Caudales Ecológicos según Tipo y Ejercicio del Derecho**

Tipo	Ejercicio	Q Ecológico (m <sup>3</sup> /s)
Consuntivo	Permanente y Continuo	37,8
	Permanente y Discontinuo	94,2
	Eventual y Continuo	11,2
	Eventual y Discontinuo	96,7
No Consuntivo	Permanente y Continuo	207,4
	Permanente y Discontinuo	4.403,4
	Eventual y Continuo	87,3
	Eventual y Discontinuo	4.434,6

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo como base la información anterior del Anexo 5 se entrega una representación espacial de los caudales ecológicos que se han definido en la cuenca del río Maule en la Figura 4.8.

#### 4.11 Organizaciones de Usuarios

El catastro de organizaciones de usuarios de la cuenca del río Maule se realizó mediante la recopilación de datos obtenidos del Catastro Público de Aguas (CPA), y de las instituciones regionales de comunidades y asociaciones de canalistas consultadas de la región.

Para ello se generó un listado con la información de las organizaciones de usuarios, más relevante como datos de la directiva, identificación de número y nombre de canales que están bajo la jurisdicción de las juntas de vigilancia, complementado con entrevistas personales a las organizaciones.

Las organizaciones de usuarios se definen como aquellas entidades con o sin personalidad jurídica reglamentadas en el código de aguas, y que tienen por objeto, fundamentalmente administrar las fuentes de agua y las obras a través de las cuales estas son extraídas, captadas y/o conducidas distribuir las aguas entre sus miembros y resolver conflictos entre estos, entre sí o entre estos y la organización.

Sus principales funciones son:

- Administrar los cauces naturales o artificiales, en casos de aguas superficiales, o la napa, en caso de aguas subterráneas, sobre los cuales ejerce jurisdicción.
- Distribuir las aguas entre los miembros de la respectiva organización, esto es, entregar agua a cada miembro de la respectiva organización, de acuerdo con lo que dicen los títulos de los derechos de aprovechamiento de cada uno de ellos.
- Resolver los conflictos que pueden suscitarse entre distintos miembros de la respectiva organización o entre ésta y algún miembro, relativas a la repartición de aguas o ejercicio de los derechos que tengan como integrantes de la organización.

Las organizaciones de usuarios se componen de:

- Juntas de Vigilancia
- Asociación de Canalistas
- Comunidades de Agua.

#### a) Juntas de Vigilancia

Las juntas de Vigilancia se definen como aquellas personas jurídicas de derecho privado, aprobadas por el Presidente de la República, destinadas a administrar y distribuir las aguas a que tienen derecho sus miembros en los cauces naturales, explotar y conservar las obras de aprovechamiento común y realizar los demás fines que les encomiende la ley.

En la cuenca del río Maule existen 8 juntas de vigilancia, aprobadas según el Registro Público de Organizaciones de Usuarios de la DGA:

Estas organizaciones son Junta de Vigilancia del río Achibueno primera sección, del río Longaví y sus afluentes, del río Ancoa y sus afluentes, del río Lircay, del río Maule primera sección.

A continuación, en Tabla 4.9, se indican las principales características de las organizaciones antes nombradas.

**Tabla 4.8 Juntas de Vigilancia de la Cuenca del río Maule**

Código Expediente	Nombre Organización	N° Resolución DGA	Fecha DGA	Registro	Naturaleza	Tipo Derecho	Acción Fuente
NJ-0703-3	RIO ACHIBUENO PRIMERA SECCION	849	10-04-1997	14	Superficial y Corriente	Consuntivo	13309.0
NJ-0703-2	DÉL RIO LONGAVI Y SUS AFLUENTES	2108	06-08-1993	4	Superficial y Corriente	Consuntivo	20920.0
NJ-0703-1	RIO ANCOA Y SUS AFLUENTES	268	03-02-1998	16	Superficial y Corriente	Consuntivo	4718.0
NJ-0702-3	RIO LIRCAY	1997	20-12-2004	37	Superficial y Corriente	Consuntivo	6104.99
NJ-0702-1	RIO MAULE PRIMERA SECCION	2134	08-08-2001	33	Superficial y Corriente	Consuntivo	108526.0

Fuente: DGA



## **b) Asociación de Canalistas**

La misión de una Asociación de Canalistas es distribuir adecuadamente las aguas del canal u obra, mantener y administrar la infraestructura de distribución, para lo cual está facultada para cobrar una cuota a sus socios. Cabe destacar que a las asociaciones de canalistas también le son aplicables las normas legales referidas para el caso de las comunidades de agua.

Una asociación de canalistas se puede conformar cuando dos o más personas naturales o jurídicas poseen derechos de aprovechamiento de agua de un mismo canal o embalse, o usan en común la misma obra de captación de aguas subterráneas. La misión de este tipo de organización es distribuir adecuadamente las aguas del canal u obra, mantener y administrar la infraestructura de distribución, para lo cual está facultada para cobrar una cuota a sus socios. Cabe destacar que a las asociaciones de canalistas también le son aplicables las normas legales referidas para el caso de las comunidades de agua.

En la Tabla 4.9 se muestra las asociaciones de canalistas de la Cuenca del Maule.

## **c) Comunidades de Aguas**

Las comunidades de aguas de acuerdo al Código de Aguas vigente, señala: Si dos o más personas tienen derechos de aprovechamiento en las aguas de un mismo canal o embalse, o usan en común la misma obra de captación de aguas subterráneas, podrán reglamentar la comunidad que existe y como consecuencia de este hecho constituirse en asociación de canalistas o en cualquier tipo de sociedad con el objeto de tomar las aguas del canal 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.

En la Tabla 4.10 se indica la cantidad de comunidades que existen en la Cuenca del Maule.

Mayores detalles de las Organizaciones de Usuarios Catastradas se presentan en Anexo 6.

**Tabla 4.9 Asociaciones de Canalistas de la Cuenca del río Maule**

Cód. Exped./Sol.	Nombre Organización	N° Resolución DGA	Fecha DGA	N° Registro	Naturaleza	Tipo Derecho	Fuente	Ejercicio del Derecho	Caudal	Unidad
NA-0704-1	DEL EMBALSE TUTUVEN	2443	29-09-1999	55	Superficial y corriente	Consuntivo	Rio Tutuven	-	-	-
NA-0703-17	CANAL ÑIQUEN	244	04-03-2005	125	Superficial y corriente	Consuntivo	Sist Digua (Longavi-Cato-Perqu)	Permanente y Continuo	4536.0	ACCIONES
NA-0703-16	CANAL MATRIZ DIGUA	245	04-03-2005	126	Superficial y corriente	Consuntivo	Sist Digua (Longavi-Cato-Perqu)	Permanente y Continuo	401.0	MM3/AÑO
NA-0703-15	CANAL MATRIZ PERQUILAUQUEN	1085	05-08-2005	128	Superficial y corriente	Consuntivo	Sist Digua (Longavi-Cato-Perqu)	Permanente y Continuo	401.0	MM3/AÑO
NA-0703-14	CANAL PUTAGAN	576	07-03-2003	102	Superficial y corriente	-	Rio Putagan	-	-	-
NA-0703-1	DEL MELADO	1587	25-06-1999	53	-	-	Rio Maule	-	-	-
NA-0702-6	CANAL MAULE	1974	05-08-1999	53	-	-	-	-	-	-
NA-0702-5	CANAL MAULE	1974	05-08-1999	53	-	-	-	-	-	-
NA-0702-4	SAN ANTONIO PUERTAS NEGRAS	1377	08-06-1999	50	-	-	Rio Maule	-	-	-
NA-0702-3	PENCAHUE	813	01-04-1999	47	-	-	Rio Maule	Permanente y Continuo	45.850,68	L/S
NA-0702-27	CANAL SAN RAFAEL	1714	15-06-2012	-	Superficial y corriente	Consuntivo	Rio Claro	-	-	-
NA-0702-26	DEL CANAL EL GALPON	1706	15-07-2008	166	Superficial y corriente	Consuntivo	Rio Claro	Permanente y Continuo	10000.0	ACCIONES
NA-0702-24	DEL CANAL HUIRQUILEMU POCILLOS ARMONIA	3005	22-11-1999	60	-	Consuntivo	-	-	-	-
NA-0702-23	CANAL PENCAHUE	813	01-04-1999	47	-	Consuntivo	Rio Lircay	Permanente y Continuo	7.9	M3
NA-0702-16	DEL TACO GENERAL DEL RIO MAULE	1113	03-05-2000	65	-	-	-	-	-	-
NA-0702-2	ASTUDILLANO	1109	30-04-1997	38	-	-	-	-	-	-
NA-0702-13	CANAL DUAO Y ZAPATA	3063	24-11-1999	63	-	Consuntivo	Rio Maule	Permanente y Continuo	7.818,00	L/S
NA-0701-8	CANAL TRAPICHE BAJO	936	28-05-1986	177	Superficial y corriente	Consuntivo	Rio Lontue	Permanente y Continuo	786.48	L/S
NA-0701-7	CANAL QUILLAYES	3004	22-11-1999	59	-	Consuntivo	-	-	-	-
NA-0701-5	CANAL PIRIHUIN	2954	06-11-2001	81	Superficial y corriente	Consuntivo	Rio Lontue	-	-	-
NA-0701-4	CANAL PELARCO Y BUENA UNION	3006	22-11-1999	61	-	Consuntivo	-	-	-	-
NA-0701-33	CANAL MORENO	2740	25-08-2015	210	-	Consuntivo	-	Permanente y Continuo	-	-

**Tabla 4.9 Asociaciones de Canalistas de la Cuenca del río Maule (continuación)**

Cód. Exped./Sol.	Nombre Organización	N° Resolución DGA	Fecha DGA	N° Registro	Naturaleza	Tipo Derecho	Fuente	Ejercicio del Derecho	Caudal	Unidad
NA-0701-31	CANAL AGUSTIN CERDA	3176	05-10-2015	211	Superficial y corriente	Consuntivo	-	-	-	-
NA-0701-30	CANAL PUENTE	3350	21-10-2015	212	-	Consuntivo	-	-	-	-
NA-0701-25	CANAL DE PEÑAFLORES	166	26-01-2009	175	Superficial y corriente	Consuntivo	Rio Lontue	-	-	-
NA-0701-24	CANAL NUEVO DE LOS NICHES	2892	04-11-2008	169	Superficial y corriente	Consuntivo	-	-	-	-
NA-0701-23	CANAL PURISIMA CONCEPCION SECCION CANAL TRONCO	2893	04-11-2008	170	Superficial y corriente	Consuntivo	-	-	-	-
NA-0701-22	CANAL VIEJO DE LOS NICHES	2891	04-11-2008	168	Superficial y corriente	Consuntivo	-	-	-	-
NA-0701-21	DEL CANAL LA JUNTA O YACA	2894	04-11-2008	171	Superficial y corriente	Consuntivo	Rio Lontue	-	-	-
NA-0701-20	DEL CANAL MARITATA	59	14-01-2009	173	Superficial y corriente	Consuntivo	Estero Rio Seco (Junta Vigilancia)	-	-	-
NA-0701-2	HECTOR ENRIQUE GONZALEZ ARENAS	287	14-06-2006	-	Superficial y corriente	Consuntivo	-	-	1000.0	L/S
NA-0701-19	CANAL DE LA PATAGUA	127	28-01-2008	165	Superficial y corriente	Consuntivo	Rio Lontue	-	50.0	L/S
NA-0701-18	CANAL RAMIREZ Y DE LA RINCONADA	648	12-04-2007	157	Superficial y corriente	Consuntivo	Rio Lontue	-	-	-
NA-0701-17	CANAL VENTANA	172	08-09-2005	134	Superficial y corriente	Consuntivo	Rio Teno	-	-	-
NA-0701-16	CANAL NUEVO DE URZUA	693	31-05-2004	119	Superficial y corriente	Consuntivo	Rio Lontue	-	-	-
NA-0701-15	HUEMUL	1827	10-07-2001	75	-	Consuntivo	Rio Teno	-	-	-
NA-0701-14	DEL CANAL CUMPEO	3141	01-12-1999	64	Superficial y corriente	Consuntivo	Rio Lontue	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4.10 Comunidades de Agua Cuenca del Choapa**

Cuenca	Comunidades de Agua
Maule	681

Fuente: CPA – DGA

#### **4.12 Principales Bocatomas**

Se realizó un catastro de las bocatomas existentes en la cuenca del río Maule.

Dicho análisis se realizó a partir de la revisión de antecedentes documentales, los cuales fueron complementados con entrevistas a las principales organizaciones de usuarios de la cuenca.

Como información base de este catastro se dispuso de las bases de datos generadas en la consultoría "Levantamiento y Catastro de Bocatomas en Cauces Naturales, III Etapa", desarrollado por este consultor el año 2002 para la DGA.

De acuerdo al catastro realizado, se identificó un total de 1.200 bocatomas con una distribución a nivel de subcuencas, tal como se presenta en la siguiente Tabla.

Mayores detalles, respecto de las bocatomas catastradas en dicho estudio se indican en el Anexo 7.

Además se incluye un diagrama unifilar en el que se muestra su ubicación relativa a lo largo de los cauces.

#### **4.13 Tecnologías de Transmisión de Datos en Organizaciones de Usuarios**

Se efectuó una caracterización de las tecnologías de transmisión de datos que actualmente utilizan de los sistemas de control de extracciones que se encuentran operando en la red de canales que son administradas por las principales organizaciones de usuarios de la cuenca del río Maule.

De las Juntas de Vigilancia entrevistadas a la fecha solamente las pertenecientes al río Longaví y sus afluentes y del Río Maule, ha implementado proyectos de control de extracciones y de transmisión de datos de modo remoto.

A la fecha se está implementando la instalación de equipos en 9 canales pertenecientes a la junta de Vigilancia del Río Longaví. Dichos canales son:

- Mercedes
- Maitenes
- Primeras Abajo
- Carmen
- Primera Arriba
- Sexta
- Robles Nuevos
- Robles Viejo
- Quinta Abajo

Personal de la Junta de Vigilancia visualiza los datos que se envían en cada una hora, mediante una página web de la empresa Wiseconn. Se puede visualizar de modo gráfico y tabular los valores de caudal instantáneo, altura de escurrimiento y volumen acumulado.

Las estaciones de telemetría consisten en un sensor de medición de nivel, de almacenamiento de datos, kit de energía y modem celular para la transmisión de datos vía GPRS.

Todo lo anterior se ha sido financiado a través de concursos de la CNR.



**Foto 4.1 Estación tipo con transmisión remota**

Las restantes 11 estaciones solo cuentan con sistemas de medición manual.

Además de las estaciones instaladas en los canales antes mencionados, la Junta de Vigilancia tiene otras 5 estaciones en convenio con la DGA.

Entre la Dirección General de Aguas (DGA) y la Junta de Vigilancia del Río Longaví y sus Afluentes, se ejecutó el proyecto "Instalación de sistema de Telemetría para la operación del Sistema de Riego Río Longaví – Embalse Bullileo, Región del Maule", este proyecto fue financiado por la Comisión Nacional de Riego.

En las oficinas de Parral y Longaví, se encuentran disponible la aplicación tecnológica llamada "Pantallas Rotatorias DGA", la que consiste en la entrega de información de estado actual de nieve, caudales y precipitaciones de las siete estaciones satelitales:

- Nevado Longavi
- Embalse Bullileo
- Santa Filomena
- Longaví Quiriquina
- Alimentador Digua
- Canal Maitenes
- Canal Primera Abajo

Por su parte, la Junta de Vigilancia del Río Maule informó la situación para los siguientes canales:

- Los canales Duao Zapata y San Clemente, tienen control de extracción de agua, por parte de la DGA, con estación satelitales transmitiendo
- Canal Melado, toma las aguas del río Melado y las lleva al río Ancoa, donde se encuentra la estación de control denominada Canal Melado en los Hierros
- Desde la central central Chiburgo, ubicada al pie del embalse Colbún, nace el canal matriz Maule Sur que tiene un sistema de control de extracciones denominado Maule sur en aforador de la DGA
- En la Bocatoma del canal Sur 1, existe un sistema de monitoreo de la DGA
- Canal Sur 2, tiene sistema de control de extracción de la DGA
- Canal Sur 3, tiene sistema de control de la DGA
- Además, tienen sistemas de control de extracciones y transmisión de datos propios de información reservada

A partir de un conjunto de estaciones de medición de caudal, se reconstituye río Maule en Armerillo, de acuerdo a ORD. DGA 681 del 28 de Junio de 2013.

**Tabla 4.11 Estaciones de reconstitución de Caudal Maule en Armerillo**

Estaciones	Código Estaciones DGA
Maule en Armerillo	07321002-K
Canales Las Garzas y Las Suizas	- (**)
Canal Melado en los Hierros	07317002-8
Canal Maule Norte en Aforador	07321003-8
Embalse Melado	07317004-4
Evacuación Pehuenche	07321005-4

(\*\*) Valor referencial de acuerdo a lo establecido por departamento de hidrología DGA nivel central.

## **5. CATASTRO DE PUNTOS DE CAPTACIÓN SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEO DE LAS CUENCAS PILOTO**

### **5.1 Recopilación de Información de Derechos en CPA**

#### **5.1.1 Revisión y Recopilación de Información en Sistema CPA**

A objeto de disponer de un catastro de los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales y subterráneas de las cuencas de los ríos Choapa y Maule, se realizó una completa recopilación de los registros de derechos constituidos en sistema Catastro Público de Aguas (CPA), a través de la consulta de su Módulo de Expedientes.

La información recopilada hace referencia a la identificación del titular, características del derecho, identificación del acto constitutivo y localización del punto de capitación.

Cabe señalar, que a objeto de generar el catastro de derechos de ambas cuencas piloto se aplicaron filtros de selección por nombre de cuenca, provincia, comunas y coordenadas.

Toda esta información fue exportada en formato de planillas Excel para su posterior sistematización. Estas se presentan en Anexo 8.

#### **5.1.2 Generación de Listados de Derechos Depurados**

Toda la información de derechos de aprovechamiento constituidos desde el sistema CPA, fue sistematizada en forma tabular a través de planillas Excel.

Cabe mencionar que esta información fue ordenada en forma descendente en función de los caudales constituidos. En aquellos casos en que los derechos cuentan con una distribución mensual, como criterio para su ordenamiento se utilizó su promedio anual.

##### **a) Cuenca Piloto del río Choapa**

De acuerdo a los registros del CPA en la Cuenca Piloto del río Choapa, existe un total de 1.469 derechos de aprovechamientos de aguas subterráneas y superficiales, representando los primeros el 57 % de los derechos de la cuenca.

Un aspecto importante de mencionar es que en la cuenca piloto no se han constituido derechos provisionales.

De acuerdo a la información presentada en la Tabla siguiente, se concluye que la mayor de los derechos corresponde a expedientes ND (Derechos de Aprovechamiento) y UA (Expedientes Antiguos).

Por otra parte los derechos correspondientes a: regularizaciones (NR), cambio de fuente de abastecimiento (VF), cambio de punto de captación y restitución (VPC) y traslado ejercicio del derecho (VT) son los que se presentan en menor cantidad en la cuenca del río Choapa.

**Tabla 5.1 Distribución de Derechos según Código de Expediente y Naturaleza**

Código	Naturaleza		Total
	Subterránea	Superficial	
ND	816	51	867
NR	10	17	27
UA	3	543	546
VF	1	2	3
VPC	1	2	3
VT	1	22	23
Total General	832	637	1.469

Fuente: Elaboración propia.

Otro antecedente de interés respecto del catastro de derechos realizado, tiene relación a que no todos ellos cuentan con información del punto de captación expresado como coordenadas UTM o geográfica, lo cual limita poder realizar su posterior replanteo en cartografía. El detalle se presenta en la Tabla 5.2.

**Tabla 5.2 Cantidad de Derechos de Aprovechamiento según Tipo de Información del Punto de Captación**

Naturaleza	Cantidad de Derechos		
	Coordenada UTM o Geográficas	Referencias Locales	Total de Derechos
Superficial	88	549	637
Subterránea	807	25	832
Total	895	574	1.469

Fuente: Elaboración propia.

Según, se observa en la Tabla anterior, aproximadamente el 60,9% de los puntos de captación de los derechos de la cuenca se encuentran referenciados en coordenadas UTM.

Respecto de los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales, también se debe destacar que existen casos en que su caudal constituido se encuentra expresado en acciones. De acuerdo al análisis realizado estos derechos ascienden a un total de 510, es decir, 80%.

En la Tabla 5.3 se presenta un cuadro de síntesis con la cantidad de derechos de aprovechamientos constituidos diferenciados según naturaleza y rango de caudal de interés para la solicitud de sistemas de control de extracciones (Anexo 1 de la Resolución DGA N° 3.417 del 2015).

**Tabla 5.3 Cantidad de Derechos de Aprovechamiento según Rangos de Caudal**

Naturaleza	Cantidad de Derechos según Rango Caudal (l/s)			
	>30 Exigencia Mayor	10-30 Exigencia Intermedia	<10 Exigencia Menor	Total de Derechos
Superficial	51	18	56	127
Subterránea	17	36	779	832
Total	70	54	835	959

Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que a falta de definición de criterios para los derechos de aguas superficiales se aplicó el mismo definido en el Anexo 1 de la Resolución DGA



mencionada anteriormente para las aguas subterráneas.

Los resultados del catastro de derechos de aprovechamiento se presentan en Anexo 8, diferenciados según naturaleza.

#### b) Cuenca Piloto del río Maule

De acuerdo a los registros del CPA en la Cuenca Piloto del río Maule, existe un total de 5.835 derechos de aprovechamientos de aguas subterráneas y superficiales, representando los primeros el 37 % de los derechos de la cuenca.

Un aspecto importante de mencionar es que en esta cuenca no se han constituido derechos provisionales.

De acuerdo a la información presentada en la Tabla siguiente, se concluye que la mayor de los derechos corresponde a expedientes ND (Derechos de Aprovechamiento) y UA (Expedientes Antiguos).

Por otra parte los derechos correspondientes a: regularizaciones (NR), cambio de fuente de abastecimiento (VF), cambio de punto de captación y restitución (VPC) y traslado ejercicio del derecho (VT) son los que se presentan en menor cantidad en la cuenca.

**Tabla 5.4 Distribución de Derechos según Código de Expediente y Naturaleza**

Código	Naturaleza		Total
	Subterránea	Superficial	
ND	2.101	1.111	3.212
NR	2	186	188
UA	47	2.336	2.383
VF	0	0	0
VPC	10	0	10
VT	0	42	42
Total General	2.160	3.675	5.835

Fuente: Elaboración propia.

Otro antecedente de interés respecto del catastro de derechos realizado, tiene relación a que no todos ellos cuentan con información del punto de captación expresado como coordenadas UTM o geográfica, lo cual limita poder realizar su posterior replanteo en cartografía. El detalle se muestra en Tabla 5.5.

**Tabla 5.5 Cantidad de Derechos de Aprovechamiento según Tipo de Información del Punto de Captación**

Naturaleza	Cantidad de Derechos		
	Coordenada UTM o Geográficas	Referencias Locales	Total de Derechos
Superficial	2.665	1.010	3.675
Subterránea	1.773	387	2.160
Total	4.438	1.397	5.835

Fuente: Elaboración propia.

Según, se observa en la Tabla anterior, aproximadamente el 76,1% de los derechos de la cuenca sus puntos de captación se encuentran referenciados con coordenadas UTM.

Respecto de los derechos de aprovechamiento de aguas superficiales, también se debe destacar que existen casos en que su caudal constituido se encuentra expresado en acciones. De acuerdo al análisis realizado estos derechos ascienden a un total de 2.290, es decir, un 62,3%

Se presenta un cuadro de síntesis con la cantidad de derechos de derechos de aprovechamientos constituidos diferenciados según naturaleza y rango de caudal de interés para la solicitud de sistemas de control de extracciones (Anexo 1 de la Resolución DGA N° 3.417 del 2015).

Cabe señalar que a falta de definición de criterios para los derechos de aguas superficiales se aplicó el mismo definido en el Anexo 1 de la Resolución DGA mencionada anteriormente para las aguas subterráneas.

**Tabla 5.6 Cantidad de Derechos de Aprovechamiento Según Rangos de Caudal**

Naturaleza	Cantidad de Derechos según Rango Caudal (l/s)			
	>50 Exigencia Mayor	30-50 Exigencia Intermedia	<30 Exigencia Menor	Total de Derechos
Superficial	650	134	601	1.385
Subterránea	222	229	1.709	2.160
Total	872	363	2310	3.545

Fuente: Elaboración propia.

Otro dato de interés respecto del catastro de derechos realizado es que no todos ellos cuentan con información del punto de captación expresado como coordenadas UTM o geográfica, lo cual limita poder realizar su posterior replanteo en cartografía.

Los resultados del catastro de derechos de aprovechamiento se presentan también en Anexo 8, diferenciados según naturaleza.

## 5.2 Selección de Muestras Representativas

### 5.2.1 Definición de Criterios de Selección

Como actividad previa a la selección de los derechos de aprovechamiento tanto de aguas superficiales como subterráneas que serán catastrados para la posterior generación de proyectos de control de extracciones y de transmisión de datos, se realizó la definición de criterios de selección en función de la naturaleza del derecho, tal como se describe a continuación.

#### a) Cuenca del río Choapa

Para los derechos de aguas subterráneas se definieron los siguientes criterios:

- Se seleccionaron en primer lugar aquellos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas a los cuales la DGA solicitó la instalación de sistemas de control de extracciones y que a la fecha se encuentran aprobados. Bajo este criterio se seleccionan aquellas captaciones que tienen instalados sistemas de control de extracciones pero cuya transmisión de datos no es automática.
- Se seleccionaron aquellos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en los que no se la ordenado la instalación de sistemas de control de extracciones mediante resolución DGA, y que cumplen los requisitos de caudal

definido como exigencia mayor (30 l/s) o exigencia intermedia (30-10 l/s) del Anexo 1 de la Resolución DGA N° 3.417 del año 2015.

- Esta información se contrastó con los resultados de los contratos de "Listado de Derechos de Aprovechamiento de Aguas Afectos al Pago de Patentes de los años 2006-2008 realizados por la Consultora Ayala y Cabrera, y los Proyectos realizados por CONIC-BF durante los años 2010 al 2016 con el objeto de identificar la existencia de obras.

En lo que respecta a los derechos de aguas superficiales se aplicaron los siguientes criterios:

- Se seleccionaron aquellos derechos que forman parte de las principales organizaciones de usuarios de la cuenca del río Choapa, es decir pertenecientes a algunas de las 3 Juntas de Vigilancia vigentes.
- De estas organizaciones se seleccionaron aquellos canales que se encuentran inscritos en los Registros de Organizaciones de Usuarios de la DGA y que presentan sus derechos perfeccionados como organización y no en forma individual.
- Dado que en la cuenca del río Choapa a la fecha se han implementado o están en desarrollo proyectos de sistemas de control de extracciones con transmisión de datos, se excluyeron todos los canales pertenecientes a las tres Juntas de Vigilancia que se encuentran en esta condición.

#### **b) Cuenca del río Maule**

Para los derechos de aguas subterráneas se definieron los siguientes criterios:

- Se seleccionaron en primer lugar aquellos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas que cumplen los requisitos de caudal definido como exigencia mayor (30 l/s) o exigencia intermedia (30-10 l/s) del Anexo 1 de la Resolución DGA N° 3.417 del año 2015.
- Esta información se contrastó con los resultados de los contratos de "Listado de Derechos de Aprovechamiento de Aguas Afectos al Pago de Patentes de los años 2006-2008 realizados por la Consultora Ayala y Cabrera, y los Proyectos realizados por CONIC-BF durante los años 2010 al 2016 con el objeto de identificar la existencia de obras.

En lo que respecta a los derechos de aguas superficiales se aplicaron los siguientes criterios:

- Se seleccionaron aquellos derechos que forman parte de las principales organizaciones de usuarios de la cuenca del río Maule, es decir pertenecientes a algunas de las Juntas de Vigilancia vigentes.
- De estas organizaciones se seleccionaron aquellos canales que se encuentran inscritos en los Registros de Organizaciones de Usuarios de la DGA y que presentan sus derechos perfeccionados como organización y no en forma individual.
- Dado que en la cuenca del río Maule a la fecha se han implementado o están en desarrollo proyectos de sistemas de control de extracciones con transmisión de datos, se excluyeron todos los canales pertenecientes a las Juntas de Vigilancia que se encuentran en esta condición.

### 5.2.2 Aplicación de Filtros y Generación de Muestras de Captaciones

Teniendo como base los criterios de selección definidos anteriormente a los catastros de derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas y de canales pertenecientes a las Juntas de Vigilancia se realizó la selección de la muestra de captaciones que serán catastradas para la formulación en etapas posteriores de proyectos de sistemas de control de extracciones y de transmisión de datos.

De acuerdo a lo señalado la propuesta de derechos a ser catastrados es la siguiente:

**Tabla 5.7 Cantidad de Captaciones Potenciales de ser Catastradas**

Naturaleza	Cuenca		
	Río Choapa	Río Maule	Total de Captaciones
Superficial	26	73	99
Subterránea	54	379	433
Total	80	452	532

Fuente: Elaboración propia.

De los derechos mencionados en la tabla anterior, se seleccionó un subconjunto de 120 puntos, para los cuales se elaboran posteriormente los respectivos proyectos.

Mayores detalles de ellas se presentan en Anexo 9.3.

### 5.3 Generación de Catastro de Captaciones

Con el objeto de optimizar los resultados de las campañas de terreno, se realizó una planificación de gabinete previo a su realización.

En primer lugar como parte de esta planificación se preparó la documentación técnica que será requerida en la campaña, tales como fichas de catastro, carta de presentación y cartografía con la representación de las captaciones a ser catastradas.

En lo que se refiere a las fichas de catastro se realizó una propuesta de ficha de catastro tanto para las captaciones de derechos de aprovechamiento de aguas superficiales como subterráneas.

El diseño de las fichas de terreno se realizó teniendo como base la experiencia de este Consultor en la ejecución de campañas de terreno como parte de los contratos de Pago de Patentes y de Control de Extracciones que ha desarrollado para la DGA, más los requerimientos definidos en los Términos de Referencia de la presente consultoría.

Esta ficha de terreno permite recabar información respecto de su titular, características del derecho, ubicación de las obras de captación, características técnicas de la captación, de su sistema de control de extracciones y de transmisión de datos, si existiese.

Adicionalmente, en esta ficha de terreno se presenta una monografía y fotografías de las captaciones, como testimonio de la visita realizada.

Mayores detalles de la ficha de terreno que ha sido propuesta se presentan en Anexo 9.

Por otra parte se efectuó la representación espacial de los puntos de captación en la base cartográfica IGM digital, determinándose con ello el grado de accesibilidad dada la existencia de rutas y estado de conservación de ellas.

De esta forma toda la información de los derechos seleccionada fue espacializada a través de la generación de cartografía de apoyo en escala adecuada, con base en el uso del software ArcGis.

En aquellos casos en donde la cartografía IGM, no permitió representar adecuadamente las vías de acceso a los puntos de captación, principalmente caminos de acceso predial, se utilizó como herramienta de apoyo el programa Google Earth y GPS.

Los archivos shapefiles de las captaciones fueron exportados a formato kml compatible con Google Earth.

Otro de los aspectos que abordados en la planificación son de tipo logístico.

Se definieron 2 equipos de terreno que trabajarán en forma simultánea. Cada una de ellos, conformado por el profesional responsable y su respectivo ayudante.

Cada equipo dispone de un notebook con el objeto de generar cada ficha de terreno en formato digital al momento de la visita, además de elementos de protección personal y movilización.

Los elementos de terreno que cuenta cada equipo son los siguientes:

- Camioneta
- GPS
- Cámara Digital
- Notebook
- Teléfono Celular
- Nivel Topográfico
- Pozómetro
- Huinchas
- Equipamiento de protección personal (zapatos de seguridad, chaleco reflectante, cascos y antiparras).
- Flujómetro portátil no invasivo.
- Molinete digital (velocidad).

A partir de los resultados de la campaña de terreno fue posible caracterizar la infraestructura a nivel de bocatomas y de control de extracciones que hacen uso.

En las Tablas siguientes, se presenta un resumen de las captaciones catastradas y de los sistemas de control de extracción a que hacen uso Así también esta información se presenta en los Planos 3 y 4 .

**Tabla 5.8 Resumen de Captaciones Visitadas y Descripción del Sistema de Control de Extracciones Existente. Cuenca Piloto del río Choapa**

N°	Expediente	Descripción	Coordenadas UTM				Referencia Ubicación	Q (l/s)	Tipo Captación	Conexión a red Eléctrica	Con señal celular	Situación Actual
			Norte (m)	Este (m)	Datum	Huso						
1	ND-0403-123	Definida en acto constitutivo	6496616	345932	PSAD1956	19		94	Subterránea			Con Sistema de Control de Extracciones, flujómetro Promag W (Endress Hauser) y transmisión de datos fibra óptica
		Obtenida en terreno	6469235	345748	WGS 1984	19				Si		
		Flujómetro o sección de aforo existente	6469235	345746	WGS 1984	19						
2	ND-0403-357	Definida en acto constitutivo	6470354	341175	PSAD1956	19		10	Subterránea			Con sistema de control de extracción, mediante un flujómetro mecánico marca DOROT, y sin transmisión de datos.
		Obtenida en terreno	6470032	340967	WGS 1984	19				Si	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente	6470032	340967	WGS 1984	19						
3	ND-0403-800018	Definida en acto constitutivo	6471000	338000	PSAD1956	19		65	Subterránea			Con Sistema de control de Extracciones mediante flujómetro electromagnético y sin sistema de transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6470803	337697	WGS 1984	19				Si	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente	6470802	337696	WGS 1984	19						
4	ND-0403-168	Definida en acto constitutivo	6471085	336757	PSAD1956	19		16	Subterránea			Con Sistema de control de Extracciones, mediante un flujómetro mecánico (m <sup>3</sup> ) (MWN100, POWOGAZ) y sin sistema de transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6470735	336695	WGS 1984	19				Si	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente	6470750	336571	WGS 1984	19						
5	ND-0403-800017	Definida en acto constitutivo	6471500	336000	PSAD1956	19		100	Subterránea			Con Sistema de control de Extracciones mediante flujómetro electromagnético y sin sistema de transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6471140	335585	WGS 1984	19				Si	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente	6471140	335586	WGS 1984	19						
6	ND-0403-800016	Definida en acto constitutivo	6470000	334000	PSAD1956	19		80	Subterránea			Con Sistema de control de Extracciones mediante flujómetro electromagnético y sin sistema de transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6469994	333782	WGS 1984	19				Si	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente	6469994	333774	WGS 1984	19						
7	ND-0403-199	Definida en acto constitutivo	6472097	328280	PSAD1956	19		25	Subterránea			Con Sistema de control de Extracciones, mediante flujómetro mecánico y sin sistema de transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6471748	328085	WGS 1984	19				Si	Si	

N°	Expediente	Descripción	Coordenadas UTM				Referencia Ubicación	Q (l/s)	Tipo Captación	Conexión a red Eléctrica	Con señal celular	Situación Actual
			Norte (m)	Este (m)	Datum	Huso						
		Flujómetro o sección de aforo existente	6471749	328083	WGS 1984	19						
8	ND-0403-800015	Definida en acto constitutivo	6472500	328000	PSAD1956	19		75	Subterránea			Con Sistema de control de Extracciones mediante flujómetro electromagnético y sin sistema de transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6472262	327683	WGS 1984	19				Si	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente	6472265	327686	WGS 1984	19						
9	ND-0403-1583	Definida en acto constitutivo	6475049	325443	PSAD1956	19		12	Subterránea			Con Sistema de control de Extracciones, mediante un flujómetro mecánico y sin sistema de transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6474728	325245	WGS 1984	19				Si	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente	6474728	325244	WGS 1984	19						
10	ND-0403-863	Definida en acto constitutivo	6477497	321691	PSAD1956	19		10	Subterránea			Con sistema de control de extracciones mediante un flujómetro mecánico (contador HF10L), sin sistema de transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6477177	321493	WGS 1984	19				Si	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente	6477177	321493	WGS 1984	19						
11	ND-0403-800013	Definida en acto constitutivo	6478000	320000	PSAD1956	19		85	Subterránea			Con Sistema de control de Extracciones mediante flujómetro electromagnético y sin sistema de transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6477611	319906	WGS 1984	19				Si	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente	6477613	319907	WGS 1984	19						
12	ND-0403-800012	Definida en acto constitutivo	6478500	318000	PSAD1956	19		55	Subterránea			Con Sistema de control de Extracciones mediante flujómetro electromagnético y sin sistema de transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6478267	318061	WGS 1984	19				Si	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente	6478269	318063	WGS 1984	19						
13	ND-0403-800019	Definida en acto constitutivo	6480000	317000	PSAD1956	19		60	Subterránea			Con Sistema de control de Extracciones mediante flujómetro electromagnético y sin sistema de transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6479271	316781	WGS 1984	19				Si	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente	6479598	316983	WGS 1984	19						
14	ND-0403-713	Definida en acto constitutivo	6481443	309867	PSAD1956	19		10	Subterránea			Con sistema de control de extracciones mediante un flujómetro mecánico, y sin sistema de transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6481441	309864	WGS 1984	19				Si	Si	

N°	Expediente	Descripción	Coordenadas UTM				Referencia Ubicación	Q (l/s)	Tipo Captación	Conexión a red Eléctrica	Con señal celular	Situación Actual	
			Norte (m)	Este (m)	Datum	Huso							
		Flujómetro o sección de aforo existente	6481441	309864	WGS 1984	19							
15	VPC-0403-32	Definida en acto constitutivo	6485564	300207	WGS 1984	19		15	Subterránea			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	
		Obtenida en terreno	6485563	300183	WGS 1984	19					Si		Si
		Flujómetro o sección de aforo existente											
16	ND-0403-239-1	Definida en acto constitutivo	6486450	299600	PSAD1956	19		12	Subterránea			Sin Sistema de control de Extracciones y transmisión de datos	
		Obtenida en terreno	6486101	299405	WGS 1984	19					Si		Si
		Flujómetro o sección de aforo existente											
17	ND-0403-714	Definida en acto constitutivo	6497063	277190	PSAD1956	19		10.8	Subterránea			Sin Sistema de control de Extracciones y transmisión de datos	
		Obtenida en terreno	6496753	276985	WGS 1984	19					Si		Si
		Flujómetro o sección de aforo existente				19							
18	ND-0403-186	Definida en acto constitutivo	6502268	259906	PSAD1956	19		45	Subterránea			Con Sistema de control de Extracciones, mediante un flujómetro mecánico (no se encuentra instalado) y sin sistema de transmisión de datos	
		Obtenida en terreno	6501935	259709	WGS 1984	19					Si		Si
		Flujómetro o sección de aforo existente											
19	ND-0403-169	Definida en acto constitutivo	6501319	259807	PSAD1956	19		44	Subterránea			Con sistema de control de extracción, mediante un flujómetro mecánico, usado y en estado regular, y sin transmisión de datos.	
		Obtenida en terreno	6500991	259629	WGS 1984	19					Si		Si
		Flujómetro o sección de aforo existente	6501278	259771	WGS 1984	19							
20	ND-0403-800029	Definida en acto constitutivo	6475902	311089	PSAD 1956	19		12	Subterránea			Sin Sistema de control de Extracciones y transmisión de datos	
		Obtenida en terreno	6475577	310904	WGS 1984	19					Si		No
		Flujómetro o sección de aforo existente											
21	ND-0403-800028	Definida en acto constitutivo	6476402	311125	PSAD 1956	19		12	Subterránea			Sin Sistema de control de Extracciones y transmisión de datos	
		Obtenida en terreno	6476112	310936	WGS 1984	19					Si		No



N°	Expediente	Descripción	Coordenadas UTM				Referencia Ubicación	Q (l/s)	Tipo Captación	Conexión a red Eléctrica	Con señal celular	Situación Actual
			Norte (m)	Este (m)	Datum	Huso						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
22	ND-0403-116	Definida en acto constitutivo	6502115	300492	PSAD1956	19		12	Subterránea			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6501757	300309	WGS 1984	19				Si	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente										
23	ND-0403-302-2	Definida en acto constitutivo	6500392	292418	PSAD1956	19		16	Subterránea			Sin Sistema de control de Extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6500011	292243	WGS 1984	19				Si	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente										
24	ND-0403-302-1	Definida en acto constitutivo	6500310	292512	PSAD1956	19		23	Subterránea			Sin Sistema de control de Extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6499946	292347	WGS 1984	19				Si	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente										
25	ND-0403-310-1	Definida en acto constitutivo	6495869	291488	PSAD1956	19		10	Subterránea			Sin Sistema de control de Extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6495494	291307	WGS 1984	19				No	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente				19						
26	ND-0403-310-2	Definida en acto constitutivo	6495808	291446	PSAD1956	19		12	Subterránea			Sin Sistema de control de Extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6495429	291263	WGS 1984	19				No	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente				19						
27	ND-0403-311	Definida en acto constitutivo	6495658	290427	PSAD1956	19		20	Subterránea			Sin Sistema de control de Extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6495277	290246	WGS 1984	19				No	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente				19						
28	ND-0403-221-1	Definida en acto constitutivo	6495200	288200	PSAD1956	19		24	Subterránea			Sin Sistema de control de Extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6494879	288057	WGS 1984	19				No (generación portátil)	Si	

N°	Expediente	Descripción	Coordenadas UTM				Referencia Ubicación	Q (l/s)	Tipo Captación	Conexión a red Eléctrica	Con señal celular	Situación Actual
			Norte (m)	Este (m)	Datum	Huso						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
29	ND-0403-221-3	Definida en acto constitutivo	6494360	286000	PSAD1956	19		15	Subterránea	No (generación portátil)	Si	Sin Sistema de control de Extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6494021	285842	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
30	ND-0403-221-2	Definida en acto constitutivo	6494200	285900	PSAD1956	19		15	Subterránea	No (generación portátil)	Si	Sin Sistema de control de Extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6493956	285748	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
1	NC-0403-53-1	Definida en acto constitutivo				19	Situada en la ribera izquierda del Estero Almendrillo, aproximadamente a 50 m aguas arriba de la confluencia con Quebrada Cencerro, Comuna de Salamanca	83.02	Superficial	No	No	Con sistema de control de extracciones mediante canal Parshall, y sin transmisión de datos.
		Obtenida en terreno	6450714	350354	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente	6451254	350316	WGS 1984	19						
2	NC-0403-22-1	Definida en acto constitutivo				19	Bocatoma situada en la ribera izquierda del Estero Almendrillo, aproximadamente a 350 m aguas arriba de la confluencia del Estero Almendrillo con el río Choapa, en la comuna de Salamanca	104	Superficial	No	No	Con sistema de control de extracciones mediante canal Parshall, y sin transmisión de datos.
		Obtenida en terreno	6458730	350823	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente	6458889	350770	WGS 1984	19						
3	NC-0403-106-1	Definida en acto constitutivo				19	Bocatoma situada en la ribera izquierda del Estero Tencadan, aproximadamente a 200 mts. aguas abajo de la confluencia con la Quebrada Honda, en la comuna de Salamanca	100	Superficial	No	Si	Con sistema de control de extracciones mediante canal Parshall, y sin transmisión de datos.
		Obtenida en terreno	6470251	347191	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
4	NC-0403-107-1	Definida en acto constitutivo					Bocatoma situada en la ribera derecha del Estero Tencadan, aproximadamente 50 mts. aguas abajo de la confluencia con la Quebrada Honda, en la comuna de Salamanca	50	Superficial	No	Si	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6470271	347085	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente										

N°	Expediente	Descripción	Coordenadas UTM				Referencia Ubicación	Q (l/s)	Tipo Captación	Conexión a red Eléctrica	Con señal celular	Situación Actual
			Norte (m)	Este (m)	Datum	Huso						
5	NC-0403-102-1	Definida en acto constitutivo				19	Bocatoma situada en la ribera izquierda del río Cuncumen, aproximadamente a 500 mts. aguas arriba de la confluencia con el Estero Tencadan, en la comuna de Salamanca	160	Superficial	No	Si	Con sistema de control de extracciones mediante canal Parshall, y sin transmisión de datos.
		Obtenida en terreno	6471133	346616	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente	6471099	346588	WGS 1984	19						
6	NC-0403-103-1	Definida en acto constitutivo					Bocatoma situada en la ribera derecha del río Cuncumen, aproximadamente a 2000 mts. aguas abajo de la confluencia con la Quebrada Honda, en la comuna de Salamanca	90	Superficial	No	Si	Con sistema de control de extracciones mediante canal Parshall, y sin transmisión de datos.
		Obtenida en terreno	6470704	345492	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente	6470707	345422	WGS 1984	19						
7	NC-0403-56-1	Definida en acto constitutivo	6496263	278093	WGS 1984	19	Situada en la ribera izquierda del río Choapa aproximadamente a 700 m aguas arriba de la confluencia del río Choapa con la Quebrada Juana, Comuna de Mincha	40	Superficial	No	Si	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6496311	278063	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente	-	-	-	-						
8	NC-0403-96-1	Definida en acto constitutivo	6501628	271742	WGS 1984	19	Bocatoma ubicada en la ribera izquierda del río Choapa a aproximadamente 200 mts. aguas arriba de la confluencia de dicho río con la Quebrada Jorquera en la comuna de Mincha	93	Superficial	No	Si	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6501560	271802	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
9	NC-0403-55	Definida en acto constitutivo						82	Superficial	No	Si	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6502542	271135	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
10	NC-0403-124-1	Definida en acto constitutivo	6503011	264416	WGS 1984	19	Bocatoma situada en la ribera izquierda del río Choapa, aproximadamente a 400 mts. aguas arriba de la confluencia con el Estero Canela, en la comuna de Salamanca	800	Superficial	No	Si	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6502113	259985	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
11	NC-0403-125-1	Definida en acto constitutivo	6502126	260017	WGS 1984	19	Bocatoma situada en la ribera izquierda del río Choapa, aproximadamente a 400 mts. aguas abajo de la confluencia con el Estero Canela, en la comuna de Salamanca	150	Superficial	No	Si	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6502113	259985	WGS 1984	19						

N°	Expediente	Descripción	Coordenadas UTM				Referencia Ubicación	Q (l/s)	Tipo Captación	Conexión a red Eléctrica	Con señal celular	Situación Actual	
			Norte (m)	Este (m)	Datum	Huso							
		Flujómetro o sección de aforo existente											
12	NC-0403-129-1	Definida en acto constitutivo	6491544	337225	WGS 1984	19	Bocatoma situada en la ribera izquierda del río Chalinga, aproximadamente a 6000 mts. aguas arriba de la confluencia con la Quebrada de Llamuco, en la comuna de Salamanca	300	Superficial			Con sistema de control de extracciones mediante canal Parshall, y sin transmisión de datos.	
		Obtenida en terreno	6491575	337225	WGS 1984	19					No		No
		Flujómetro o sección de aforo existente	6491496	337206	WGS 1984	19							
13	NC-0403-130-1	Definida en acto constitutivo	6490736	335025	WGS 1984	19	Bocatoma situada en la ribera izquierda del río Choapa, aproximadamente a 3,5 kms. aguas arriba de la confluencia con la Quebrada de Llamuco, en la comuna de Salamanca	59	Superficial			Con sistema de control de extracciones mediante canal Parshall, y sin transmisión de datos.	
		Obtenida en terreno	6490794	335431	WGS 1984	19					No		No
		Flujómetro o sección de aforo existente	6490743	334995	WGS 1984	19							
14	NC-0403-131-1	Definida en acto constitutivo	6490023	328776	WGS 1984	19	Bocatoma situada en la ribera izquierda del río Chalinga, aproximadamente a 2 kms. aguas abajo de la confluencia con la Quebrada de Llamuco, en la comuna de Salamanca	290	Superficial			Con sistema de control de extracciones mediante canal Parshall, y sin transmisión de datos.	
		Obtenida en terreno	6490549	329580	WGS 1984	19					No		Si
		Flujómetro o sección de aforo existente	6489985	328851	WGS 1984	19							
15	NC-0403-141-1	Definida en acto constitutivo	6488401	324533	WGS 1984	19	Ribera derecha del río Chalinga, aprox. a 3,5 km aguas arriba de la confluencia con la de Cunlagua en la comuna de Salamanca	28	Superficial			Con sistema de control de extracciones mediante canal Parshall, y sin transmisión de datos.	
		Obtenida en terreno	6488413	324630	WGS 1984	19					No		Si
		Flujómetro o sección de aforo existente	6488400	324543	WGS 1984	19							
16	NC-0403-87-1	Definida en acto constitutivo				19	Ribera derecha del río Chalinga, aprox. a 1100 m aguas arriba de la confluencia del río Chalinga con la Quebrada Cunlagua ; comuna de Salamanca	200	Superficial			Con sistema de control de extracciones mediante canal Parshall, y sin transmisión de datos.	
		Obtenida en terreno	6487634	322074	WGS 1984	19					No		No
		Flujómetro o sección de aforo existente	6487578	321947	WGS 1984	19							
17	NC-0403-43-1	Definida en acto constitutivo	6487429	320349	WGS 1984	19	Bocatoma ubicada en la ribera izquierda del río Chalinga aproximadamente a 800 mts. aguas abajo de la confluencia del río Chalinga con la Quebrada Cunlagua; comuna de Salamanca; río Chalinga	140	Superficial			Con sistema de control de extracciones mediante canal Parshall, y sin transmisión de datos.	
		Obtenida en terreno	6487391	320515	WGS 1984	19					No		Si
		Flujómetro o sección de aforo existente	6487422	320321	WGS 1984	19							

N°	Expediente	Descripción	Coordenadas UTM				Referencia Ubicación	Q (l/s)	Tipo Captación	Conexión a red Eléctrica	Con señal celular	Situación Actual
			Norte (m)	Este (m)	Datum	Huso						
18	NC-0403-70-1	Definida en acto constitutivo	6487429	320349	WGS 1984	19	Situada en la vertiente los guindos ubicada en la orilla derecha del rio Chalinga a 1,2 km aproximadamente aguas abajo de la confluencia con la Quebrada Cunlagua; comuna de Salamanca	28	Superficial			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6487427	319848	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente	-	-	-	-						
19	NC-0403-42-1	Definida en acto constitutivo	6487357	319360	WGS 1984	19	Bocatoma situada en la ribera derecha del rio Chalinga, aproximadamente a 100 mts. aguas debajo de la confluencia del rio Chalinga con la Quebrada de Piche; comuna de Salamanca	50	Superficial			Con sistema de control de extracciones mediante canal Parshall, y sin transmisión de datos.
		Obtenida en terreno	6487342	319596	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente	6487358	319359	WGS 1984	19						
20	NC-0403-76-1	Definida en acto constitutivo	6487297	318230	WGS 1984	19	Situada en la ribera derecha del rio Chalinga aproximadamente a 1300 m aguas abajo de la confluencia del rio Chalinga con la Quebrada De Piche; comuna de Salamanca	150	Superficial			Con sistema de control de extracciones mediante canal Parshall, y sin transmisión de datos.
		Obtenida en terreno	6487091	318755	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente	6487267	318004	WGS 1984	19						
21	NC-0403-77-1	Definida en acto constitutivo	6486695	316529	WGS 1984	19	Situada en la ribera izquierda del rio Chalinga aproximadamente a 400 m aguas abajo de la confluencia del rio Chalinga con la Quebrada Litiguao; comuna de Salamanca	119	Superficial			Con sistema de control de extracciones mediante canal Parshall, y sin transmisión de datos.
		Obtenida en terreno	6486692	316252	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente	6486615	316041	WGS 1984	19						
22	NC-0403-95-1	Definida en acto constitutivo	6486694	316528	WGS 1984	19	Está situada en su ribera derecha aproximadamente a 850 metros aguas arriba de la confluencia del rio Chalinga con la Quebrada Litiguao en la comuna de Salamanca	230	Superficial			Con sistema de control de extracciones mediante canal Parshall, y sin transmisión de datos.
		Obtenida en terreno	6486692	316252	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente	6486865	315772	WGS 1984	19						
23	NC-0403-94-1	Definida en acto constitutivo	6486226	314974	WGS 1984	19	Bocatoma situada en la ribera derecha del rio Chalinga, a aproximadamente 700 mts. aguas abajo de la confluencia del rio Chalinga con la Quebrada de Litiguao ; comuna de Salamanca	120	Superficial			Con sistema de control de extracciones mediante canal Parshall, y sin transmisión de datos.
		Obtenida en terreno	6486760	314878	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente	6486758	314873	WGS 1984	19						
24	NA-0403-5-1	Definida en acto constitutivo	6517313	332114	WGS 1984	19	N/A	15.76	Superficial			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos

N°	Expediente	Descripción	Coordenadas UTM				Referencia Ubicación	Q (l/s)	Tipo Captación	Conexión a red Eléctrica	Con señal celular	Situación Actual
			Norte (m)	Este (m)	Datum	Huso						
		Obtenida en terreno	6516959	332109	WGS 1984	19			No	No		
		Flujómetro o sección de aforo existente										
25	NC-0403-96-1	Definida en acto constitutivo	6514856	329601	-	19	Bocatoma ubicada en la ribera izquierda del río Choapa a aproximadamente 200 mts. aguas arriba de la confluencia de dicho río con la Quebrada Jorquera en la comuna de Mincha	41.7	Superficial			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6514588	329398	WGS 1984	19				No	No	
		Flujómetro o sección de aforo existente										
26	NA-0403-8-1	Definida en acto constitutivo	6512205	327506	WGS 1984	19	N/A	10.94	Superficial			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6511768	327275	WGS 1984	19				No	No	
		Flujómetro o sección de aforo existente										
27	NA-0403-15-1	Definida en acto constitutivo	6507379	321683	WGS 1984	19	N/A	9.77	Superficial			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6506568	321110	WGS 1984	19				No	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente	-	-	-	-						
28	NA-0403-19-1	Definida en acto constitutivo	6506492	312295			N/A	42.31	Superficial			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6506197	311925	WGS 1984	19				No	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente	-	-	-	-						
29	NA-0403-20-1	Definida en acto constitutivo	6505563	310065			N/A	32.9	Superficial			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6505033	309568	WGS 1984	19				No	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente	-	-	-	-						
30	NA-0403-22-1	Definida en acto constitutivo	6504284	307645			N/A	44.51	Superficial			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6503971	304487	WGS 1984	19				No	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente	-	-	-	-						

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.9 Resumen de Captaciones Visitadas y Descripción del Sistema de Control de Extracciones Existente. Cuenca Piloto del río Maule**

N°	Expediente	Descripción	Coordenadas UTM				Referencia Ubicación	Q (l/s)	Tipo Captación	Conexión a red Eléctrica	Con señal celular	Situación Actual
			Norte (m)	Este (m)	Datum	Huso						
1	ND-0702-919	Definida en acto constitutivo	6106107	293802	PSAD 1956	19		66	Subterránea	Si	Si	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6105737	293588	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
2	ND-0702-1335	Definida en acto constitutivo	6065507	267242	WGS 1984	19		95	Subterránea	Si	Si	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6065520	267271	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
3	ND-0704-1459B	Definida en acto constitutivo	6045034	273588	PSAD 1956	19		56	Subterránea	Si	Si	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6044731	273388	WGS 1984	18						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
4	ND-0703-5663	Definida en acto constitutivo	6047873	266147	PSAD 1956	19		58	Subterránea	Si	Si	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6047556	265954	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
5	ND-0703-1058	Definida en acto constitutivo	6047764	253171	PSAD 1956	19		99	Subterránea	Si	Si	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6047470	252919	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
6	ND-0703-1449	Definida en acto constitutivo	6022200	264400	PSAD 1956	19		60	Subterránea	Si	Si	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6021939	264181	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
7	ND-0703-5917	Definida en acto constitutivo	5989322	259130	WGS 1984	19		80	Subterránea	Si	Si	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	5989629	259321	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
8	ND-0703-5630	Definida en acto constitutivo	5989578	256377	PSAD 1956	19		90	Subterránea	Si	Si	Con sistema de control de extracción, mediante flujómetro y sin transmisión de datos
		Obtenida en terreno	5989580	256377	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente	5989271	256179	WGS 1984	19						
9	ND-0703-5610	Definida en acto constitutivo	5990497	252875	PSAD 1956	19		70	Subterránea			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de

N°	Expediente	Descripción	Coordenadas UTM				Referencia Ubicación	Q (l/s)	Tipo Captación	Conexión a red Eléctrica	Con señal celular	Situación Actual
			Norte (m)	Este (m)	Datum	Huso						
		Obtenida en terreno	5990192	252677	WGS 1984	19			Si	Si	datos	
		Flujómetro o sección de aforo existente										
10	ND-0703-6111	Definida en acto constitutivo	5988910	253152	WGS 1984	19	65	Subterránea			Con sistema de control de extracción, mediante flujómetro mecánico, electromagnético y sin transmisión de datos	
		Obtenida en terreno	5988915	253149	WGS 1984	19			Si	Si		
		Flujómetro o sección de aforo existente	5988912	253149	WGS 1984	19						
11	ND-0703-6457	Definida en acto constitutivo	5987251	253005	WGS 1984	19	54	Subterránea			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	
		Obtenida en terreno	5987247	253004	WGS 1984	19			Si	Si		
		Flujómetro o sección de aforo existente										
12	ND-0703-6497	Definida en acto constitutivo	5985087	237847	WGS 1984	19	57	Subterránea			Con sistema de control de extracción, mediante flujómetro Bermad y sin transmisión de datos	
		Obtenida en terreno	5985090	237850	WGS 1984	19			No (generación portátil)	Si		
		Flujómetro o sección de aforo existente	5985089	237846	WGS 1984	19						
13	ND-0703-6329	Definida en acto constitutivo	5984557	236570	WGS 1984	19	65	Subterránea			Con sistema de control de extracción, mediante Contador (m³) y sin transmisión de datos	
		Obtenida en terreno	5984556	236574	WGS 1984	19			Si	Si		
		Flujómetro o sección de aforo existente	5984556	236574	WGS 1984	19						
14	ND-0704-1743	Definida en acto constitutivo	5998000	755826	PSAD 1956	18	70	Subterránea			Con sistema de control de extracción, mediante flujómetro mecánico (BERMAD) y sin transmisión de datos. Agrosuccess	
		Obtenida en terreno	5997693	755575	WGS 1984	18			Si	Si		
		Flujómetro o sección de aforo existente	5997693	755575	WGS 1984	18						
15	ND-0704-1742	Definida en acto constitutivo	5998008	756475	PSAD 1956	18	60	Subterránea			Con sistema de control de extracción, mediante flujómetro mecánico (BERMAD) y sin transmisión de datos. Agrosuccess	
		Obtenida en terreno	5997746	756183	WGS 1984	18			Si	Si		
		Flujómetro o sección de aforo existente	5997743	756179	WGS 1984	18						
16	ND-0704-1741	Definida en acto constitutivo	5998230	756093	PSAD 1956	18	60	Subterránea			Con sistema de control de extracción, mediante flujómetro mecánico (BERMAD) y sin transmisión de datos. Agrosuccess	
		Obtenida en terreno	5997917	755851	WGS 1984	18			Si	Si		
		Flujómetro o sección de aforo existente	5997917	755851	WGS 1984	18						
17	ND-0704-1790	Definida en acto constitutivo	6009903	763207	PSAD 1956	18	90	Subterránea			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	
		Obtenida en terreno	6009607	762960	WGS 1984	18			No (generación portátil)	Si		



N°	Expediente	Descripción	Coordenadas UTM				Referencia Ubicación	Q (l/s)	Tipo Captación	Conexión a red Eléctrica	Con señal celular	Situación Actual
			Norte (m)	Este (m)	Datum	Huso						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
18	ND-0703-6121	Definida en acto constitutivo	6010322	768580	WGS 1984	18		72	Subterránea			Con sistema de control de extracción, mediante flujómetro electromagnético (WELLFORD) y sin transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6010318	768577	WGS 1984	18				Si	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente	6010320	768581	WGS 1984	18						
19	ND-0703-5929	Definida en acto constitutivo	6013998	769822	PSAD 1956	18		80	Subterránea			Con sistema de control de extracción, mediante flujómetro electromagnético (Wellford) y sin transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6013703	769577	WGS 1984	18				Si	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente	6013706	769578	WGS 1984	18						
20	ND-0703-6182	Definida en acto constitutivo	6014278	768278	WGS 1984	18		81	Subterránea			Con sistema de control de extracción, mediante flujómetro electromagnético (WELLFORD) y sin transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6014280	768276	WGS 1984	18				Si	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente	6014276	768276	WGS 1984	18						
21	ND-0704-1886	Definida en acto constitutivo	6014212	749730	PSAD 1956	18		120	Subterránea			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6013917	749491	WGS 1984	18				Si	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente										
22	ND-0704-1867	Definida en acto constitutivo	6013757	749685	WGS 1984	18		130	Subterránea			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6013760	749686	WGS 1984	18				Si	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente										
23	ND-0704-1970	Definida en acto constitutivo	6013156	753434	WGS 1984	18		82.5	Subterránea			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6013150	753434	WGS 1984	18				Si	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente										
24	ND-0704-1747	Definida en acto constitutivo	6019031	761275	PSAD 1956	18		60	Subterránea			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6018736	761029	WGS 1984	18				Si	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente										
25	ND-0704-1751	Definida en acto constitutivo	6020769	763831	PSAD 1956	18		60	Subterránea			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6020522	763598	WGS 1984	18				Si	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente										
26	ND-0704-1850	Definida en acto constitutivo	6023311	762418	WGS 1984	18		60	Subterránea			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de

N°	Expediente	Descripción	Coordenadas UTM				Referencia Ubicación	Q (l/s)	Tipo Captación	Conexión a red Eléctrica	Con señal celular	Situación Actual
			Norte (m)	Este (m)	Datum	Huso						
		Obtenida en terreno	6023308	762420	WGS 1984	18			Si	Si	datos	
		Flujómetro o sección de aforo existente										
27	ND-0704-1668	Definida en acto constitutivo	6024315	766246	PSAD 1956	18		52	Subterránea			Con sistema de control de extracción, mediante flujómetro mecánico y sin transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6024017	765994	WGS 1984	18				Si	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente	6024011	765992	WGS 1984	18						
28	ND-0704-1715	Definida en acto constitutivo	6025039	764776	PSAD 1956	18		60	Subterránea			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6024748	764528	WGS 1984	18				Si	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente										
29	ND-0704-1836	Definida en acto constitutivo	6026920	766314	WGS 1984	18		86	Subterránea			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6026921	766317	WGS 1984	18				No (generación portátil)	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente										
30	ND-0704-2059	Definida en acto constitutivo	6039188	765071	WGS 1984	18		60	Subterránea			Con sistema de control de extracción, mediante flujómetro mecánico y sin transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6039185	765073	WGS 1984	18				Si	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente	6039184	765073	WGS 1984	18						
1	NC-0702-49947	Definida en acto constitutivo					Bocatoma ubicada en la ribera izquierda del canal Higuera Lircay, aproximadamente a 5200 metros aguas arriba del puente Las Rastras, del camino público de Talca a Las Lomas sobre el río Lircay	1393.77	Superficial			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6066455	293934	WGS 1984	19				No	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente										
2	NC-0702-50041	Definida en acto constitutivo					Ribera derecha en el predio rol 81- 194, aproximadamente 4100 metros aguas abajo de la desembocadura del Estero Picazo en el río Lircay	600	Superficial			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6076493	280897	WGS 1984	19				No	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente										
3	NC-0702-49989	Definida en acto constitutivo					Se extraen mediante el canal Lagunillas cuya bocatoma está situada en su ribera derecha aproximadamente a 5,80 km aguas arriba de desembocadura de Quebrada La Zorra en río Lircay	167	Superficial			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6076136	279675	WGS 1984	19				No	Si	

N°	Expediente	Descripción	Coordenadas UTM				Referencia Ubicación	Q (l/s)	Tipo Captación	Conexión a red Eléctrica	Con señal celular	Situación Actual
			Norte (m)	Este (m)	Datum	Huso						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
4	NC-0702-50042	Definida en acto constitutivo					Ribera derecha en el predio rol 82- 23 comuna de Pelarco, aproximadamente 300 metros aguas arriba de la desembocadura de la Quebrada La Zorra en el río Lircay	843.6	Superficial	No	Si	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6077399	275180	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
5	NC-0702-49944	Definida en acto constitutivo					Bocatoma situada en la ribera derecha del canal Las Suizas, aproximadamente 10 metros aguas abajo de la desembocadura del Estero Las Suizas en el río Maule, comuna de San Clemente	210.75	Superficial	No	Si	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6041479	318411	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente			-	-						
6	NC-0702-49933	Definida en acto constitutivo						472.3	Superficial	Si ver ficha	Si	Con sección de aforo, regla limnimétrica y sin transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6056832	280898	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente	6056893	280832	WGS 1984	19						
7	NC-0703-515 / NC-0703-516	Definida en acto constitutivo					Canal Álamos posee 948,2 l/s; Canal Lama posee 1051,82 l/s ; ribera derecha aproximadamente 10,7 kilómetros aguas arriba del puente de Arcos del camino de Linares a Llepo, sobre el río Ancoa		Superficial	No	Si	Con sección de aforo, regla limnimétrica y sin transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6022492	282572	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente	6022468	282537	WGS 1984	19						
8	NC-0703-514	Definida en acto constitutivo	6022164	281147	WGS 1984	19		1000	Superficial	No	Si	Con sección de aforo, regla limnimétrica y sin transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6022155	281147	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
9	NC-0703-691	Definida en acto constitutivo					Bocatoma compartda con canal Encinas	1000	Superficial	No	Si	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6022155	281147	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
10	NC-0703-672	Definida en acto constitutivo					Bocatoma de difícil acceso; situada en la ribera izquierda del río Ancoa, a aproximadamente 3000 mts. aguas arriba del puente Ancoa del camino de Linares al Hualpi	140	Superficial	No	Si	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6024029	269342	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente										

N°	Expediente	Descripción	Coordenadas UTM				Referencia Ubicación	Q (l/s)	Tipo Captación	Conexión a red Eléctrica	Con señal celular	Situación Actual
			Norte (m)	Este (m)	Datum	Huso						
11	NC-0703-665	Definida en acto constitutivo					Bocatoma situada en la ribera derecha del río Ancoa, a aproximadamente 4500 mts. aguas arriba del puente Ancoa del camino de Linares al Huapi sobre el río Ancoa	45	Superficial	No	Si	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6024774	268571	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
12	NC-0703-658	Definida en acto constitutivo					Ribera derecha aproximadamente 1400 metros aguas arriba del Puente Ancoa N°2 de la ruta sobre el río Ancoa.	177	Superficial	No	Si	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6027781	264099	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
13	NC-0702-50059	Definida en acto constitutivo					Está situada en su ribera izquierda, aproximadamente 12 kilómetros aguas arriba del puente de la ruta 5 yendo por el camino público de Camarico a Cumpeo, y a unos 2 kilómetros al norte de este camino	161.8	Superficial	No	Si	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6028022	263417	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
14	NC-0703-659	Definida en acto constitutivo					Ribera derecha aproximadamente 300 metros aguas arriba del Puente Ancoa N°2 De La Rua 5, Comuna de Linares	162.75	Superficial	No	Si	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6027967	262738	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
15	NC-0703-660	Definida en acto constitutivo					Ribera derecha aproximadamente 1800 metros aguas abajo del Puente Ancoa N°2 de la ruta 5 de Linares	238.73	Superficial	No	Si	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6029021	261157	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
16	NC-0703-495	Definida en acto constitutivo					Bocatoma situada en la ribera derecha del canal Unificación Molino Olate y Urrutia, aproximadamente 500 metros aguas arriba del andanivel de la dirección de vialidad, denominado El Peñasco o Carrovega del Molino	90	Superficial	No	Si	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6014688	277541	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente										

N°	Expediente	Descripción	Coordenadas UTM				Referencia Ubicación	Q (l/s)	Tipo Captación	Conexión a red Eléctrica	Con señal celular	Situación Actual
			Norte (m)	Este (m)	Datum	Huso						
17	NC-0703-493	Definida en acto constitutivo					Bocatoma compartida con canal Gallego; bocatoma ubicada en la ribera derecha del canal La Peña, aproximadamente 1000 metros aguas abajo de la estación limnigráfica de la D.G.A. Achibueno en Peñasco	45	Superficial			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6016492	275500	WGS 1984	19				No	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente										
18	NC-0703-670	Definida en acto constitutivo					Bocatoma compartida con Canal La Peña; bocatoma situada en la ribera derecha del Río Achibueno, a aproximadamente 1000 mts. aguas abajo de la estación limnigráfica de la D.G.A. Achibueno en Peñasco	45	Superficial			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6016492	275500	WGS 1984	19				No	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente										
19	NC-0703-676	Definida en acto constitutivo					Bocatoma situada en la ribera derecha del río Achibueno, a aproximadamente 800 metros aguas arriba del puente del ferrocarril sobre el río Achibueno	600	Superficial			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6022554	273361	WGS 1984	19				No	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente										
20	NC-0703-498	Definida en acto constitutivo						2955	Superficial			Con sección de aforo, regla limnimétrica y sin transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6022823	272279	WGS 1984	19				No	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente	6023363	271351	WGS 1984	19						
21	NC-0701-564	Definida en acto constitutivo					Bocatoma situada en la ribera derecha del Canal Huapi, aproximadamente 2000 metros aguas arriba del puente del ferrocarril sobre el río Achibueno	900	Superficial			Con sección de aforo, regla limnimétrica y sin transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6023185	270449	WGS 1984	19				No	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente	6024025	268654	WGS 1984	19						
22	NC-0703-677	Definida en acto constitutivo					Bocatoma situada en la ribera derecha del río Achibueno, a aproximadamente 4000 metros aguas arriba del puente del ferrocarril sobre el río Achibueno	75	Superficial			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6024026	268652	WGS 1984	19				No	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente										

N°	Expediente	Descripción	Coordenadas UTM				Referencia Ubicación	Q (l/s)	Tipo Captación	Conexión a red Eléctrica	Con señal celular	Situación Actual
			Norte (m)	Este (m)	Datum	Huso						
23	NC-0703-671	Definida en acto constitutivo					Bocatoma situada en la ribera derecha del río Achibueno, a aproximadamente 8000 metros aguas arriba del puente del ferrocarril sobre el río Achibueno	570	Superficial			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6024221	268020	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
24	NC-0703-675	Definida en acto constitutivo					Bocatoma situada en la ribera derecha del río Achibueno a aproximadamente 8 kms. aguas arriba del puente de ferrocarril sobre el río Achibueno	45	Superficial			Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6024165	267343	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente										
25	NC-0703-692	Definida en acto constitutivo					Canal Longaví Alto es derivado del Canal Alimentador Digua	4122.33	Superficial			Con sección de aforo, regla limnimétrica y sin transmisión de datos
		Obtenida en terreno	5986724	273166	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente	5986288	270092	WGS 1984	19						
26	NN	Definida en acto constitutivo					Remulcao Sur es derivado de Canal Alimentador Digua	3550.07	Superficial			Con sección de aforo, regla limnimétrica y sin transmisión de datos
		Obtenida en terreno	5986724	273166	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente	5985949	269884	WGS 1984	19						
27	NC-0703-63	Definida en acto constitutivo						924	Superficial			Con sección de aforo, regla limnimétrica y sin transmisión de datos
		Obtenida en terreno	5987685	272460	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente	5987654	272339	WGS 1984	19						
28		Definida en acto constitutivo						2280	Superficial			Con sección de aforo, regla limnimétrica y sin transmisión de datos
		Obtenida en terreno	5993201	267367	WGS 1984	19						
		Flujómetro o sección de aforo existente	5993230	267349	WGS 1984	19						
29	NC-0703-93	Definida en acto constitutivo						2577	Superficial			Con sección de aforo, regla limnimétrica y sin transmisión de datos
		Obtenida en terreno	5997849	262107	WGS 1984	19						

N°	Expediente	Descripción	Coordenadas UTM				Referencia Ubicación	Q (l/s)	Tipo Captación	Conexión a red Eléctrica	Con señal celular	Situación Actual
			Norte (m)	Este (m)	Datum	Huso						
		Flujómetro o sección de aforo existente	5997688	261939	WGS 1984	19						
30	NC-0703-94	Definida en acto constitutivo	6000303	259742	WGS 1984	19	Capta sus aguas mediante una bocatoma ubicada en el margen sur del río Longaví a unos 13 km. aguas arriba del puente mediante el cual el cauce es cruzado por la ruta 5 sur	1799.85	Superficial			Con sección de aforo, regla limnimétrica y sin transmisión de datos
		Obtenida en terreno	6000240	259555	WGS 1984	19				No	Si	
		Flujómetro o sección de aforo existente	6000268	259524	WGS 1984	19						

Fuente: Elaboración propia.

A modo de resumen, se puede señalar que en la Cuenca del río Choapa, el 47% de las captaciones catastradas no posee sistemas de control de extracciones. En tanto, para las captaciones superficiales también en un 47% de ellas no existen sistemas de control de extracciones.

Por otra parte en la cuenca del río Maule, hay 60% de las captaciones subterráneas que no cuentan con sistemas de control de extracciones, mientras que en las captaciones superficiales, esta cifra sube a un 67%.

En las Tablas siguientes, se presenta un resumen de lo señalado.

**Tabla 5.10 Estado de Situación de Sistemas de Control de Extracciones en Captaciones de Aguas Subterráneas. Cuenca del río Choapa**

Captaciones Subterráneas	Total
Posee Flujómetro con Transmisión de Datos	1
Posee Flujómetro sin Transmisión de Datos	15
No posee Sistema de CE	14
Total	30

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.11 Estado de Situación de Sistemas de Control de Extracciones en Captaciones de Aguas Superficiales. Cuenca del río Choapa**

Captaciones Superficiales	Total
Sistema Manual	16
No posee Sistema de CE	14
Total	30

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.12 Estado de Situación de Sistemas de Control de Extracciones en Captaciones de Aguas Subterráneas. Cuenca del río Maule**

Captaciones Subterráneas	Total
Posee Flujómetro con Transmisión de Datos	12
No posee Sistema de CE	18
Total	30

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.13 Estado de Situación de Sistemas de Control de Extracciones en Captaciones de Aguas Superficiales. Cuenca del río Maule**

Captaciones Superficiales	Total
Sistema Manual	10
No posee Sistema de CE	20
Total	30

Fuente: Elaboración propia.



Otro de los aspectos relevantes de mencionar del catastro de terreno realizado y que es de utilidad para el desarrollo de los proyectos de control de extracción y de transmisión de datos, tiene relación con la cobertura de señal telefónica que fue posible evaluar en el momento de realización de la campaña de terreno.

Según, se presenta más adelante esta información es relevante porque de ello dependerá la tecnología de transmisión que se adopte.

De acuerdo al catastro de terreno, se verificó que tan solo 10 captaciones no presentan cobertura de señal telefónica. En tanto, en la cuenca del río Maule, el 100% si lo posee.

A modo de referencia, en las siguientes Figuras se representa la cobertura de señal telefónica de cada captación visitada.

#### **5.4 Estudio de Título**

Para cada una de las captaciones visitadas en terreno en las cuencas de los ríos Choapa y Maule, se realizó un estudio de título, cuyo objetivo fue identificar la inscripción conservatoria vigente.

Esta actividad, se realizó teniendo como base los antecedentes de cada una de las captaciones visitadas los cuales fueron obtenidos de los registros del Catastro Público de Aguas e información proporcionada por las respectivas Juntas de Vigilancias.

A partir de estos antecedentes se identificaron los Conservadores de Bienes Raíces (CBR) de interés en los cuales se realizó una revisión de sus registros de aguas.

En la cuenca del río Choapa, se realizó la revisión de los registros de los CBR de Illapel y Los Vilos. En tanto en la cuenca del río Maule, se visitaron los siguientes CBR: Talca, Linares, Parral y Cauquenes.

Los resultados alcanzados permitieron determinar qué derechos de aprovechamiento de agua, presentan actualmente inscripción conservatoria vigente y las sucesivas transferencias (acto entre vivos) o transmisiones de dominio (sucesión por causa de muerte) que se hubiesen efectuado hasta el mes de noviembre de 2016, corrigiéndose toda aquella información del listado que no sea concordante con el título inscrito en el Conservador de Bienes Raíces respectivo.

#### **5.5 Generación y Visualización SIG**

Se implementó un Sistema de Información Geográfica (SIG), basados en el uso del software ArcGis 10.2, en el cual se sistematizó toda la información que se generó durante la presente consultoría.

En este sentido el SIG, implementado, se utilizó para la representación de los resultados de la presente consultoría a través de Figuras o Planos.

Como base cartográfica del SIG, se adoptó la cartografía digital del Instituto Geográfico Militar (IGM) en escala 1:50.000 proporcionada por la DGA-MOP con origen en el Datum WGS 1984 huso 19.

Todas las capas de información que fueron ingresadas al SIG mantuvieron el formato nativo de ArcGis, es decir de tipo shapefiles.

El detalle de los proyectos SIG implementados se indican en la siguiente Tabla

- Ubicación de las Cuencas Pilotos
- Clasificación Hidrográfica de las Cuencas Pilotos
- Sectores de Acuíferos de las Cuencas Pilotos
- Infraestructura de Riego de las Cuencas Pilotos
- Cobertura del Programa APR de las Cuencas Pilotos
- Estaciones Hidrometeorológicas de las Cuencas Pilotos
- Estaciones Fluviométricas y de Niveles Vigentes de las Cuencas Pilotos
- Zonas de Restricción de las Cuenca Pilotos
- Zonas de Agotamiento de las Cuencas Pilotos
- Zonas de Escasez de las Cuencas Pilotos
- Caudales Ecológicos de las Cuencas Pilotos
- Catastro de Captaciones de Cuencas Pilotoso
- Cobertura Telefónica Cuencas Pilotos

#### **5.5.1 Diagramación y Diseño de Planos**

Para la diagramación de planos a través del SIG ArcGis, se adoptó el formato de planos A1 con la viñeta institucional de la DGA-MOP.

Adicionalmente para la representación a escalas mayores se ha generado una viñeta de formato doble carta.

#### **5.5.2 Generación de Bases de Datos Geométricas y de Atributos de Captaciones Catastradas**

Como parte de la presente entrega se han generado proyectos ArcGis para cada una de las cuencas pilotos, en las cuales se han representado las captaciones que han sido propuestas para su catastro.

Para cada una de las captaciones propuestas a ser catastradas se incluyen en sus atributos sus principales características las cuales serán actualizadas una vez finalizada la campaña de terreno.

#### **5.5.3 Edición Final de Planos**

Teniendo como base lo generado anteriormente, se generó un plano con la proposición de captaciones a ser catastradas, tanto para derechos de aprovechamiento de aguas superficiales como subterráneas.

En las siguientes Figuras, se presenta el detalle de las captaciones catastradas en terreno para ambas cuencas piloto.

**Figura 5.1 Cobertura de Señal Telefónica. Captaciones Visitadas de la Cuenca del río Choapa**



**Figura 5.2 Cobertura de Señal Telefónica. Captaciones Visitadas de la Cuenca del río Maule**



## 6. ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS DE CONTROL DE EXTRACCIONES Y DE TRANSMISIÓN EN TIEMPO REAL

### 6.1 Tecnologías en Uso en Instituciones Públicas y Privadas

Uno de los aspectos relevantes a tener en consideración respecto de la implementación de un sistema de medición de cualquier naturaleza es la definición de la forma en que se realizará la transmisión de los datos.

Considerando lo señalado, se realizó un análisis de las tecnologías de transmisión en línea que poseen distintas instituciones públicas, aobjetivo de rescatar sus experiencias.

Las instituciones que fueron consultadas son las siguientes:

- Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)
- Dirección Meteorológica de Chile
- Dirección General de Aguas (DGA)
- Sistema de Información de Calidad del Aire (SINCA)

#### 6.1.1 Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN)

Actualmente SERNAGEOMIN, ddispone de Red Nacional de Vigilancia Volcánica (RNVV), destinada al monitoreo de la actividad de los volcanes más riesgosos del país.

Esta res cuentacon 219 estaciones de vigilancia y129 sistemas de transmisión de datos, los cuales principalmente están conformadas por antenas de radio repetidora, nodos informáticos (PC internet), nodos Satelitales (Antena satelital). (Figura 6.1).

**Figura 6.1 Red Nacional de Vigilancia Volcánica del SERNAGEOMIN**

Tipo de estación	Estaciones sismológicas	Cámaras IP (WEB)	Cámaras infrarrojas	Estación GPS	Estación inclinométrica	Cámaras de gases (SO <sub>2</sub> )	Estación acústica infrasonido	Antena de radio repetidora	Nodos informáticos PC Internet	Nodos satelitales Antena satelital	Totales parciales	Total <sup>3</sup> RNVV	
Totales OVDAS <sup>1</sup>	116	39	3	23	14	11	2	50	43	6	307	<b>361</b>	
Totales OTC <sup>2</sup>	24	0	0	0	0	0	0	17	13	0	54		
Totales parciales	140	39	3	23	14	11	2	67	56	6	361		
	<b>219</b>							<b>129</b>					
	Estaciones de vigilancia							Transmisión de datos					

Fuente: SERNAGEOMIN

La RNVV se inició como un programa quinquenal (2009-2013) financiado íntegramente por el Estado y ejecutado por SERNAGEOMIN.

Su objetivo en el período fue establecer una red de monitoreo instrumental para los 43 volcanes más peligrosos y generar los correspondientes mapas de peligro volcánico.

El objetivo de la red monitoreo instrumental es detectar tempranamente el 'unrest' (reactivación o desequilibrio interno del sistema volcánico) de manera de alertar oportunamente a la comunidad.

Específicamente, el objetivo de toda red instrumental es ampliar la ventana temporal de detección del unrest, idealmente meses o al menos semanas antes de un evento.

A pesar de lo específico de los equipos que esta institución utiliza, han sufrido más de algún robo de los mismos (volcanes Callaqui, Copahue, Chaitén, Irruputuncu, Láscar, Llaima y San José), lo cual deja fuera de línea el monitoreo de uno o más volcanes. Debido a que los equipos se deben adquirir nuevamente y esperar condiciones ambientales propicias para su reinstalación, el robo de estos puede significar varias semanas o meses sin información.

### **6.1.2 Dirección General de Aguas (DGA)**

La Dirección General de Aguas cuenta con estaciones de red hidrométrica a nivel nacional, utilizando para la captación de información el satélite administrado por la NOAA. (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica).

A medida que ha pasado el tiempo han implementado otras tecnologías para dar mayor seguridad a la transmisión de datos en línea, por lo que han implementado la transmisión vía señal celular, GPRS, la cual se ha ido incrementando año a año.

Según el estudio "Análisis Crítico de las Redes Hidrométricas, Zona Sur" (2014), en este estudio se catastraron las estaciones de monitoreo fluviométricas, meteorológicas y de aguas subterráneas en donde se obtuvieron los diferentes tipos de estaciones:

- Estación que tiene un pluviómetro sin datalogger y son atendidas por observadores, (Manual).
- Estación que solo tiene una sección definida y son atendidas por observadores con un limnómetro, (Manual).
- Estación sólo atendida por observadores con un pozómetro, (Manual).
- Estación que registra los datos por medio de un datalogger, pero los datos se recolectan directamente en el sitio, (Digital).
- Estación que registra los datos por medio de un datalogger y los transmite vía satélite, (Digital/Satelital Gidium).
- Estación que registra los datos por medio de un datalogger y los transmite vía celular, (Digital/GSM)

En reuniones sostenidas los profesionales Sres. Brahim Nazarala y Juan Vilchez, del Departamento de Hidrología de la DGA, encargado de la recepción de datos de las estaciones de monitoreo, se menciona que principalmente los datos se transmiten vía satélite y que a través de los años se han incorporado tecnología GPRS. Aproximadamente existen 100 estaciones bajo esta tecnología, mientras que las satelitales son aproximadamente 500 estaciones.

La transmisión de datos se hace cada 15 minutos, en donde el usuario tiene acceso a ellos a través de la página web.



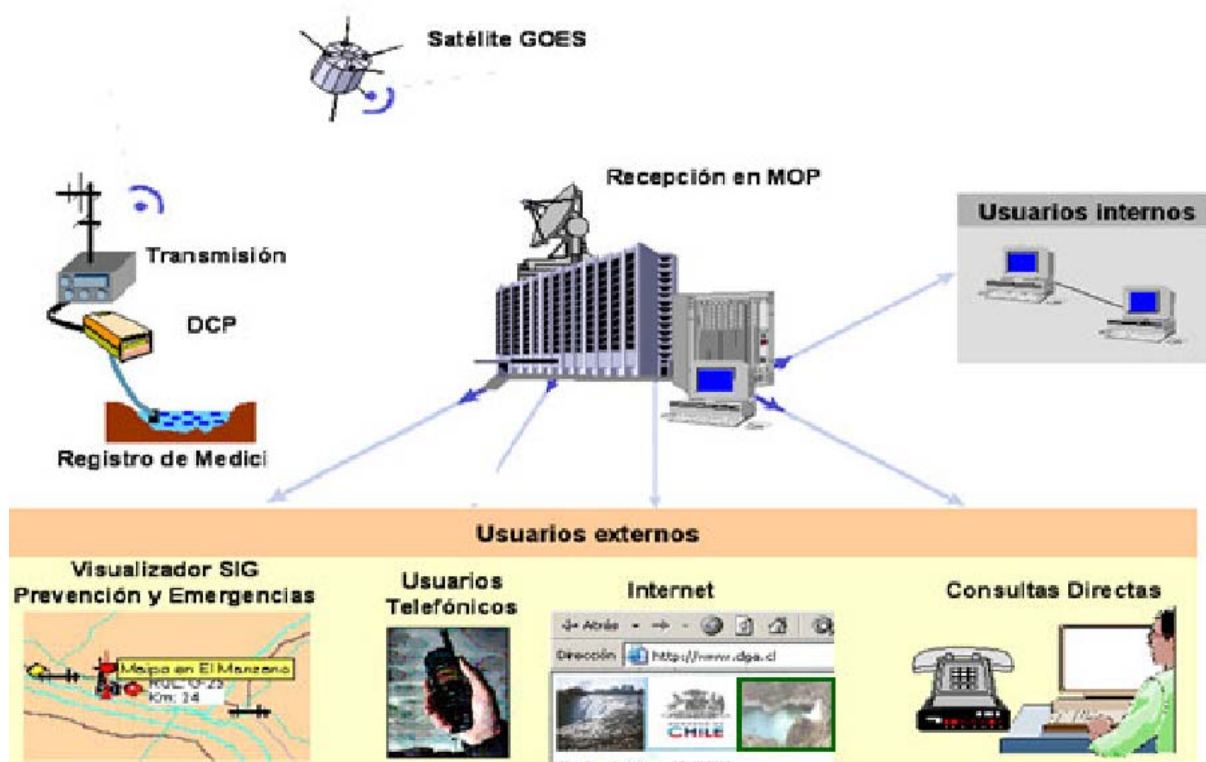
La transmisión de la información desde cada estación se realiza mediante un protocolo o trama definida con caracteres ascii, lo cual es requisito para que el sistema de recepción lo pueda interpretar.

Representantes del CIRH (Centro de Información de Recursos Hídricos) de la DGA han indicado que el actual sistema de recepción ya es obsoleto, de baja seguridad y con pocos canales disponibles. También existen sistemas redundantes donde existe innecesario traspaso de información entre unidades.

También menciona que la mantención de las estaciones es realizada por las Direcciones Regionales, y recalca que es difícil que las estaciones se dejen por mucho tiempo sin alguna inspección en terreno.

La adquisición de esta tecnología se realiza a través de licitaciones públicas. Ello sería una desventaja ya que esto conlleva a que los aparatos sean de diferentes proveedores, lo que redundaría en estar constantemente en inducciones para el manejo de los nuevos equipos.

**Figura 6.2 Red Nacional de Hidrología de la Dirección General de Aguas**



De acuerdo a lo informado en el CIRH, se planteó que existe la necesidad de implementar un Sistema de Control de extracciones de Aguas Subterráneas y Superficiales en línea, para ello sería necesario implementar un proyecto, teniendo como base el sistema de control de extracciones de aguas subterráneas y el actual sistema de recepción de datos del servicio de estaciones DGA en tiempo real. Dicho proyecto fue planificado para ser realizado en dos fases, las cuales se indican a continuación:

- i. Fortalecimiento del actual módulo de recepción de datos en línea en la DGA (datos meteorológicos, hidrométricos, control de extracciones y calidad del agua). Esta fase tiene como objetivo potenciar el actual sistema de recepción de datos en tiempo real de la DGA, dado que el programa original fue construido con el objetivo de recibir transmisiones de estaciones de medición, las cuales son aproximadamente 400 (año 2016). En cambio, para responder a los requerimientos que permitan la transmisión en línea de los datos recogidos por el control de extracciones, el sistema debería recibir aproximadamente 40.000 puntos de medición. El costo de implementación de esta primera fase se estima en más de 150 millones de pesos y un tiempo estimado de al menos 10 meses.
- ii. Ampliación del módulo de control de extracciones de aguas subterráneas, para soportar control de extracciones de aguas superficiales y recepción de datos en línea. Esta segunda fase, tiene como objetivo modificar el actual sistema de Control de extracciones, ello debido a que el original fue diseñado solo para medir aguas subterráneas y carga de datos de modo manual. Por lo tanto se debe adecuar para responder también a los datos de extracciones de aguas superficiales y recepción de datos en línea. El costo de implementación de esta segunda fase se estima en más de 110 millones de pesos y un tiempo estimado de al menos 8 meses.

### **6.1.3 Dirección Meteorológica de Chile (DGAC)**

La Dirección Meteorológica dispone de una red de monitoreo que consta de dos sistemas:

- Estaciones de monitoreo en todos los aeropuertos de Chile, esta red está a cargo de la Dirección General de Aeronáutica Civil, la cual es una red digital cableada, los cuales los datos son directamente transferidos a los servidores que posee la Dirección General de Aguas.
- En aquellos lugares donde no tienen red, existen dataloggers y almacenadores de datos autónomos, equipos para medición y control, comunican los datos a un celular sistema GPRS, los cuales están determinados para enviar información cada 15 minutos al servidor de la Dirección General de Aeronáutica Civil.

El proveedor de esta tecnología es la empresa Campbell Cientific Inc. Y el datalogger que instalan es el CR10X para meteorología. Mientras que los almacenadores son el modelo CR200 y CR205.

### **6.1.4 Sistema de Información de Calidad del Aire (SINCA)**

El Ministerio del Medio Ambiente posee un sistema de información nacional de calidad del aire a nivel nacional.

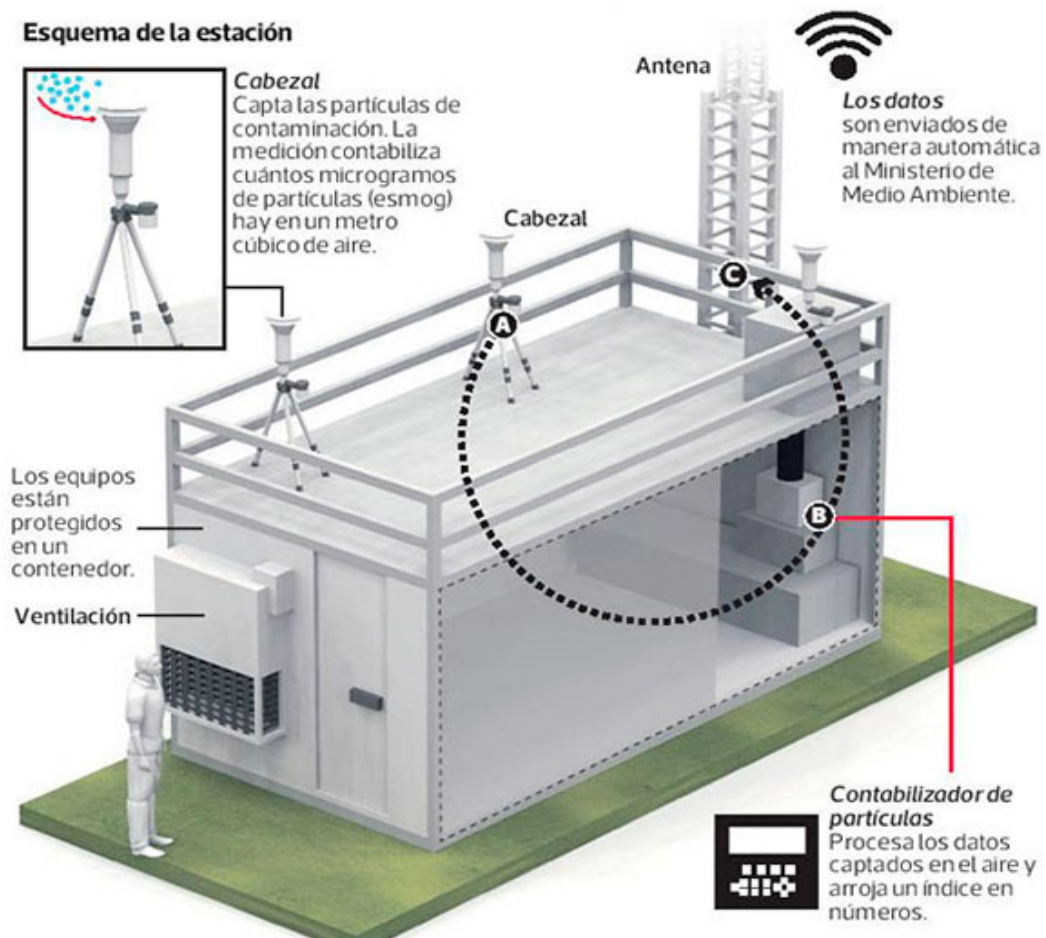
Esta red de monitoreo en línea, entrega información de parámetros de calidad del aire como MP2,5 MP10, Ozono, Dióxido de Azufre, Dióxido de Nitrógeno, Monóxido de Carbono.

Posee aproximadamente 207 estaciones de monitoreo a lo largo del país, los cuales son actualizados cada 1 hora.

El esquema general de funcionamiento de los monitores que miden la calidad del aire, funcionan de forma similar en todo el país, estas estaciones trabajan mediante una unidad colectora (cabezal) que separa el tamaño de las partículas.

La muestra se toma del aire ambiente a través del cabezal, con una velocidad de flujo constante del orden de 16.7 litros por minuto, lo que representa el volumen promedio de aire respirado.

**Figura 6.3 Red Nacional de Monitoreo de Calidad del Aire**



### 6.1.5 Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)

Con respecto a la información que recibe la Superintendencia de Servicios Sanitarios, se realiza a través de carga de información establecida en el protocolo PR18.

Este es un protocolo de traspaso de información el cual indica la forma en como las sanitarias deben cargar la información a la plataforma de la Superintendencia.

En conversación con el ingeniero Cristian Lillo de la División de Fiscalización de la Superintendencia, afirma que no tienen un traspaso de información en línea, todo se hace a través de este protocolo en donde las sanitarias poseen un código para entrar al portal y suben la información.

Información que corroboró Karina Paredes Barros, Ingeniero de Regulación de Sembcorp (Chile) S.A. Informó que la carga de información según este protocolo es anual, de caudales máximos de extracción, volumen mensual, nivel dinámico y estático.

No obstante mediante oficio ORD. N° 2785 de julio de 2011 dada la escasez hídrica que afectó algunas zonas del país, solicita que la información sea de manera mensual.

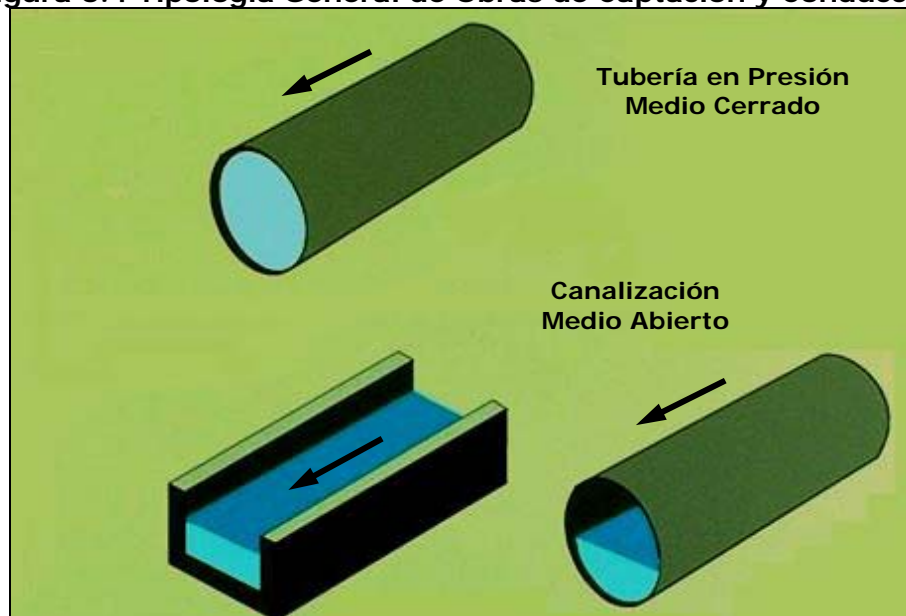
Esta información se carga en 8 archivos de texto, los cuales conforman el Protocolo PR18:

- Catastro de Captaciones
- Identificación de derechos de agua
- Uso de derechos de agua
- Demanda Máxima Diaria
- Producción Máxima Diaria y Volumen Mensual de Producción
- Niveles y Gastos Instantáneos
- Servicios Abastecidos
- Localidades Asociadas

## 6.2 Tipologías de Obras Hidráulicas

En términos generales se puede señalar que la captación y conducción de las aguas superficiales y subterráneas se realiza a través de dos medios, canales abiertos y medios cerrados, tal como se indica en la Figura 6.4.

**Figura 6.4 Tipología General de Obras de Captación y Conducción**



Fuente: Elaboración propia.

En general, desde el punto de vista del origen de la extracción del agua, se utilizan ductos en presión en las obras de extracción de aguas subterráneas y conducciones libres en aguas superficiales, según se describe a continuación.

### **6.2.1 Aguas Superficiales**

La captación y conducción de las aguas superficiales se efectúa a través de una bocatoma y un canal de admisión que pueden presentar distintas características en cuanto a materiales, secciones y dimensiones.

También puede ser a través de una tubería o bien por medio de los denominados canales bomba.

Otro tipo de captación corresponden a las de alta montaña, que se utilizan para cauces con pendiente fuerte, en la que la captación propiamente tal se realiza mediante una barrera tipo sumidero transversal al escurrimiento.

De acuerdo a lo indicado es posible diferenciar obras de captación y conducción a través de medios abiertos y cerrados.

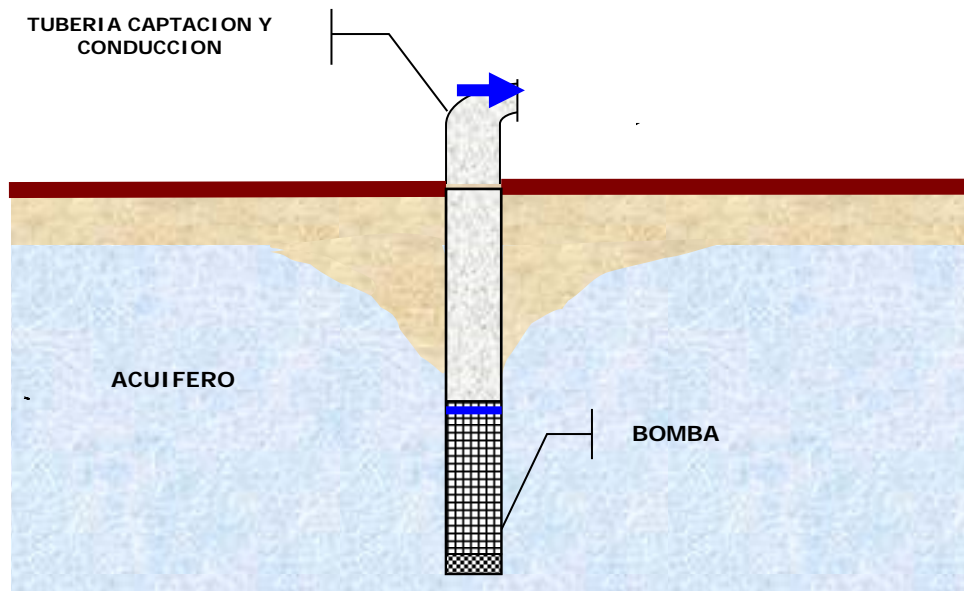
En el caso de los medios abiertos además de las variaciones en cuanto a dimensiones que existen entre una obra y otra es posible tipificar ellas en cuanto a las siguientes características.

- Tipo de Sección:
  - Trapecial
  - Rectangular
  - Semi-circular
  - Irregular
- Con Revestimiento:
  - Mampostería
  - Hormigón
  - Madera
  - Plástico
  - Metálico
- Sin Revestimiento:
  - En tierra

### **6.2.2 Aguas Subterráneas**

Las obras de captación y conducción que se utilizan para el alumbramiento de las aguas subterráneas, corresponden a pozos, los cuales cuentan con bombas de extracción, instalaciones mecánicas y de energía y cañerías mediante las cuales se conduce el derecho constituido, tal como se indica en la Figura 6.5

**Figura 6.5 Esquema de Obras para Captación y Conducción Aguas Subterráneas**



Fuente: Elaboración propia.

### **6.3 Tipología de Equipos de Medición de Caudales**

Los equipos para medición de caudal deben tener características tales que permitan la medición de flujos en alguna sección de la obra de conducción inmediatamente aguas abajo, en la medida de lo posible, de la obra de captación.

Actualmente en el mercado existen varios modelos de equipos para la medición de caudales aplicables tanto para medios abiertos como para tuberías o cerrados.

En el caso de los medios abiertos, las tecnologías van desde el uso de molinetes tradicionales, hasta el uso de flujómetros que cuentan con sensores que a través de la medición de ondas doppler, ultrasonido, burbujas y presión de un flujo es determinado indirecta y posteriormente un valor de caudal.

En el caso de los medios cerrados asociados a la explotación de las aguas subterráneas, los equipos disponibles (pueden ser mecánicos, electromagnéticos, ultrasonido u otros), no son invasivos, es decir, no requieren efectuar ninguna modificación en la infraestructura que se emplea para el porteo, ya que a través del ultrasonido es posible determinar una relación de caudal.

En Anexo 10, se presentan catálogos o fichas técnicas de equipos de medición de caudal disponibles en el mercado.

### 6.3.1 Equipos para Canales Abiertos

Tal como ha sido descrito anteriormente, existe una variada gama de equipos para la determinación de caudales en medios abiertos, basados en diferentes tecnologías.

Al respecto se debe tener presente algunas consideraciones generales respecto a estos equipos.

Se reconocen dos gamas principales de equipos para la medición de caudales, a saber: equipos que requieren un elemento primario (sección de control) y otros que no lo requieren.

Los primeros basan su tecnología en el método tradicional de medición de un flujo, es decir, a través de la estimación de la altura o nivel a medida que pasa por una sección de control (aforador o vertedero).

Los equipos utilizados cuentan con un sensor que mide el nivel del flujo, por lo que de esta forma, conocida la geometría de la sección de control, se obtiene un valor de caudal.

En aquellos casos cuando el canal no dispone de la estructura hidráulica de control, como es el caso de la gran parte de canales pequeños, se utilizan canaletas portátiles del tipo Parshall.

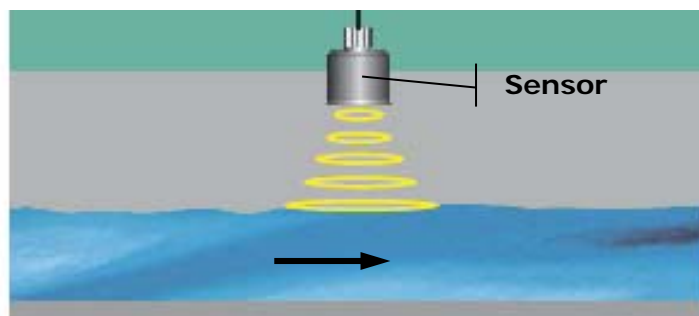
Los equipos que no requieren de un elemento primario disponen de sensores que permiten la estimación de la altura de escurrimiento y la velocidad del flujo, y con estos valores, más las características de la sección, se obtiene un valor de caudal.

En lo que sigue se entrega un análisis de ambas modalidades de equipos:

#### a) Equipos que Requieren Elementos Primarios

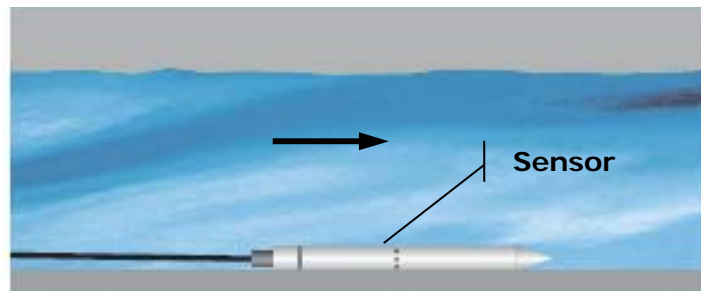
Las versiones más avanzadas consideran el uso de sensores que en forma indirecta permiten obtener el nivel de un flujo, según se describe a continuación:

- **Sensor Ultrasónico:** se basa en la medición de la altura de un flujo el cual posteriormente es transformado en un valor de caudal. El sensor no tiene contacto con el agua y transmite ondas que se reflejan en la superficie de esta, detectando el eco. De esta forma conocido el tiempo de transmisión y de recepción de la onda se determina el nivel del agua.



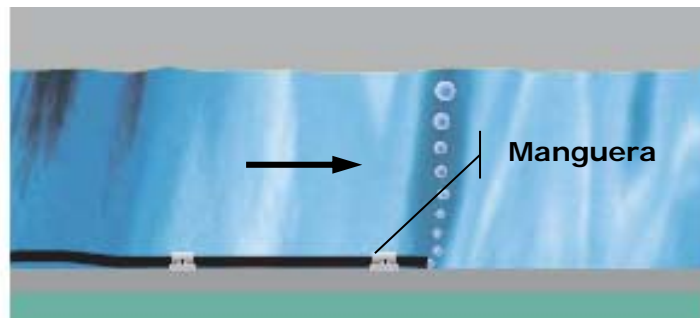
Fuente: Elaboración propia.

- **Sensor Sumergido:** se basa en la instalación de un sensor en el fondo de un canal, el cual determina la presión del flujo sobre este y de esta forma la profundidad.



Fuente: Elaboración propia.

- **Sensor Burbuja:** se basa en la instalación de una manguera en el fondo del canal, siendo estimada la profundidad del flujo por la presión necesaria para forzar a las burbujas de salir de la manguera.



Fuente: Elaboración propia.

Tal como ha sido mencionado anteriormente para la utilización de esta gama de equipos se requiere realizar las mediciones en una sección de control como aforo o vertedero, en la cual se debe asegurar que el flujo tenga altura crítica.

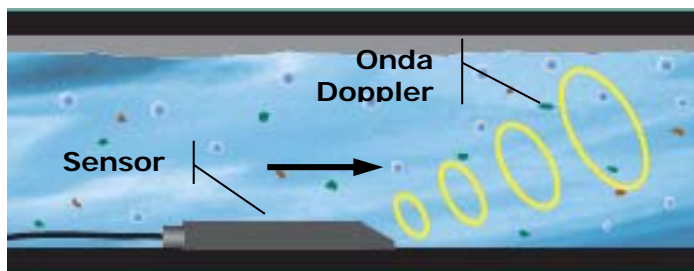
#### b) Equipos que no Requieren Elementos Primarios

Los equipos que no requieren elementos primarios permiten medir el flujo en un canal abierto sin la necesidad de disponer de una sección de aforo, lo que implica que miden el área (indirectamente) y la velocidad de escurrimiento para posteriormente calcular el caudal como el producto de ambos datos.

Se reconocen las siguientes tecnologías para la medición del caudal:

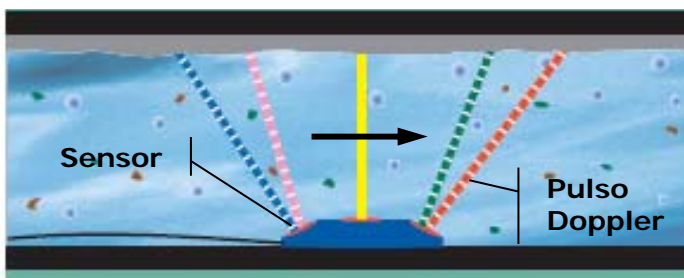
- **Sección Única:** por medio de un sensor, que se ubica en el interior del área de escurrimiento del agua, se transmite una onda ultrasónica continua, con lo cual se mide la variación de la frecuencia de los ecos devueltos que son reflejados en las burbujas de aire o en las partículas del fluido utilizando la tecnología de Doppler de onda continua. Los datos entregados por el sensor se utilizan para estimar la velocidad media o la distribución de velocidades del flujo en la sección. Además, el sensor cuenta con un transductor de presión, con lo cual se determina el nivel del flujo sobre el mismo.





Fuente: Elaboración propia.

Dependiendo del tamaño de la sección, los emisores de onda pueden ser en una sola dirección, para secciones menores (según cada fabricante) o varios haces para secciones de mayor dimensión.



Fuente: Elaboración propia.

Estos sensores entregan datos electrónicos por lo que necesitan un aparato interpretador de las medidas de altura y velocidad para ser leídos por un software al cual se le introducen los datos de dimensiones y forma de la sección (medidos previamente en forma manual) de modo que este determine el valor del caudal.

Este método tiene mejores resultados en una sección prismática que normalmente corresponde a las canalizaciones revestidas o entubadas. En caso de secciones irregulares el error aumenta.

La gama de equipos disponibles en el mercado son de las marcas ISCO, OTT, MJK, entre Otros.

Mayores antecedentes respecto de las características y principios de operación de estos instrumentos se indican en el Anexo 10.

### 6.3.2 Equipos para Tuberías Cerradas

Muchos dispositivos se encuentran disponibles en el mercado para la medición de flujo en cañerías cerradas. Algunos de ellos miden el caudal en forma directa, mientras que otros miden la velocidad promedio del flujo, el cual puede convertirse a caudal utilizando  $\text{Caudal} = \text{Área} \times \text{Velocidad}$ . Asimismo, algunos de ellos proporcionan mediciones primarias directas, mientras que otros requieren calibración o la aplicación de un coeficiente de descarga a la salida observada del dispositivo.

Dentro de la variada gama de equipos existentes (portátil, inserción y carrete), los medidores de flujo o flujómetros de canal cerrado más utilizados son equipos que permiten la medición de la velocidad media del flujo de agua que pasa por la sección en la cual están instalados, con lo cual, conociendo el diámetro de la sección, podemos

determinar el caudal o flujo de agua que pasa. En general, podemos clasificarlos según su forma de instalación y el método de medición.

Según la clasificación de su forma de instalación para los propósitos de la Dirección General de Aguas se debe considerar los de tipo carrete, dado que existen menores posibilidades que estos sean intervenidos por el titular.

En el Anexo 10, se presentan los catálogos de cada uno de los equipos disponibles en el mercado y su respectiva cotización, la que considera valor de equipo, instalación, mantención si procede, puesta en marcha.

### **6.3.3 Análisis Comparativo de Equipos**

Dado que es un proyecto donde se presenta tecnología referente a los sistemas de control de extracciones existentes, se hará una evaluación cualitativa y cuantitativa de los sistemas propuestos.

La implementación de estos sistemas, mejora el control y regularización de los recursos hídricos disponibles, en conformidad a los derechos de aprovechamiento de aguas, en función de las condiciones vulnerables actuales, debido a la escasez de recursos hídricos, lo que permitirá dar confiabilidad a las instalaciones.

En función de la revisión de equipos para la medición de caudales, se generó para cada uno de ellos una ficha tipo en donde se resumen sus principales características, dicha información se presenta en el Anexo 10, donde también se presentan cuadros comparativo de los equipos disponibles en el mercado.

Otro atributo de los equipos que se ha tomado en consideración tiene relación con la seguridad, calidad de la información, procesos que no requieren de registro manual y/o presencial, además de ser instrumentos que no pueden ser de fácil manipulación por los usuarios.

Para tener una visión más amplia de los equipos propuestos por los proveedores, se identifica las ventajas y desventajas de los mismos en Anexo 10.

**Tabla 6.1 Cuadro Comparativo de Equipos de Medición**

Equipo	Uso	Tipo de Instalación	Precisión	Mantenición	Característica
Flujómetro electromagnético	Subterráneo Tubería	Invasiva y /o semi invasiva	$\pm 0.2\%$ Alta	No requiere mantención a menos que deba usar filtro, por la calidad del agua.	Liviano desde 2 kg. Sistema digital compatible con los equipos de transmisión Panel digital, baja posibilidad de manipulación. Costo depende del diámetro
Flujómetro mecánico	Subterráneo Tubería	Invasiva	$\pm 2\%$ Baja	No requiere mantención a menos que deba usar filtro, por la calidad del agua.	Peso desde 7.5 kg Requiere de un sensor adicional para enviar los datos al equipo de transmisión.
Flujómetro Ultrasónico	Subterráneo Tubería	No invasiva	$\pm 1\%$	No requiere de mantención, pero si se debe realizar una verificación de calibración una vez al año o según disponga cada fabricante	Este método de medición de caudal es seguro, no- intrusivo y fácil de utilizar. Tiene rele, salida 4..20 mA, Data logging. Selección de operación, Doppler o modo tiempo de tránsito

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 6.2 Cuadro Comparativo de Equipos de Medición**

Equipo	Uso	Tipo de Instalación	Precisión	Mantenición	Característica
Sensor radar	Superficial Canal	Fijo	$\pm 3\text{mm}$	No requiere mantención, a menos que se ensucie la zona del lector.	Medición del nivel de aguas superficiales sin contacto al agua Rango de medición 10 m (0.8 ...35 m) Consumo de electricidad bajo <10mA Dimensiones compactas, bajo peso Diseño innovador como antena plana 10 metros de cable incluido. Puede ser usado en zonas con o sin señal celular
Sensor ultrasónico	Superficial Canal	Fijo	2 mm	No requiere mantención.	Sensores de alta deriva, son recomendados para la industria (principalmente estanques cerrados, donde el ambiente está controlado (viento y temperatura)
Sensor ultrasónico sumergible	Subterráneo	Fijo	2 mm	Dependiendo de la calidad del agua se debe limpiar la membrana de cerámica.	Sensor sumergible, con membrana de cerámica de alta resistencia, fácil de limpiar.

Fuente: Elaboración Propia

## **6.4 Equipos de Control de Extracción**

### **6.4.1 Alcances**

Como actividad inicial del estudio se efectuó una completa revisión y recopilación de antecedentes técnicos respecto de las características de los equipos de medición de caudal, para el control de extracción de los derechos de aprovechamientos de aguas subterráneas y superficiales que se efectúan en el país, además de la identificación de sistemas de transmisión de datos en tiempo real, que permitan almacenar y transmitir los datos a la base de datos de la DGA.

Para ello se recabó la experiencia nacional a partir de la revisión de estudios desarrollados para la DGA en los últimos años.

### **6.4.2 Antecedentes Consultados**

A objeto de contar con un registro de las características de los sistemas de control de extracción de aguas y transmisión de datos en tiempo real que se hace uso en el país, se revisaron guías de apoyo y resoluciones vigentes. Además de considerar la experiencia de proveedores en estos temas.

A partir de esta revisión se pudo tener una amplia visión de las tecnologías existentes actualmente.

Esta información es de amplia utilidad ya que de esta forma es posible determinar los requisitos que deben tener los equipos disponibles en el mercado para la medición de caudales y la transmisión de datos.

Los documentos que fueron consultados son los siguientes:

- Guía de Control de Extracciones para Diferentes Usuarios, 2011. DGA.
- Resolución Exenta DGA N° 3417 del 26 de Octubre de 2015, Anexo 1.
- Experiencia de Proveedores.

A continuación, se presenta un resumen de las tecnologías de sistemas de control de extracción de aguas (superficiales y subterráneas) y sistemas de transmisión de datos en tiempo real, diferenciados en aquellas que son utilizadas para aguas superficiales y subterráneas.

## **6.5 Sistemas de Transmisión de Datos en Tiempo Real**

En la actualidad existen diversos sistemas de transmisión de datos, tales como:

### **6.5.1 Sistemas de Lectura Automática Remota**

Los sistemas de lectura automática remota (LAR) pueden dividirse en tres categorías.

- Primera generación de LAR por sistemas alámbricos.
- Sistema de LAR por Emisor Receptor de radio.
- Sistema de LAR por Emisor Receptor de radio y transmisión de datos por MODEM radio, línea telefónica o satelital.

Donde la tercera categoría, corresponde al más alto desarrollo tecnológico en la lectura y monitoreo y gestión de medidores de flujo. El sistema permite la medición continua de caudales y se puede usar para control de extracciones de aguas desde las fuentes o medición de consumo doméstico, comercial e industrial.

Esto se logra mediante una red de transmisores de radio conectada a los contadores de los usuarios y reportando a repetidores locales y concentradores regionales. Este último a su vez transfiere la información, organizada y seleccionada, vía MODEM a un Centro de Control de Lectura donde es analizada y procesada para la realización de los procesos de gestión.

Las ventajas que presenta este sistema, corresponden a:

- Se accede a la lectura de la totalidad de los contadores enlazados a la red.
- Se puede adaptar a medidores ya instalados.
- La instalación es inalámbrica. Bajo costo de instalación. No se requieren de obras civiles.
- Los transmisores pueden detectar manipulaciones indebidas a estos y a los lectores de pulso.
- El centro de control detecta rápidamente contadores con fallas.
- Por su elevado nivel de servicio, el Centro de Control detecta escapes o fugas en las líneas de suministro, reduciendo pérdidas y/o costos de funcionamiento y operación.
- Identificación de lecturas erróneas y fugas, permitiendo la acción preventiva en la reducción de pérdidas.
- El sistema es modular permitiendo la inclusión programada de nuevos sectores y usuarios.

### **Transmisión Satelital**

Eventualmente el Servicio podría considerar la transmisión satelital de las mediciones de algún titular si éstas fueran de gran relevancia para la región. Para estos casos el flujómetro debe tener al menos dos salidas: una señal de 4 a 20 mA (correspondiente al caudal instantáneo), y una señal de pulso (totalizador). Para este último caso (pulso), se debe considerar además si la salida es de 12 o 24 V (puede requerir un relé para conectarla al logger utilizado generalmente por la DGA (Axsys MPU).

### **Modo de Transmisión**

Un haz de microondas, el cual es modulado por los datos, se transmite al satélite desde la superficie terrestre.

Este haz es recibido por el transponder (dispositivo cuya función es de recepción y transmisión) del satélite el cual lo retransmite a la estación destino.

Cada satélite tiene muchos transponders.

Cada transponder cubre una banda de frecuencia determinada.

Un satélite tiene un ancho de banda elevado (500 MHz).

Utiliza la técnica de multiplexaje para enviar centenas de datos con una alta velocidad.

Los satélites son geoestacionarios.

El haz de la señal emitida por el satélite puede ser:

**Ancho** para que pueda ser captado en un área extensa.

**Fino** para que solo pueda captarse en un área limitada.

Con el haz fino la potencia es más elevada por lo que se pueden usar antenas parabólicas de diámetro más pequeño (VSAT, very small aperture terminals). En una forma típica, la comunicación es dúplex y la frecuencia de ascenso y descenso a cada estación terrena es diferente.

En la forma VSAT existe una estación central que se comunica con varias estaciones terrestres de VSAT distribuidas por todo el país.

Un computador conectado a cada VSAT puede comunicarse el computador conectado a la estación central, que comúnmente transmite a todas las estaciones VSAT en la misma frecuencia.

Cada estación VSAT transmite en la dirección opuesta en una frecuencia distinta.

### **Ventajas de una red Satelital**

1. Control efectivo del cliente sobre sus telecomunicaciones.
2. Reducción de costos.
3. Rápida respuesta.
4. Incremento de flexibilidad.
5. Mayor desempeño.
6. Disponibilidad virtualmente del 100%.
7. Fácil control de la red.
8. Ubiquidad.
9. Acceso a sitios carentes de comunicación terrestre.
10. Servicio mundial.
11. Múltiples aplicaciones sobre la misma plataforma.
12. Menor tiempo de espera que con la disponibilidad de enlaces terrestres.
13. Movilidad.

### **Desventajas de una red Satelital**

*Problemas económicos:*

- 1 Las inversiones iniciales son elevadas y en algunos países no son claramente competitivas frente a redes basados en recursos terrestres. Este problema puede ser atenuado recurriendo al alquiler del HUB.

*Problemas radioeléctricos:*

1. El retardo de propagación típico de 0.5s (doble salto) puede ser problemático para ciertas aplicaciones como telefonía y videoconferencia, pero también existen aplicaciones insensibles a él como la actualización de software, e-mail, transferencia de ficheros.
2. El punto más crítico de la red está en el satélite. Toda la red depende de la disponibilidad del satélite. Si este cae, toda la red cae con él. De todas maneras el problema no es muy grave pues si el problema está en un transpondedor un simple cambio de frecuencia o/y polarización lo soluciona. En caso de ser todo el satélite bastaría con reorientar las antenas a otro satélite.
3. Como todo sistema basado en satélites es sensible a interferencias provenientes tanto de tierra como del espacio.

*Problemas de privacidad:*

1. El uso de un satélite geoestacionario como repetidor hace posible que cualquier usuario no autorizado pueda recibir una portadora y de modular la información. Para prevenir el uso no autorizado de la información se puede encriptar.

**Sistema de Transmisión Remota de Datos (RTU)**

Usualmente se emplean unidades remotas de transferencia de datos (RTU) debidamente interconectadas, y cuando el medio requerido es el aire, se dispone de módems RF (Radio Frecuencia).

Actualmente es posible emplear la red de telefonía móvil, la que ya cuenta con la tecnología adecuada para transmisión de datos (GSM).

Las primeras aplicaciones industriales implementadas con GSM se generaron por la dificultad orográfica o la excesiva dispersión de los puntos a controlar, lo imposibilitaba o encarecía las comunicaciones por radio. Además, una plataforma GSM se puede implementar más rápidamente, ya que no requiere licencia, torres, repetidores o permisos de paso en terrenos.

El GSM tiene cobertura universal con antenas de tamaño reducido, módem GSM a precios competitivos y un bajo consumo energético.

**6.5.2 Sistema GPRS (Global Packet Radio Service)**

GPRS es una nueva tecnología que comparte el rango de frecuencias de la red GSM (sistema de comunicación de móviles digital de 2ª generación basado en células de radio) utilizando una transmisión de datos por medio de 'paquetes'. La conmutación de paquetes es un procedimiento más adecuado para transmitir datos, hasta ahora los datos se habían transmitido mediante conmutación de circuitos, procedimiento más adecuado para la transmisión de voz.

En GPRS los canales de comunicación se comparten entre los distintos usuarios dinámicamente, de modo que un usuario sólo tiene asignado un canal cuando se está

realmente transmitiendo datos. Para utilizar GPRS se precisa un teléfono que soporte esta tecnología. La mayoría de estos terminales soportarán también GSM, por lo que podrá realizar sus llamadas de voz utilizando la red GSM de modo habitual y sus llamadas de datos (conexión a internet, WAP,...) tanto con GSM como con GPRS.

La tecnología GPRS, o generación 2.5, representa un paso más hacia los sistemas inalámbricos de Tercera Generación. Su principal base radica en la posibilidad de disponer de un terminal permanentemente conectado, tarifando únicamente por el volumen de datos transferidos (enviados y recibidos) y no por el tiempo de conexión.

Tradicionalmente la transmisión de datos inalámbrica se ha venido realizando utilizando un canal dedicado GSM a una velocidad máxima de 9.6 Kbps. Con el GPRS no sólo la velocidad de transmisión de datos se ve aumentada hasta un mínimo 40 Kbps y un máximo de 115 Kbps por comunicación, sino que además la tecnología utilizada permite compartir cada canal por varios usuarios, mejorando así la eficiencia en la utilización de los recursos de red.

La tecnología GPRS permite proporcionar servicios de transmisión de datos de una forma más eficiente a como se venía haciendo hasta el momento.

GPRS es una evolución no traumática de la actual red GSM: no conlleva grandes inversiones y reutiliza parte de las infraestructuras actuales de GSM. Por este motivo, GPRS tendrá, desde sus inicios, la misma cobertura que la actual red GSM. GPRS (Global Packet Radio Service) es una tecnología que subsana las deficiencias de GSM.

### 6.5.3 Análisis Comparativo de Equipos de Transmisión de Datos

La telemetría consiste en la medición de cualquier variable tanto física como eléctrica, medida a través de un sensor o cualquier otro instrumento que tenga la característica de ser accesible en forma análoga o digital, sin necesidad de estar físicamente en el lugar en donde se realiza.

La utilidad de la telemetría es la obtención de datos distribuidos. No se discute lo que se desea hacer con ellos, sino que simplemente se desean entregar de manera tal, que trabajar con ellos sea lo más simple y rápido posible según la configuración requerida por el usuario.

Con un sistema de telemetría se pueden lograr ventajas como:

- Eliminar el error humano en la medición.
- Disminución del tiempo de la recopilación de las mediciones tomadas.
- Toma de lectura en un gran número de estaciones desde un solo lugar.
- Bajos costos de lectura de la información.
- Almacenamiento de la información en archivos con diferentes formatos para su procesamiento.

En el presente estudio, se han identificado en el mercado diferentes equipos para el registro y transmisión de datos, si bien existe una gran variedad en el mercado en el anexo 10, se presentan las características de los equipos utilizados y recomendados por los proveedores descritos anteriormente. Además de las ventajas y desventajas de cada uno de estos.



**Tabla 6.3 Cuadro Comparativo de Equipos de Transmisión de Datos**

Equipo	Uso	Tipo de Instalación	Tipo Transmisión	Mantenimiento	Característica
Sensor Nivel y transmisión de datos	Transmisión	Fijo	GPRS	El instrumento es autónomo, no requiere de mantenimiento, a menos que falle por algún daño externo.	Instrumento integrado con sistema de transmisión de datos. Uso en zonas con señal celular. Uso de batería, vida útil sobre 10 años dependiendo del uso. No es posible manipular por los usuarios.
Sutron Satlink-3 (plataforma completa)	Transmisión satelital	Estación fija	ON / OFF / pulso Colector abierto con resistencia limitante de 100Ω. 100mA, 15V max	No requiere de mantenimiento, se programa una sola vez	Transmisión satelital GOES (uso exclusivo y gratuito por parte de la DGA, no se paga un servicio). Baja posibilidad de Manipulación por los usuarios. Operación sobre los siguientes satélites GOES, EUMETSAT, MTSAT, INSAT, ARGOS, CGMS. No es fácil de manipular.
Sutron Iridium - Link (plataforma completa)	Transmisión satelital	Estación fija	Exactitud del reloj (0 a - 40°C) ±9.3 s/mes (max) -40°C a + 60°C	No requiere de mantenimiento, se programa una sola vez	Iridium satélite privado con costo
RTU ADCON A723	Estación remota	Estación fija	12 Bit a 0...2,5 V 50 HZ pulse counter	No requiere de mantenimiento, se programa una sola vez, dispone de panel solar	La estación remota debe estar a no más de 20 km de la estación de transición, si es más, se debe agregar otra para que repita la información
RTU ADCON RA440	Estación de transición (UHF a GPRS)	Estación fija	UHF a GSM	No requiere de mantenimiento, se programa una sola vez, dispone de panel solar	Traspasar los datos de UHF a GPRS
Gateway	Transmisor GPRS	Fija	GPRS	No requiere de mantenimiento, se programa una sola vez.	Sistema dependiendo del lugar puede ser usado con panel solar, conexión a red eléctrica, transmisión de datos GSM/GPRS. Puede ser para 5 a 100 estaciones,

Fuente: Elaboración Propia

## **6.6 Presupuestos de los Equipos**

En este capítulo se hace mención que los presupuestos presentados por los proveedores son referenciales y puede variar, en función de las cantidades a comprar, lugar de emplazamiento de las mismas, entre otros.

El detalle de las cotizaciones con sus respectivos catálogos, se encuentra disponible en el Anexo 11.

A continuación, se muestra una tabla con una descripción general de los equipos típicos en el mercado, asociados a un valor referencial con IVA incluido, además de, indicar los costos referenciales de envío de la información en diferentes sistemas (GPRS, satelital).

**Tabla 6.4 : Descripción General de Fluómetros Típicos en el Mercado**

Equipo	Uso	Tipo de Instalación	Precisión	Mantenición	Característica	Costo
Flujómetro electromagnético	Subterráneo Tubería	Invasiva y /o semi invasiva	± 0.2% Alta	No requiere mantención a menos que deba usar filtro, por la calidad del agua.	Liviano desde 2 kg. Sistema digital compatible con los equipos de transmisión Panel digital, baja posibilidad de manipulación. Costo depende del diámetro	Variable dependiendo del diámetro de la tubería y del proveedor. Desde 2.379.988 pesos
Flujómetro mecánico	Subterráneo Tubería	Invasiva	± 2% Baja	No requiere mantención a menos que deba usar filtro, por la calidad del agua.	Peso desde 7.5 kg. Requiere de un sensor adicional para enviar los datos al equipo de transmisión.	Variable dependiendo del diámetro de la tubería y del proveedor. Desde 285.000 pesos + sensor RHI 180.000 pesos
Flujómetro Ultrasónico	Subterráneo Tubería	No invasiva	± 1%	No requiere de mantención, pero si se debe realizar una verificación de calibración una vez al año o según disponga cada fabricante	Este método de medición de caudal es seguro, no-intrusivo y fácil de utilizar. Su precisión no es buena, dado que depende del material y espesor de la tubería, además de la habilidad de colocación de los sensores ( falla humana)	Desde 2.600.000 pesos

**Tabla 6.5: Descripción General de Sensores Típicos en el Mercado**

Equipo	Uso	Tipo de Instalación	Precisión	Mantenición	Característica	Costo
Sensor radar	Superficial Canal	Fijo	± 3mm	No requiere mantención, a menos que se ensucie la zona del lector.	Medición del nivel de aguas superficiales sin contacto al agua Rango de medición 10 m (0.8 ...35 m) Consumo de electricidad bajo <10mA Dimensiones compactas, bajo peso Diseño innovador como antena plana 10 metros de cable incluido. Puede ser usado en zonas con o sin señal celular	Desde 2.046.800 pesos
Sensor ultrasónico	Superficial Canal	Fijo	2 mm	No requiere mantención.	Sensores de alta deriva, son recomendados para la industria (principalmente estanques cerrados, donde el ambiente está controlado (viento y temperatura)	Desde 1.082.900 pesos
Sensor ultrasónico sumergible	Subterráneo y Superficial	Fijo	2 mm	Dependiendo de la calidad del agua se debe limpiar la membrana de cerámica.	Sensor sumergible, con membrana de cerámica de alta resistencia, fácil de limpiar.	Desde 1.011.500 pesos
Sensor Nivel y transmisión de datos	Subterráneo y Superficial	Fijo	± 0,05% FS	Dependiendo de la calidad del agua, se debe limpiar el sensor de cerámica y calibrar a las condiciones actuales en que estará funcionando el instrumento.	Instrumento integrado con sistema de transmisión de datos. Uso en zonas con señal celular. Uso de batería, vida útil sobre 10 años dependiendo del uso.No es posible manipular por los usuarios.	Desde 1.904.000 pesos

**Tabla 6.6: Descripción de Equipos de Registro y Transmisión en el Mercado**

Equipo	Uso	Tipo de Instalación	Precisión	Mantenimiento	Característica	Costo
Sutron Satlink-3 (plataforma completa)	Transmisión satelital	Estación fija	ON / OFF / pulso Colector abierto con resistencia limitante de 100Ω. 100mA, 15V máx.	No requiere de mantenimiento, se programa una sola vez	Transmisión satelital GOES (uso exclusivo y gratuito por parte de la DGA, no se paga un servicio). Baja posibilidad de Manipulación por los usuarios. Operación sobre los siguientes satélites GOES, EUMETSAT, MTSAT, INSAT, ARGOS, CGMS. No es fácil de manipular.	5.117.000 pesos
Sutron Iridium - Link (plataforma completa)	Transmisión satelital	Estación fija	Exactitud del reloj (0 a -40°C) ±9.3 s/mes (máx.) - 40°C a + 60°C	No requiere de mantenimiento, se programa una sola vez	Iridium satélite privado con costo	2.451.400 pesos Plan de datos mensual (transmisión de 2 valores por hora: nivel +voltaje batería)= 22.500 x 12 =270.000+IVA. Activación modem satelital (una sola vez)= 95.000 pesos.
RTU ADCON A723	Estación remota	Estación fija	12 Bit a 0...2,5 V 50 HZ pulse counter	No requiere de mantenimiento, se programa una sola vez, dispone de panel solar	La estación remota debe estar a no más de 20 km de la estación de transición, si es más, se debe agregar otra para que repita la información	1.094.800 pesos
RTU ADCON RA440	Estación de transición (UHF a GPRS)	Estación fija	UHF a GSM	No requiere de mantenimiento, se programa una sola vez, dispone de panel solar	Traspasar los datos de UHF a GPRS	2.082.500 pesos
Gateway	Transmisor GPRS	Fija	GPRS	No requiere de mantenimiento, se programa una sola vez.	Sistema dependiendo del lugar puede ser usado con panel solar, conexión a red eléctrica, transmisión de datos GSM/GPRS. Puede ser para 5 a 100 estaciones,	Dependiendo de los requerimientos, y del proveedor su valor va Desde 1.904.000 pesos. Plan GPRS mensual 10.000 +IVA Anual=120.000 +IVA= 142.800 pesos

## **7. PROPUESTA TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA IMPLEMENTAR SISTEMAS DE CONTROL DE EXTRACCIONES Y DE TRANSMISIÓN EN TIEMPO REAL**

### **7.1 Generalidades**

La proposición de tecnologías de control de extracciones y de transmisión en línea se centró en 30 derechos de aguas superficiales y 30 de aguas subterráneas para cada una de las cuencas pilotos, es decir, para un total de 120 puntos de control.

Cada una de estas captaciones fue visitada en terreno lo cual permitió disponer de un diagnóstico de las características de cada una, así como también de los sistemas de control de extracciones de que disponen.

De acuerdo al diagnóstico presentado, en los sistemas de extracción superficial, es posible que los canales dispongan de una estructura hidráulica de control, como el caso de una compuerta, se debe incorporar un equipo de medición de caudal ultrasónico, el cual deberá ser conectado a una unidad de transmisión remota de datos, debidamente interconectada con la unidad de control local donde se disponga de señal celular, para proceder con el envío de la información a la DGA.

En caso que el canal cuente con sección de aforo en buen estado, se debe aprovechar la misma sección.

Como son equipos independientes, se debe considerar para la implementación de estos, obras civiles y estructurales que permitan instalar los equipos a un costado del canal, además de considerar protecciones, para que estos no sean manipulados, robados, maltratados u otro.

En los sistemas de extracciones subterráneas, es necesario modificar el manifold existente, de modo de dar el espacio necesario para la instalación de un equipo de medición, incluyendo la distancia libre que debe existir respecto a las singularidades tanto de aguas arriba como de aguas abajo, que establece cada fabricante de equipo.

### **7.2 Normas y Reglamentos**

El diseño e implementación de los instrumentos de medición de nivel, caudal y transmisión de datos, serán en conformidad a los estándares y exigencias establecidas en:

- Resolución Exenta DGA N° 3417 del 26 de Octubre de 2015.  
Requisitos para la Instalación de Sistema de Control de Extracciones de Aguas Subterráneas Anexos 1, 2, 3 y 4.
- Guía de Control de Extracciones para Diferentes Usuarios, 2011. DGA.

En el caso del diseño de las obras civiles y estructurales, se deberán ejecutar en conformidad a la Normativa Chilena Oficial NCh, así como también los aspectos relativos a seguridad, salud o las leyes o decretos vigentes.

A continuación se hace referencia a las normas y reglamentos básicos aplicables a los proyectos, los cuales se pueden complementar con las normas que indique el contratista.

- Nch 148 Of 1968: Cemento. Terminología, clasificación y especificaciones.
- Nch 163 Of 2013: Áridos para morteros y hormigones. Requisitos generales.
- Nch 170 Of 2013: Hormigón. Requisitos Generales.
- Nch 203 Of 2006: Acero para uso estructural. Requisitos.
- Nch 204 Of 2006: Acero. Barras laminadas en caliente para hormigón armado.
- Nch 211 Of 2012: Acero. Enfierradura para uso en hormigón armado. Requisitos
- Nch 218 Of 2009: Acero. Mallas electrosoldadas de alambre para hormigón armado. Requisitos
- Nch 301 Of 1963: Pernos de acero con cabezas y tuercas hexagonales.
- Nch 300 Of 1997: Elementos de fijación. Pernos, tornillos, tuercas y accesorios. Terminología y designación general
- Nch 427 Of 1974: Especificaciones para el cálculo, fabricación y construcción de estructuras de acero
- Nch 428 Of 1957: Ejecución de construcciones de estructuras de acero.
- Nch 430 Of 2008: Hormigón armado. Requisitos de diseño y cálculo.
- Nch 431 Of 1977: Construcción. Sobrecargas de Nieve.
- Nch 432 Of 1971: Cálculo de la acción del viento sobre construcciones.
- D.S.N°60 -2011: Decreto supremo diseño y cálculo de hormigón armado.
- Nch 1498 Of 2012: Hormigón y mortero. Aditivos. Clasificación y requisitos
- NCh 1537 Of. 2009: Diseño Estructural de Edificios – Cargas Permanentes y Sobrecargas de Uso.
- Nch 2369 Of 2003: Diseño Sísmico de estructuras e instalaciones industriales.
- Nch 3171 Of 2010: Diseño estructural. Disposiciones generales y combinaciones de carga.
- Manual de Carreteras. Dirección de vialidad. Ministerio de Obras Públicas. Vol.5. Especificaciones de Construcción. Vol.4. Planos de Obras Tipo. Última versión.
- D.S. 594: Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo.
- ACI 318: Building Code Requirements for Reinforced Concrete.
- ASTM A53M: Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts.
- AWWA Manual M11: Steel Pipe- A Guide for Design and Installation.
- AWS D1.4: Structural Welding Code-Reinforcing Steel.
- Requisitos para instalación de Sistema de Control de Extracciones de Aguas Subterráneas. Versión 1.0. Dirección General de Aguas.

### **7.3 Bases de Diseño**

#### **7.3.1 Instrumentos de Medida**

En este punto se analizan los distintos tipos de sensores que se utilizan para la medición de caudal en relación con el control de extracciones de aguas superficiales y subterráneas. Se analizan por una parte los tipos de sensores que se utilizan para la medida en continuo y por otra los que se utilizan para las medidas puntuales directas de determinación de caudales, necesarios para controlar las extracciones.

Los procedimientos de medida pueden ser mecánicos, eléctricos o electrónicos. Los que utilizan principios de medida eléctricos o electrónicos para estas determinaciones, pueden dar lugar a dos tipos de señal o de salida, que para determinadas utilizaciones resulta importante su análisis. Si la señal es continua se denomina analógica y si la

señal se produce con escalones, aun cuando estos sean todo lo pequeños que queramos, se denomina digital.

Dada la importancia que hoy día ha alcanzado la transmisión de los datos, se realiza un apunte sobre los distintos sistemas de acumulación de datos y de transmisión.

a) Medidores de nivel

En las estaciones de aforo se registra generalmente el nivel del agua y su evolución en el tiempo, dato con el que a través de la medición, equivalencia nivel-caudal, se obtiene el caudal y como consecuencia la extracción. La medida del nivel nos permite establecer el nivel medio diario y el nivel máximo mensual, para luego obtener datos de caudales. También posibilita el seguimiento y la previsión en crecidas.

Existen varios procedimientos de medida del nivel de agua, unos realizan la medida desde el exterior de la masa de agua, otros desde el interior y otros desde la superficie.

La situación ideal para obtener el nivel se produce en una zona remansada, en la que se amortiguan y desaparecen las oscilaciones propias de la superficie del agua en movimiento y en la que pequeñas variaciones de caudal produzcan grandes variaciones de nivel.

b) Medidores de caudal

Los medidores de caudal, conocidos como caudalímetros, son sistemas complejos en los que siempre hay un microprocesador que calcula el caudal en función de cierta información fija y otra variable proporcionada por sensores.

Un tipo de caudalímetro muy común consiste en un microprocesador que almacena la fórmula del gasto de una sección de aforo y está conectado a un sensor de nivel. Otro tipo consiste en un microprocesador que almacena la forma de la sección de aforo y está conectado a un sensor de nivel y a otro de velocidad del agua. Ambos pueden calcular el caudal circulante.

c) Recolectores de datos

Estos sistemas adquieren los datos a través de ciertos sensores y son los que almacenan los datos y en su caso los transmiten a distancia.

Registrador electrónico. Es un aparato electrónico que unido a algunos sensores recoge la información procedente de estos, la almacena, la presenta y la transmite, en ciertos casos de forma automática. Se basa en un microprocesador programado y una serie de circuitos electrónicos que almacenan la información, facilitan la conexión a los sensores, a la energía, a los sistemas de transmisión, etc.

Estos aparatos se programan de manera que cada cierto intervalo de tiempo adquiere los datos, los controlan y elaboran, los almacenan y en su caso los transmiten.



#### d) Sistemas de transmisión de datos

La transmisión de los datos se puede realizar de forma clásica, a través de correo con intervención humana, o de manera automática, a través de líneas punto a punto, líneas telefónicas, o procedimientos radioeléctricos.

Correo. La transmisión clásica de los datos al centro de tratamiento de la información se realiza mediante la recogida del soporte que los contiene por los acumuladores que vuelcan la información almacenada a sistemas externos que se conectan, como puede ser un ordenador portátil.

Línea punto a punto. Consiste en la utilización de líneas cableadas con dedicación exclusiva para la transmisión de los datos. Se utiliza en instalaciones industriales donde los recorridos cableados tienen longitudes reducidas, o en el propio caso de las estaciones de aforo, en la conexión del sensor con el acumulador de datos.

La señal eléctrica o electrónica que proporciona un sensor puede ser de dos tipos: analógica o digital.

La señal analógica es continua y acotada entre determinados valores de voltaje o de intensidad de corriente eléctrica. Se conduce mediante cables eléctricos de dos conductores. Para proteger la señal se utilizan cables apantallados. La señal cuyo umbral inicial es distinto de cero es más segura, pues elimina la posibilidad de confusión de dato cero con la posibilidad de cable cortado, ya que nunca el dato cero puede confundirse con la ausencia de señal que proporciona el cable cortado.

La señal digital es discontinua y se produce con escalones, aun cuando estos sean todo lo pequeños que queramos. Se produce cuando en ciertos conectores hay o no hay corriente o señal. Se conduce mediante cables eléctricos con muchos hilos conductores; uno de ellos, denominado común, es el que proporciona la energía al sensor y el resto de los cables retornan con o sin señal eléctrica. De esta manera tenemos una serie de cables con señal y otros sin ella, con lo que podemos obtener un código en ceros y unos; mediante una codificación preestablecida, se transmiten códigos que representan los valores. Así un sensor que en función de cierta posición abre o cierra una serie de contactos, produce una señal eléctrica en cada cable unido a un contacto cerrado y otra serie de cables no tienen señal porque su contacto está abierto.

Línea telefónica. La utilización de las líneas telefónicas permite la transmisión de datos a largas distancias. Los recolectores de datos están equipados con ciertos circuitos electrónicos, llamados módem, que permiten la conexión a este tipo de líneas.

Radio. La utilización de ondas de radio para la transmisión de datos a larga distancia es un procedimiento usado por ciertos sistemas. Mediante una serie de repetidores de radio terrestres o mediante la utilización de un satélite como único repetidor, se pueden transmitir datos en grandes cantidades y en espacios pequeños de tiempo. Para ello el acumulador de datos se conecta a un módem que acomoda los mensajes a los requerimientos del equipo de radio.

### 7.3.2 Criterios Diseño

En este punto se analizan diversos criterios que proporcionan orientaciones sobre el diseño final del sistema de control de extracciones de agua y transmisión de datos.

#### a) Fidelidad

El nivel registrado en la escala y en los aparatos de captación de datos debe de ser representativo de la circulación general y, por lo tanto, del caudal circulante en cualquier circunstancia.

La tipología de la estación debe de propiciar que los niveles en pozo o en el punto de captación del dato no resulten alterados por el oleaje, por las perturbaciones localizadas, por el paso de remolinos arrastrados por la corriente de agua o por una inadecuada comunicación del punto de registro con el río.

#### b) Estabilidad

La circulación de las aguas en la estación de aforos debe de realizarse en régimen lento, evitando siempre la posibilidad de cambio de régimen, ya que para el paso de régimen rápido a lento se tiene que producir resalto hidráulico, presentándose en general el resalto ondulado, lo que origina una situación en la que no existe relación biunívoca entre la altura y el caudal.

Se debe de limitar la pendiente longitudinal en el tramo de la estación para evitar circulaciones en régimen rápido.

#### c) Accesibilidad

La tipología de la estación debe de permitir un fácil acceso a la misma en todas las circunstancias, incluso en situaciones de crecida. La facilidad en el acceso a las distintas partes de la instalación debe de considerarse para evitar impedimentos o dificultades en la utilización por el personal de servicio.

Se debe de acceder a la estación al menos por un camino para todo terreno. El acceso debe ser fácil y mínimo, al pozo y a los vertederos, debe de presentar las mínimas dificultades posibles.

#### d) Protección frente a crecidas

El diseño debe de tener en cuenta la circulación de los máximos caudales para que no sufran daño las distintas instalaciones y fundamentalmente los elementos de registro, que no deben de quedar inservibles por resultar sumergidos o afectados por las aguas, con lo que se pueden perder datos de gran valor. Los elementos flotantes y los arrastrados por el agua deben de tenerse en cuenta en el diseño para permitir su paso sin que se produzcan retenciones, sin que se alteren los datos y sin que se produzcan daños. Su estancamiento con obstrucción de la sección de desagüe produce alturas de agua anómalas, que falsean los datos de caudal real circulante.

e) Protección frente a erosiones y aterramientos.

La sección de desagüe no debe de variar con el tiempo, para que la medición de la estación permanezca lo más estable posible durante la vida útil de la misma y se pueda tener una relación biunívoca altura-caudal.

El lugar elegido para la implementación del sistema de control de extracción y transmisión de datos debe de ser estable. El diseño no debe de permitir que la sección escogida presente alteración del fondo ni una pendiente por erosión o aterramiento y no debe de resultar alterada ni degradada por la obra a implementar.

f) Adecuación al tipo de instrumento y mantenimiento

Los recursos disponibles para la medición y mantenimiento de la estación pueden obligar a realizar diseños más desarrollados en determinados aspectos que cubran ciertas deficiencias posteriores, aun con pérdida de otras cualidades o con un coste económico superior.

Es importante conocer el tipo de instrumentación a instalar, para incorporar al diseño los elementos necesarios que permitan el buen funcionamiento de los sensores que captan las distintas variables. Por ejemplo, si se utiliza el sistema de boya y contrapeso, el diseño debe de incorporar un pozo vertical.

g) Economía

La disponibilidad económica puede obligar a un tipo determinado equipo y de obra civil. La instalación puede consistir desde una simple instalación muy económica, hasta una instalación muy costosa.

h) Adaptación a la Topografía

La topografía del lugar en el que hay que implementar los equipos de control puede obligar a un determinado tipo de solución.

### 7.3.3 Requisitos para la Instalación de Sistemas de Control

Se debe realizar en conformidad a lo establecido en el Instructivo Normas y Procedimientos de Control de Extracciones de Aguas Subterráneas, correspondiente a la Resolución Exenta DGA N° 3417 del 26 de Octubre de 2015.

## 7.4 Proyectos Finales

Se realizó el diseño de 120 proyectos de control de extracciones, según se mencionó anteriormente.

En la Tabla 7.1 se presenta un resumen de cada uno de los proyectos de la cuenca del río Chopa y en la 7.2 los correspondientes a la cuenca del río Maule.

Donde:

Expediente: Número del Proyecto, que se utilizó como asociativo

Q (l/s): Caudal otorgado o de aprovechamiento

Tipo de Captación: Subterránea, Superficial

Cumple Si / No: Verificación del equipo existente en conformidad a la resolución 3417.  
(Supuesto de información obtenida de google o en su defecto de la ficha de terreno)

Situación actual: descripción breve de la situación actual

Situación proyecta: se indica los equipos a implementar.

Costo Estimado \$: Costo estimado de inversión en la implementación de equipos y obras civiles básicas.

En Anexo 13 se presentan las memorias de diseño de cada uno y los planos de proyecto respectivos.

**Tabla 7.1 Resumen de Proyectos Subterráneos y Superficiales Cuenca Choapa**

N°	Expediente	Q (l/s)	Tipo Captación	Cumple Si / No	Situación Actual	Situación Proyectada	Costo Estimado de Inversión \$
1	ND-0403-123	94.00	Subterránea	No	Con Sistema de Control de Extracciones, flujómetro Promag W (Endress Hauser) y transmisión de datos fibra óptica	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.566.868
2	ND-0403-357	10.00	Subterránea	Si	Con sistema de control de extracción, mediante un flujómetro mecánico marca DOROT, y sin transmisión de datos.	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	4.722.027
3	ND-0403-800018	65.00	Subterránea	No	Con Sistema de control de Extracciones mediante flujómetro electromagnético y sin sistema de transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.389.989
4	ND-0403-168	16.00	Subterránea	No	Con Sistema de control de Extracciones, mediante un flujómetro mecánico (m <sup>3</sup> ) (MWN100, POWOGAZ) y sin sistema de transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.497.050
5	ND-0403-800017	100.00	Subterránea	No	Con Sistema de control de Extracciones mediante flujómetro electromagnético y sin sistema de transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.389.989
6	ND-0403-800016	80.00	Subterránea	No	Con Sistema de control de Extracciones mediante flujómetro electromagnético y sin sistema de transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.229.741

N°	Expediente	Q (l/s)	Tipo Captación	Cumple Si / No	Situación Actual	Situación Proyectada	Costo Estimado de Inversión \$
7	ND-0403-199	25.00	Subterránea	No	Con Sistema de control de Extracciones, mediante flujómetro mecánico y sin sistema de transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.366.445
8	ND-0403-800015	75.00	Subterránea	No	Con Sistema de control de Extracciones mediante flujómetro electromagnético y sin sistema de transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.229.741
9	ND-0403-1583	12.00	Subterránea	No	Con Sistema de control de Extracciones, mediante un flujómetro mecánico y sin sistema de transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.243.494
10	ND-0403-863	10.00	Subterránea	No	Con sistema de control de extracciones mediante un flujómetro mecánico (contador HF10L), sin sistema de transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.366.445
11	ND-0403-800013	85.00	Subterránea	No	Con Sistema de control de Extracciones mediante flujómetro electromagnético y sin sistema de transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.229.741
12	ND-0403-800012	55.00	Subterránea	No	Con Sistema de control de Extracciones mediante flujómetro electromagnético y sin sistema de transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.091.915

N°	Expediente	Q (l/s)	Tipo Captación	Cumple Si / No	Situación Actual	Situación Proyectada	Costo Estimado de Inversión \$
13	ND-0403-800019	60.00	Subterránea	No	Con Sistema de control de Extracciones mediante flujómetro electromagnético y sin sistema de transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.091.915
14	ND-0403-713	10.00	Subterránea	Si	Con sistema de control de extracciones mediante un flujómetro mecánico, y sin sistema de transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	4.732.035
15	VPC-0403-32	15.00	Subterránea	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.229.741
16	ND-0403-239-1	12.00	Subterránea	NA	Sin Sistema de control de Extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.430.705
17	ND-0403-714	10.80	Subterránea	NA	Sin Sistema de control de Extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.155.318
18	ND-0403-186	45.00	Subterránea	No	Con Sistema de control de Extracciones, mediante un flujómetro mecánico (no se encuentra instalado) y sin sistema de transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.366.445
19	ND-0403-169	44.00	Subterránea	No	Con sistema de control de extracción, mediante un flujómetro mecánico, usado y en estado regular, y sin transmisión de datos.	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.497.050

N°	Expediente	Q (l/s)	Tipo Captación	Cumple Si / No	Situación Actual	Situación Proyectada	Costo Estimado de Inversión \$
20	ND-0403-800029	12.00	Subterránea	NA	Sin Sistema de control de Extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de radio transmisión y transmisión de datos GPRS	6.307.452
21	ND-0403-800028	12.00	Subterránea	NA	Sin Sistema de control de Extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de radio transmisión y transmisión de datos GPRS	6.307.452
22	ND-0403-116	12.00	Subterránea	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.307.754
23	ND-0403-302-2	16.00	Subterránea	NA	Sin Sistema de control de Extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.097.405
24	ND-0403-302-1	23.00	Subterránea	NA	Sin Sistema de control de Extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.134.196
25	ND-0403-310-1	10.00	Subterránea	NA	Sin Sistema de control de Extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.265.981
26	ND-0403-310-2	12.00	Subterránea	NA	Sin Sistema de control de Extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.265.981
27	ND-0403-311	20.00	Subterránea	NA	Sin Sistema de control de Extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.322.411
28	ND-0403-221-1	24.00	Subterránea	NA	Sin Sistema de control de Extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.133.201



N°	Expediente	Q (l/s)	Tipo Captación	Cumple Si / No	Situación Actual	Situación Proyectada	Costo Estimado de Inversión \$
29	ND-0403-221-3	15.00	Subterránea	NA	Sin Sistema de control de Extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.284.582
30	ND-0403-221-2	15.00	Subterránea	NA	Sin Sistema de control de Extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.275.257
1	NC-0403-53-1	83.02	Superficial	NA	Con sistema de control de extracciones mediante canal Garganta Estrecha, y sin transmisión de datos.	Se incorpora sensor de nivel, con un sistema de transmisión remota de datos, además de estación base con conexión a panel solar ambos lugares.	8.774.917
2	NC-0403-22-1	104.00	Superficial	NA	Con sistema de control de extracciones mediante canal Garganta Estrecha, y sin transmisión de datos.	Se incorpora sensor de nivel, con un sistema de transmisión remota de datos, además de estación base con conexión a panel solar ambos lugares.	8.774.917
3	NC-0403-106-1	100.00	Superficial	NA	Con sistema de control de extracciones mediante canal Garganta Estrecha, y sin transmisión de datos.	Se incorpora sensor de nivel y sistema transmisión de datos	6.307.631
4	NC-0403-107-1	50.00	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	9.507.578
5	NC-0403-102-1	160.00	Superficial	NA	Con sistema de control de extracciones mediante canal Garganta Estrecha, y sin transmisión de datos.	Se incorpora sensor de nivel y sistema transmisión de datos	6.307.631

N°	Expediente	Q (l/s)	Tipo Captación	Cumple Si / No	Situación Actual	Situación Proyectada	Costo Estimado de Inversión \$
6	NC-0403-103-1	90.00	Superficial	NA	Con sistema de control de extracciones mediante canal Garganta Estrecha, y sin transmisión de datos.	Se incorpora sensor de nivel y sistema transmisión de datos	6.307.631
7	NC-0403-56-1	40.00	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	9.507.578
8	NC-0403-96-1	93.00	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	9.826.736
9	NC-0403-55	82.00	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	9.826.736
10	NC-0403-124-1	800.00	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	15.846.470
11	NC-0403-125-1	150.00	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	9.826.736

N°	Expediente	Q (l/s)	Tipo Captación	Cumple Si / No	Situación Actual	Situación Proyectada	Costo Estimado de Inversión \$
12	NC-0403-129-1	300.00	Superficial	NA	Con sistema de control de extracciones mediante canal Garganta Estrecha, y sin transmisión de datos.	Se incorpora sensor de nivel, con un sistema de transmisión remota de datos, además de estación base con conexión a panel solar ambos lugares.	9.025.806
13	NC-0403-130-1	59.00	Superficial	NA	Con sistema de control de extracciones mediante canal Garganta Estrecha, y sin transmisión de datos.	Se incorpora sensor de nivel, con un sistema de transmisión remota de datos, además de estación base con conexión a panel solar ambos lugares.	9.034.705
14	NC-0403-131-1	290.00	Superficial	NA	Con sistema de control de extracciones mediante canal Garganta Estrecha, y sin transmisión de datos.	Se incorpora sensor de nivel, con un sistema de transmisión remota de datos, además de estación base con conexión a panel solar ambos lugares.	6.069.631
15	NC-0403-141-1	28.00	Superficial	NA	Con sistema de control de extracciones mediante canal Garganta Estrecha, y sin transmisión de datos.	Se incorpora sensor de nivel y sistema transmisión de datos.	6.307.631
16	NC-0403-87-1	116.10	Superficial	NA	Con sistema de control de extracciones mediante canal Garganta Estrecha, y sin transmisión de datos.	Se incorpora sensor de nivel, con un sistema de transmisión remota de datos, además de estación base con conexión a panel solar ambos lugares.	9.034.705
17	NC-0403-43-1	140.00	Superficial	NA	Con sistema de control de extracciones mediante canal Garganta Estrecha, y sin transmisión de datos.	Se incorpora sensor de nivel y sistema transmisión de datos	6.069.631
18	NC-0403-70-1	28.00	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	11.974.865

N°	Expediente	Q (l/s)	Tipo Captación	Cumple Si / No	Situación Actual	Situación Proyectada	Costo Estimado de Inversión \$
19	NC-0403-42-1	50.00	Superficial	NA	Con sistema de control de extracciones mediante canal Garganta Estrecha, y sin transmisión de datos.	Se incorpora sensor de nivel y sistema transmisión de datos	6.307.631
20	NC-0403-76-1	150.00	Superficial	NA	Con sistema de control de extracciones mediante canal Garganta Estrecha, y sin transmisión de datos.	Se incorpora sensor de nivel y sistema transmisión de datos.	6.069.631
21	NC-0403-77-1	119.00	Superficial	NA	Con sistema de control de extracciones mediante canal Garganta Estrecha, y sin transmisión de datos.	Se incorpora sensor de nivel y sistema transmisión de datos.	6.069.631
22	NC-0403-95-1	230.00	Superficial	NA	Con sistema de control de extracciones mediante canal Garganta Estrecha, y sin transmisión de datos.	Se incorpora sensor de nivel y sistema transmisión de datos.	6.069.631
23	NC-0403-94-1	120.00	Superficial	NA	Con sistema de control de extracciones mediante canal Garganta Estrecha, y sin transmisión de datos.	Se incorpora sensor de nivel y sistema transmisión de datos.	6.069.631
24	NA-0403-5-1	15.76	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de una obra hidráulica para la implementación de canaleta parshall, sensor de nivel, sistema de transmisión remota de datos, estación base con conexión a panel solar ambos lugares.	11.577.643

N°	Expediente	Q (l/s)	Tipo Captación	Cumple Si / No	Situación Actual	Situación Proyectada	Costo Estimado de Inversión \$
25	NC-0403-96-1	41.70	Superficial		Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de una obra hidráulica para la implementación de canaleta parshall, sensor de nivel, sistema de transmisión remota de datos, estación base con conexión a panel solar ambos lugares.	11.974.865
				NA			
26	NA-0403-8-1	10.94	Superficial		Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de una obra hidráulica para la implementación de canaleta parshall, sensor de nivel, sistema de transmisión remota de datos, estación base con conexión a panel solar ambos lugares.	11.577.643
				NA			
27	NA-0403-15-1	9.77	Superficial		Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	9.110.356
				NA			
28	NA-0403-19-1	42.31	Superficial		Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	9.507.578
				NA			
29	NA-0403-20-1	32.90	Superficial		Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	9.507.578
				NA			
30	NA-0403-22-1	44.51	Superficial		Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	9.507.578
				NA			

**Tabla 7.2 Resumen de Proyectos Subterráneos y Superficiales Maule**

N°	Expediente	Q (l/s)	Tipo Captación	Cumple Si / No	Situación Actual	Situación Proyectada	Costo Estimado de Inversión \$
1	ND-0702-919	66.00	Subterránea	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.048.675
2	ND-0702-1335	95.00	Subterránea	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.730.864
3	ND-0703-1459B	56.00	Subterránea	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.091.915
4	ND-0703-5663	58.00	Subterránea	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.091.915
5	ND-0703-1058	99.00	Subterránea	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se incorpora equipo de transmisión de datos	5.730.864
6	ND-0703-1449	60.30	Subterránea	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.048.675
7	ND-0703-5917	80.00	Subterránea	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.389.989
8	ND-0703-5630	90.00	Subterránea	No	Con sistema de control de extracción, mediante flujómetro mecánico Bermad, Turbo IR y sin transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.566.868




N°	Expediente	Q (l/s)	Tipo Captación	Cumple Si / No	Situación Actual	Situación Proyectada	Costo Estimado de Inversión \$
9	ND-0703-5610	70.00	Subterránea	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.418.904
10	ND-0703-6111	65.00	Subterránea	Si	Con sistema de control de extracción, mediante flujómetro mecánico y sin transmisión de datos	Se incorpora equipo de transmisión de datos	6.048.675
11	ND-0703-6457	54.00	Subterránea	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.418.904
12	ND-0703-6497	57.00	Subterránea	No	Con sistema de control de extracción, mediante flujómetro Bermad y sin transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.048.675
13	ND-0703-6329	65.00	Subterránea	No	Con sistema de control de extracción, mediante Contador (m <sup>3</sup> ) y sin transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.623.364
14	ND-0704-1743	70.00	Subterránea	No	Con sistema de control de extracción, mediante flujómetro mecánico (BERMAD) y sin transmisión de datos. Agrosuccess	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.389.989
15	ND-0704-1742	60.00	Subterránea	No	Con sistema de control de extracción, mediante flujómetro mecánico (BERMAD) y sin transmisión de datos. Agrosuccess	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.091.915
16	ND-0704-1741	60.00	Subterránea	No	Con sistema de control de extracción, mediante flujómetro mecánico (BERMAD) y sin transmisión de datos. Agrosuccess	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.091.915

N°	Expediente	Q (l/s)	Tipo Captación	Cumple Si / No	Situación Actual	Situación Proyectada	Costo Estimado de Inversión \$
17	ND-0704-1790	90.00	Subterránea	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.420.141
18	ND-0703-6121	72.00	Subterránea	No	Con sistema de control de extracción, mediante flujómetro electromagnético (WELLFORD) y sin transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.389.989
19	ND-0703-5929	80.00	Subterránea	No	Con sistema de control de extracción, mediante flujómetro electromagnético (Wellford) y sin transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.687.624
20	ND-0703-6182	81.00	Subterránea		Con sistema de control de extracción, mediante flujómetro electromagnético (WELLFORD) y sin transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.687.624
21	ND-0704-1886	120.00	Subterránea	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.697.632
22	ND-0704-1867	130.00	Subterránea	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.697.632
23	ND-0704-1970	82.50	Subterránea	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.186.501
24	ND-0704-1747	60.00	Subterránea	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.687.624



N°	Expediente	Q (l/s)	Tipo Captación	Cumple Si / No	Situación Actual	Situación Proyectada	Costo Estimado de Inversión \$
25	ND-0704-1751	60.00	Subterránea	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.091.915
26	ND-0704-1850	60.00	Subterránea	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.389.989
27	ND-0704-1668	52.00	Subterránea	No	Con sistema de control de extracción, mediante flujómetro mecánico y sin transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.048.675
28	ND-0704-1715	60.00	Subterránea	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.120.829
29	ND-0704-1836	86.00	Subterránea	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	5.389.989
30	ND-0704-2059	60.00	Subterránea	No	Con sistema de control de extracción, mediante flujómetro mecánico y sin transmisión de datos	Se incorpora medidor de flujo con sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.048.675
1	NC-0702-49947	1393.77	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	21.965.509
2	NC-0702-50041	600.00	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	17.361.399

N°	Expediente	Q (l/s)	Tipo Captación	Cumple Si / No	Situación Actual	Situación Proyectada	Costo Estimado de Inversión \$
3	NC-0702-49989	647.00	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	17.361.399
4	NC-0702-50042	843.60	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	18.285.791
5	NC-0702-49944	210.75	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	13.773.549
6	NC-0702-49933	472.30	Superficial	NA	Con sección de aforo, regla limnimétrica y sin transmisión de datos	Se incorpora sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.307.631
7	NC-0703-515 / NC-0703-516		Superficial	NA	Con sección de aforo, regla limnimétrica y sin transmisión de datos	Se incorpora sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.069.631
8	NC-0703-514	1000.00	Superficial	NA	Con sección de aforo, regla limnimétrica y sin transmisión de datos	Se incorpora sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	21.965.509
9	NC-0703-691	1000.00	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	16.136.889

N°	Expediente	Q (l/s)	Tipo Captación	Cumple Si / No	Situación Actual	Situación Proyectada	Costo Estimado de Inversión \$
10	NC-0703-672	140.00	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	10.855.907
11	NC-0703-665	45.00	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	9.507.578
12	NC-0703-679	57.60	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	  	9.507.578
13	NC-0703-658	177.00	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	9.826.736
14	NC-0702-50059	161.80	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	9.826.736
15	NC-0703-659	162.75	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	9.826.736

N°	Expediente	Q (l/s)	Tipo Captación	Cumple Si / No	Situación Actual	Situación Proyectada	Costo Estimado de Inversión \$
16	NC-0703-660	238.73	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	11.500.828
17	NC-0703-495	90.00	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	10.855.907
18	NC-0703-493	45.00	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	9.507.578
19	NC-0703-670	45.00	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	9.507.578
20	NC-0703-676	600.00	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	17.361.399
21	NC-0703-498	2955.00	Superficial	NA	Con sección de aforo, regla limnimétrica y sin transmisión de datos	Se incorpora sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.307.631

N°	Expediente	Q (l/s)	Tipo Captación	Cumple Si / No	Situación Actual	Situación Proyectada	Costo Estimado de Inversión \$
22	NC-0701-564	900.00	Superficial	NA	Con sección de aforo, regla limnimétrica y sin transmisión de datos	Se incorpora sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	18.285.791
23	NC-0703-677	75.00	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	10.855.907
24	NC-0703-671	570.00	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	17.361.399
25	NC-0703-675	45.00	Superficial	NA	Sin sistema de control de extracciones y transmisión de datos	Se considera la construcción de obra hidráulica para la implementación de canaleta Parshall, sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	9.507.578
26	NC-0703-692	4122.33	Superficial	NA	Con sección de aforo, regla limnimétrica y sin transmisión de datos	Se incorpora sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.027.386
27	NC-0703-63	924.00	Superficial	NA	Con sección de aforo, regla limnimétrica y sin transmisión de datos	Se incorpora sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.069.631
28	NC-0703-89	2280.00	Superficial	NA	Con sección de aforo, regla limnimétrica y sin transmisión de datos	Se incorpora sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.069.631

N°	Expediente	Q (l/s)	Tipo Captación	Cumple Si / No	Situación Actual	Situación Proyectada	Costo Estimado de Inversión \$
29	NC-0703-93	2577.00	Superficial	NA	Con sección de aforo, regla limnimétrica y sin transmisión de datos	Se incorpora sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.069.631
30	NC-0703-94	1799.85	Superficial	NA	Con sección de aforo, regla limnimétrica y sin transmisión de datos	Se incorpora sensor de nivel y equipo de transmisión de datos	6.069.631

## **8. PROGRAMAS GUBERNAMENTALES DE APOYO**

En el presente Capítulo, se presenta un análisis de las alternativas de financiamiento entregadas por el estado, a las que eventualmente podrían acceder los Titulares de las captaciones donde se han proyectado sistemas de control de extracciones y de transmisión de datos.

Este análisis, se realizó a partir de la revisión de los programas de financiamiento y entrevistas con profesionales encargados de estas materias.

El presente análisis se ha centrado en las dos principales instituciones que entregan financiamiento y asistencia técnica a los usuarios de riego como son el Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario (INDAP) y Comisión Nacional de Riego (CNR).

### **8.1 Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario INDAP**

El Instituto Nacional de Desarrollo Agropecuario (INDAP), en su función de apoyo a la agricultura familiar y campesina, cuenta con dos programas para el mejoramiento del riego:

#### **8.1.1 Programa de Riego Intrapredial- PRI**

El objetivo de este Programa es cofinanciar inversiones de riego o drenaje intrapredial mediante la incorporación de tecnologías para la gestión del agua en los sistemas productivos agropecuarios, de los pequeños productores agrícolas y/o campesinos, beneficiarios de INDAP.

El programa entrega incentivos por un monto de hasta 90% del costo bruto total de inversión con un tope de \$ 8.000.000 para personas naturales y de \$ 15.000.000 para personas jurídicas.

Se cofinancia la construcción de obras tales como: pozos, norias, estanques, sistemas de riego por goteo, aspersión, bombeo con energía fotovoltaica, eólica o hidráulica, como también la instalación de biofiltros, dispositivos ultravioleta, y otros elementos destinados a mitigar la contaminación de las aguas de riego.

Los incentivos se entregan sobre la base de un proyecto, el cual considera recursos para cofinanciar las inversiones proyectadas y, cuando corresponda, recursos para la formulación del proyecto y apoyo a la ejecución de las inversiones y/o capacitación de los usuarios.

- **Requisitos Generales:**

- No estar recibiendo simultáneamente otros incentivos regulados por el Reglamento General para la Entrega de Incentivos Económicos de Fomento Productivo, para cofinanciar un mismo apoyo con el mismo objetivo, salvo en situaciones de emergencia agrícola u otras situaciones excepcionales, calificadas por la Institución o por otras autoridades de gobierno y resueltos por INDAP.
- No tener deudas morosas con INDAP, adquiridas en forma directa o en calidad de aval o codeudor solidario, tanto al postular su proyecto y cuando INDAP

constate las condiciones de admisibilidad para acceder al Programa y en el momento de aprobar el proyecto para financiamiento. Se precisa que el aval o codeudor solidario queda impedido de acceder a los recursos de incentivos, a partir de la misma fecha en que queda en mora el deudor principal.

- Suscribir adjunto y como parte del documento proyecto, una Carta Compromiso en la cual el postulante declare que cumple con las exigencias estipuladas en el Título III, Artículo 11º, letra d, del Reglamento General para la entrega de Incentivos Económicos de Fomento Productivo.

- **Requisitos Específicos:**

- Los postulantes que correspondan a Personas Jurídicas deberán acreditar que se encuentran inscritas en el Registro de Personas Jurídicas receptoras de fondos públicos, de acuerdo a lo que establece la Ley N° 19.862, con un Certificado de Detalle de entidad receptora de fondos. La Dirección Regional deberá verificar el adecuado cumplimiento de esta normativa legal, por parte de todas las Agencias de Área.

- Ser titular de los derechos de aprovechamiento de aguas inscritos en el Registro Público de Derechos de Aprovechamiento de Aguas del Catastro Público de Aguas de la Dirección General de Aguas y/o en el Conservador de Bienes Raíces competente, o ser adjudicatario de incentivo de Bono Legal de Aguas para constitución, regularización, o cualquier otro proceso técnico-legal pertinente.

- Se exceptúan, de esta exigencia, los postulantes que califiquen dentro de los casos señalados en los Artículos del Código de Aguas N°s 10 y 20 inciso 2º; en los que el derecho de uso y de la propiedad de los derechos de aprovechamiento pertenecen, respectivamente, por el solo ministerio de la Ley al propietario del predio.

- Además se exceptuarán aquellos beneficiarios a los cuales se les haya otorgado derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas en el marco del Artículo 4º Transitorio de la Ley 20.017 que modificó el Código de Aguas, quienes deberán presentar copia de la Resolución de la Dirección General de Aguas que constituye el derecho de aprovechamiento de aguas.

- Tratándose de las comunidades agrícolas, deberán acreditar su inscripción en el Registro de Propiedad del Conservador de Bienes Raíces, respectivo.

- Tratándose de los integrantes de las comunidades agrícolas y de los integrantes de comunidades y asociaciones indígenas: Declaración jurada simple del representante legal, en que se certifique que los integrantes del grupo pertenecen a dicha organización y la proporción de los derechos de aprovechamiento de las aguas que utilizarán para el proyecto.

- En el caso de los arrendatarios, el contrato de arrendamiento deberá constar por escritura pública o por instrumento privado, siendo necesario en este último caso, la actuación de dos testigos mayores de 18 años, quienes debidamente individualizados, lo suscriban en dicha calidad. Asimismo, el arrendador deberá declarar en la misma escritura el régimen de tributación al cual esté afecto:



renta efectiva determinada por contabilidad completa o renta presunta y en qué calidad jurídica posee los derechos de aprovechamiento de aguas. El plazo de vigencia del contrato de arrendamiento deberá ser a lo menos de 5 años, salvo que el Director Regional autorice un plazo diferente el que deberá quedar estipulado en la Resolución Regional respectiva.

- Los arrendatarios sólo podrán postular a inversiones en equipos de riego móviles. Excepcionalmente, y solo para el caso en que en el contrato de arrendamiento, entre el arrendador y el arrendatario exista un vínculo familiar, podrán postular a inversiones en equipos o tecnificación de riego fijos y a obras de drenaje.

- En caso que el contrato de arrendamiento no contemple el uso de las aguas, el arrendatario deberá señalar y acreditar la vía alternativa que usará.

- Para dar cumplimiento lo dispuesto en el Artículo N°7 del D.L. N° 993/75, referido a: "introducir mejoras en el predio sin autorización previa y por escrito del propietario", el postulante deberá presentar dicha autorización, salvo que la misma este contemplada en el contrato de arrendamiento.

- Los comodatarios y usufructuarios, deberán presentar una copia del comodato o usufructo, que incluya una cláusula referida a los derechos de aguas asociados al proyecto y siempre que el plazo de vigencia del comodato o usufructo no sea inferior a 5 años, contados desde la postulación.

- Los comodatarios y usufructuarios sólo podrán postular a inversiones en equipos de riego móviles. Excepcionalmente, y solo para el caso en que, entre las partes involucradas exista un vínculo familiar, podrá, postular a inversiones en equipos o tecnificación de riego fijos y obras de drenaje.

Es importante destacar que el Programa de Riego Intrapredial (PRI) de acuerdo a su Resolución Exenta N°031990 del año 2016, apartado 5.2 párrafo cuarto, especifica los tipos de obras que se cofinanciarán en donde menciona la captación de aguas subterráneas ya sea la construcción, reparación y ampliación pero no hace mención a obras de telemetría.

### **8.1.2 Programa de Estudios de Riego y Drenaje**

A través de este programa, se entregan incentivos económicos a los(as) pequeños(as) productores(as) agrícolas que necesiten contratar el servicio de formulación de proyectos que serán presentados en los concursos de la Ley N° 18.450, para que incorporen obras de riego o drenaje extraprediales o intraprediales, tanto individuales como asociativas, las que pueden agruparse en las siguientes categorías:

- Proyectos de construcción de nuevas obras de riego.
- Proyectos de mejoramiento, rehabilitación o ampliación de obras.
- Proyectos de tecnificación de riego.
- Proyectos de construcción de obras de drenaje.
- Proyectos que contribuyan a la prevención y mitigación de contaminación de aguas.
- Proyectos intraprediales de tecnificación de aplicación de aguas de riego en el marco de la agricultura sustentable (producción limpia, agricultura orgánica, agricultura integrada o agricultura que incorpore Buenas Prácticas Agrícolas, BPA).

-Proyectos de riego que utilicen energías renovables no convencionales.

El objetivo del Programa es mejorar la gestión del agua en las explotaciones agropecuarias de los beneficiarios de INDAP, mediante la entrega de incentivos destinados a la formulación de proyectos de riego o drenaje, y realización de consultorías especializadas, análisis de laboratorio, ensayos de materiales y otros estudios, que sean necesarios como prerrequisito o complemento de los estudios de diseño de obras de riego y drenaje.

- **Requisitos:**

Los(as) interesados(as) en postular deben:

-Financiar el saldo del costo total del proyecto que no sea cubierto por los incentivos económicos entregados por INDAP, con recursos propios o créditos entregados por INDAP o terceros.

-Contar con derechos de aprovechamiento de aguas inscritos en el Conservador de Bienes Raíces correspondiente o susceptibles de ser regularizados según la legislación vigente.

-Las organizaciones de usuarios de aguas y comunidades de aguas no organizadas podrán optar a una bonificación máxima de 90% del costo total de proyecto, siempre que estén integradas a lo menos por un 70% de beneficiarios(as) de INDAP. Si esta proporción fuere menor al 70%, sólo podrán postular a un máximo de 80% de bonificación.

En resumen, según Resolución Exenta N° 166193 del año 2013, este programa permite la formulación de proyectos de riego y drenaje que serán presentados a los concursos de La ley N° 18.450 de fomento a la Inversión privada en Obras de Riego y Drenaje.

Por otro lado el Reglamento DS 95-2014 de la Ley N° 18.450 en las definiciones establecidas en su artículo 1° apartado 11, se refiere a los medidores de caudal como un elemento de riego mecánico.

A través de comunicación directa con la institución, esta mencionó que no presentan dentro de sus planes de financiamiento destinar recursos para el control de extracciones, como un fondo específico de concurso.

El Jefe de la Unidad de Riego de INDAP Región del Maule, Sr. Rodrigo Garrido también menciona que no poseen recursos para este tipo de proyectos de control de extracciones.

## **8.2 Comisión Nacional de Riego CNR**

El Estado, por intermedio de la Comisión Nacional de Riego (CNR), tiene la facultad de bonificar el costo de estudios, construcción y rehabilitación de obras de riego o drenaje y las inversiones en equipos y elementos de riego mecánico o de generación, siempre que se ejecuten para incrementar el área de riego, mejorar el abastecimiento de agua en superficies regadas en forma deficitaria, mejorar la calidad y la eficiencia de la aplicación del agua de riego o habilitar suelos agrícolas de mal drenaje y, en general,

toda obra de puesta en riego u otros usos asociados directamente a las obras de riego bonificadas, habilitación y conexión, cuyos proyectos sean seleccionados y aprobados en la forma que se establece la Ley N°18.450.

La bonificación del Estado a que se refiere esta Ley se aplicará de la siguiente manera:

a) Los pequeños productores agrícolas a quienes la ley orgánica del Instituto de Desarrollo Agropecuario defina como tales tendrán derecho a una bonificación máxima del 90%.

b) Los postulantes de una superficie de riego hasta 40 hectáreas ponderadas podrán postular a una bonificación máxima de 80%.

c) A los postulantes de una superficie de riego ponderada de más de 40 hectáreas se les aplicará una bonificación máxima de 70%.

Los proyectos que existen asociados a estas instituciones están orientados al mejoramiento de riego y un uso eficiente del recurso agua, de esta forma en el caso de los proyectos acogidos a la Ley N° 18.450, los usuarios en sus proyectos de mejoramiento de riego pueden considerar la telemetría, como parte de su mejora en el uso de agua.

Considerando lo estipulado en el párrafo anterior están sujetos de bonificación todos los componentes necesarios para la puesta en marcha y el funcionamiento de o los equipos de telemetría instalados ya sea para uso intrapredial o extrapredial (sensores, cableado, paneles solares, datalogger, postes, gabinetes, antenas, estaciones meteorológicas, software, computador de almacenamiento y visualización de la información, entre otros), incluyendo los cercos de protección de los equipos remotos y obras civiles asociadas para la instalación de dichos equipos.

Es por esta razón que la CNR establece un Manual Técnico de Obras de Telemetría del año 2012 (ver Anexo 13) para los concursos de la Ley N° 18.450 para determinar las variables de concurso (costo, aporte y superficie) y demostrar la viabilidad y consistencia del proyecto.

El diseño del proyecto de telemetría se tendrá que presentar de acuerdo a lo indicado en el documento técnico "Presentación de Proyectos de Telemetría" (DT-11) (ver Anexo 14) en donde explica en que consiste la telemetría, los componentes mínimos que requiere este tipo de instalaciones, como también da ejemplos de proyectos de telemetría instalados que han sido adjudicados a través de los concursos de la Ley de Riego N° 18.450.

Para postular a los concursos existen diferentes fechas de postulación. A continuación la Figura 8.1 muestra a modo de ejemplo el calendario de concursos del año 2016, en donde especifica el tipo de obra, la región a donde va dirigido el concurso y el monto a postular.

De los concursos antes señalados los que tienen en sus bases obras de telemetría son 9 proyectos a nivel nacional, de los cuales 4 concursos están orientados a las regiones de las cuencas en estudio (ver Tabla 8.1).

También es importante destacar que dentro de las bases de los concursos de la tabla anterior existe una clasificación de subgrupos en donde el monto de asignación varía dependiendo del tipo de concurso, la región y del objetivo del concurso.

En síntesis para el año 2016 el monto destinado al concurso de la Ley N° 18.450 asciende a \$ 61.000.000.000, en donde el monto al cual podrían postular las regiones de las cuencas en estudio sería \$ 12.450.000.000, ahora es necesario tener en cuenta que este monto es para todos los proyectos que concursan, por lo tanto pueden ser proyectos con telemetría y sin telemetría.

De acuerdo a la bonificación histórica de la Ley de Riego N° 18.450, para el período 2006-2014 asciende a nivel nacional a \$ 323.606.000.000, la región del Maule ha recibido un total de \$ 97.205.000.000 representando el 30% del total nacional, mientras que la región de Coquimbo ha recibido un total de 55.081.000.000 corresponde al 17% del total nacional, estas dos regiones concentran casi el 47% de total por lo que es una cifra relevante con respecto al mejoramiento de los sistemas de riego.

Por otro lado a través de comunicación directa con la institución (CNR), estos mencionaron que no tienen planificado dentro de sus fondos destinar recursos para el control de extracciones.

En comunicación verbal con el revisor de proyectos de riego de la CNR del Maule el Sr. Oscar Madrigal, indica que ellos no cuentan con este tipo de concurso de proyectos específicos, pues solo se consideran los proyectos con este tipo de telemetría acogidos a la Ley 18.450.

Dentro de lo que se puede rescatar de lo informado por las instituciones, sobre todo el caso de la CNR, si bien es cierto no existe un proyecto específico para concursar a telemetría, la Ley de Riego N° 18.450 en su calendario de proyectos, formula bases para aquellos proyectos que en su mejoramiento de riego quieran instalar telemetría, a través de los manuales técnicos de presentación de proyectos de obras de telemetría antes mencionados

Actualmente no existen proyectos específicos de telemetría sin embargo durante los años 2013-2014 la CNR financió proyectos de telemetría para las regiones de Coquimbo y el Maule.

Bajo este contexto se puede mencionar que el concurso 22-2013 "Telemetría Nacional II" amparado en la Ley N° 18.450, bonificó a varias regiones del país con proyectos de telemetría, en donde el monto asignado al concurso fue de \$ 900.000.000, de la totalidad de proyectos presentados se benefició a 25 proyectos por un monto de subsidio de U.F. 38.177,12.

Según el balance de Gestión Integral del año 2014 la CNR destinó un monto específico a bonificar de M\$2.700.000, para obras de telemetría, calidad de aguas y obras de generación asociadas a sistemas de riego a nivel nacional.

Por otro lado en el año 2012 el concurso 08-2012 de la CNR, dirigido a proyectos relacionados con obras de telemetría, tanto extra prediales como intraprediales bonificó con \$ 236 millones a 17 iniciativas de las comunas de Colbún, Linares, Molina, Río Claro, Romeral, Sagrada Familia, San Clemente, Teno y Yerbias Buenas. Los

beneficiarios corresponden a 2.334 usuarios pertenecientes a organizaciones de pequeños productores agrícolas, 24 de organizaciones de usuarios y 4 pequeños productores.

Actualmente de acuerdo a las bases para la postulación de proyectos de obras civiles, las obras de telemetría solo se podrán presentar asociadas a un proyecto de obra civil, en donde el costo de la telemetría no podrá ser mayor al 50 % del costo de todas las obras que involucre el proyecto.

### 8.2.1 Programa de Riego Concurso CNR-GORE

El Programa de Fomento al Riego Regional consiste en un subsidio regional directo a la inversión privada en proyectos de riego tanto para obras comunitarias (obras civiles extraprediales para conducción y distribución de agua), como para obras individuales (tecnificación, puesta en riego al interior del predio).

Los Gobiernos Regionales destinan fondos para complementar los presupuestos que entregan a su región, financiando uno o más concursos del Programa de Fomento al Riego Regional. Para ello acuerdan con la Comisión Nacional de Riego la transferencia de recursos del Fondo de Desarrollo Regional, la que se materializa mediante la firma y tramitación en Contraloría de los correspondientes convenios de cooperación y transferencia.

El objetivo de este programa es aportar recursos regionales para mejorar la infraestructura regional de captación, conducción, acumulación y distribución de aguas de riego y aplicar las últimas tecnologías de aplicación del agua en el potrero, para contribuir a un desarrollo agrícola regional competitivo y sustentable.

La población objetivo potencial corresponde a las organizaciones regionales de usuarios de aguas y a los productores agrícolas que necesiten un proyecto de riego para mejorar sus condiciones productivas, que cumplan el requisito de acreditar dominio o usufructo de tierras y/o del derecho de aprovechamiento de aguas inscritos.

El monto de los proyectos no puede exceder las 12.000 UF para obras individuales y las 30.000 UF para obras de organizaciones y comunidades, salvo que en las bases del concurso se determine valores mayores, y se financia en forma escalonada hasta un 90% del costo total de las obras, según lo indicado en el art 1º de la Ley.

Con respecto al programa del GORE es importante destacar que este es un programa de fomento al riego regional, a través de un convenio entre la CNR y el GORE, en donde la normativa a aplicar en los concursos es la misma utilizada en los concursos realizados bajo la Ley N° 18.450, por lo tanto en ellos pueden participar proyectos de obras civiles, obras de acumulación, entre otros.

Por lo que se puede concluir que a través de este programa se puede postular a proyectos de telemetría, dependiendo de los objetivos y características del concurso.

Figura 8.1 Calendario Concursos Ley N° 18.450 del año 2016

CALENDARIO CONCURSOS LEY 18.450 AÑO 2016			Actualizado al 25/11/2016		
N° Concurso	Nombre	Monto millones \$	Llamado	Publicación Bases Web	Fecha Apertura
<b>PROGRAMA OBRAS MENORES</b>					
01-2016	INDAP, Tecnificación y Obras Civiles, No Seleccionados Nacional	1.000	08/01/2016	08/01/2016	12/02/2016
02-2016	Tecnificación Pequeños y Medianos Regiones Centro Sur I	2.700	08/01/2016	14/01/2016	24/03/2016
03-2016	Obras Civiles, Regiones Norte y Sur I	2.000	08/01/2016	21/01/2016	18/03/2016
04-2016	Drenaje Nacional	600	08/01/2016	03/02/2016	04/04/2016
05-2016	Regiones Extremas I	1.680	08/01/2016	08/02/2016	08/04/2016
06-2016	Obras Civiles Regiones Centro I	1.516	08/01/2016	26/02/2016	27/04/2016
07-2016	Obras de Acumulación Nacional I	1.850	08/01/2016	23/03/2016	24/05/2016
08-2016	Tecnificación Pequeños y Medianos Regiones Centro I	2.800	08/01/2016	04/03/2016	06/05/2016
09-2016	Empresarios Nacional	500	08/01/2016	18/03/2016	20/05/2016
10-2016	Tecnificación Pequeños y Medianos Regiones Sur I	1.215	08/01/2016	01/04/2016	03/06/2016
11-2016	Tecnificación Pequeños y Medianos Regiones Norte I	1.010	08/01/2016	07/04/2016	07/06/2016
12-2016	Obras Civiles Zona Regiones Centro Sur I	2.330	01/04/2016	06/05/2016	08/07/2016
13-2016	Calidad de Aguas Nacional	1.200	01/04/2016	29/04/2016	30/06/2016
14-2016	ERNC y Microhidros	1.500	01/04/2016	25/05/2016	26/08/2016
15-2016	Tecnificación Pequeños y Medianos Regiones Centro Sur II	3.450	01/04/2016	18/05/2016	29/07/2016
16-2016	Obras Civiles, Regiones Norte y Sur II	1.700	01/04/2016	07/07/2016	07/09/2016
17-2016	Tecnificación Pequeños y Medianos Regiones Centro II	3.200	01/04/2016	30/06/2016	16/09/2016
18-2016	Regiones Extremas II	1.805	01/06/2016	22/07/2016	23/09/2016
19-2016	INDAP, Tecnificación y Obras Civiles, Nacional	2.100	01/06/2016	15/07/2016	14/10/2016
20-2016	Obras Civiles Regiones Centro II	1.396	01/06/2016	25/08/2016	27/10/2016
21-2016	Tecnificación Pequeños y Medianos Regiones Sur II	538	01/06/2016	01/08/2016	27/10/2016
22-2016	Obras Civiles Zona Regiones Centro Sur II	2.420	01/09/2016	15/09/2016	24/11/2016
23-2016	Tecnificación Pequeños y Medianos Regiones Norte II	850	01/06/2016	05/08/2016	27/10/2016
24-2016	Tecnificación y Obras Civiles Pueblos Originarios	600	01/09/2016	02/09/2016	07/12/2016
25-2016	Obras de Acumulación Nacional II	1.500	01/09/2016	28/10/2016	28/12/2016
26-2016	Tecnificación Praderas Los Ríos y Los Lagos	250	01/06/2016	04/07/2016	02/09/2016
27-2016	Obras de Acumulación Regiones VI y VII - No Seleccionados	390	05/07/2016	05/07/2016	21/07/2016
<b>Subtotal Programa Obras Menores</b>		<b>MM\$ 42.100</b>			
<b>PROGRAMA ESPECIAL PEQUEÑA AGRICULTURA</b>					
201-2016	Programa Especial Pequeña Agricultura I - Tranques Araucanía	858	08/01/2016	10/02/2016	01/03/2016
202-2016	Programa Especial Pequeña Agricultura II	900	01/04/2016	01/07/2016	02/08/2016
203-2016	Programa Especial Pequeña Agricultura III	742	01/06/2016	04/11/2016	30/11/2016
204-2016	Programa Especial Pequeña Agricultura IV	1.400	01/09/2016	07/12/2016	16/12/2016
<b>Subtotal Programas Especiales Pequeña Agricultura</b>		<b>MM\$ 3.900</b>			
<b>PROGRAMA OBRAS MEDIANAS</b>					
51-2016	Obras Medianas Nacional I	4.000	08/01/2016	18/03/2016	17/05/2016
52-2016	Obras Medianas Nacional II	5.000	01/04/2016	27/05/2016	28/07/2016
53-2016	Obras Medianas Nacional III	6.000	01/09/2016	21/10/2016	21/12/2016
<b>Subtotal Programa Obras Medianas</b>		<b>MM\$ 15.000</b>			
<b>TOTAL CALENDARIO 2016 LEY 18.450</b>		<b>MM\$ 61.000</b>			

Fuente: CIREN

**Tabla 8.1 Proyectos con Obras de Telemetría Año 2016**

PROYECTOS QUE EN SUS BASES PRESENTAN OBRAS DE TELEMETRÍA				
Nº	TIPO CONCURSO	OBJETIVO DEL CONCURSO	COBERTURA GEOGRAFICA	FONDO DISPONIBLE
03-2016	OBRAS CIVILES, REGIONES NORTE Y SUR	ORGANIZACIONES DE PEQUEÑOS USUARIOS DE INDAP, ORGANIZACIONES DE PEQUEÑOS USUARIOS Y ORGANIZACIONES DE USUARIOS	ATACAMA, COQUIMBO Y ARAUCANÍA	2.000.000.000
05-2016	REGIONES EXTREMAS I	PEQUEÑOS PRODUCTORES AGRÍCOLAS INDAP Y NO INDAP, PEQUEÑOS EMPRESARIOS AGRÍCOLAS Y EMPRESARIOS MEDIANOS, ORGANIZACIONES DE PEQUEÑOS USUARIOS DE INDAP, ORGANIZACIONES DE PEQUEÑOS USUARIOS Y ORGANIZACIONES DE USUARIOS, PEQUEÑO PRODUCTOR NO INDAP	ARICA Y PARINACOTA, TARAPACÁ, ANTOFAGASTA, AYSÉN Y MAGALLANES	1.680.000.000
06-2016	OBRAS CIVILES, REGIONES CENTRO I	ORGANIZACIONES DE PEQUEÑOS USUARIOS DE INDAP, ORGANIZACIONES DE PEQUEÑOS USUARIOS Y ORGANIZACIONES DE USUARIOS	VALPARAÍSO, METROPOLITANA Y O'HIGGINS	1.416.000.000
12-2016	OBRAS CIVILES REGIONES CENTRO SUR I	ORGANIZACIONES DE PEQUEÑOS USUARIOS DE INDAP, ORGANIZACIONES DE PEQUEÑOS USUARIOS Y ORGANIZACIONES DE USUARIOS	MAULE Y BIO BIO	2.330.000.000
16-2016	OBRAS CIVILES, REGIONES NORTE Y SUR II	ORGANIZACIONES DE PEQUEÑOS USUARIOS DE INDAP, ORGANIZACIONES DE PEQUEÑOS USUARIOS Y ORGANIZACIONES DE USUARIOS	ATACAMA, COQUIMBO Y ARAUCANÍA	1.700.000.000
20-2016	OBRAS CIVILES, REGIONES CENTRO II	ORGANIZACIONES DE PEQUEÑOS USUARIOS DE INDAP, ORGANIZACIONES DE PEQUEÑOS USUARIOS Y ORGANIZACIONES DE USUARIOS	VALPARAÍSO, METROPOLITANA Y O'HIGGINS	1.396.000.000
22-2016	OBRAS CIVILES REGIONES CENTRO SUR II	ORGANIZACIONES DE PEQUEÑOS USUARIOS DE INDAP, ORGANIZACIONES DE PEQUEÑOS USUARIOS Y ORGANIZACIONES DE USUARIOS	MAULE Y BIO BIO	2.420.000.000
24-2016	TECNIFICACIÓN Y OBRAS CIVILES PUEBLOS ORIGINARIOS	PEQUEÑOS PRODUCTORES AGRÍCOLAS INDAP, PEQUEÑOS EMPRESARIOS AGRÍCOLAS, Y PEQUEÑO PRODUCTOR NO INDAP	ANTOFAGASTA, BIOBIO, LA ARAUCANÍA, LOS RÍOS Y LOS LAGOS	600.000.000
51-2016	OBRAS MEDIANAS NACIONAL I	ORGANIZACIONES DE PEQUEÑOS USUARIOS DE INDAP, ORGANIZACIONES DE PEQUEÑOS USUARIOS Y ORGANIZACIONES DE USUARIOS	NACIONAL	4.000.000.000

Fuente: Elaboración propia

## 9. ESTABLECIMIENTO DE COMPROMISOS

La Unidad de Fiscalización de la DGA-MOP, ha estimado que uno de los aspectos relevantes para la implementación en el corto plazo de los proyectos de control de extracciones y de transmisión de datos que han sido desarrollados, para los 120 titulares de derechos de aprovechamientos de aguas superficiales y subterráneas de ambas cuencas pilotos, es mediante el establecimiento de compromisos entre ambas partes.

En virtud de ello, se realizaron las gestiones para la firma de compromisos formales de los usuarios a los cuales se generaron los proyectos de control de extracciones y de transmisión de datos para que en el futuro puedan ser instalada, a través de una Carta Compromiso.

De acuerdo a lo establecido en las Bases Técnicas y en el documento de Serie de Preguntas y Respuestas, el número e de compromisos a ser firmados por los usuarios es de 60, divididos en 30 para cada una de las cuencas pilotos.

A objeto de obtener registros de la firma de los compromisos, se elaboró una Carta Compromiso, cuya propuesta fue aprobada por parte de la Unidad de Fiscalización.

Los alcances de la aceptación del compromiso por parte del titular del derecho de acuerdo a lo establecido por la Unidad de Fiscalización de la DGA-MOP, fue la siguiente:

*“El Objetivo de este escrito es solicitar un compromiso de Ud. para que un futuro próximo si las condiciones están dadas (técnicas y económicas) pueda la DGA instalar un sistema de transmisión remota propias en su equipo de captación de aguas, solicitando a Ud. el compromiso de dar todas las facilidades de acceso y protección de los equipos para que se pueda ejecutar con plenitud la instalación respectiva”.*

Cabe señalar, que en el formato de la Carta Compromiso, además de la firma de aceptación, se incluyó además la opción de la firma de su rechazo, a objeto de dejar constancia de las gestiones realizadas.

Para la firma de las cartas compromisos, se tomó contacto previamente con los usuarios, realizándose luego las gestiones en forma personal por parte del equipo consultor para obtener su firma.

**Tabla 9.1 Resultados de Cartas Compromisos**

Resultados	Cuenca del Río Choapa	Cuenca del Río Maule	Total
Aceptación Compromiso	18	19	37
Rechazo de Compromiso	10	8	18
Sin Pronunciamiento	2	3	5
Total	30	30	60

Fuente: Elaboración propia

En Anexo 12 se presentan copias de las cartas de compromisos firmadas.



## 10. REUNIONES PARTICIPATIVAS

Como actividad final de la presente consultoría, se implementó una estrategia de comunicación en cada una de las cuencas pilotos, cuyo objetivo fue el de informar y sensibilizar a los usuarios de recursos hídricos superficiales y subterráneos sobre la importancia de implementar programas de control de extracciones y de transmisión de datos en sus captaciones.

La estrategia de comunicación quedó materializada a través de tres reuniones participativas que se realizaron en cada una de las cuencas en estudio.

La convocatoria a las reuniones, se realizó a través de una invitación formal que se entregó por correo u e-mail. Además, se realizó una confirmación telefónica a los invitados.

Durante el desarrollo de la reunión, se contó con material visual, presentación Powerpoint, de modo, de facilitar la comprensión de los contenidos.

Las materias tratadas en las reuniones fueron las siguientes:

- Presentación del estudio.
- Marco Normativo sobre el Control de Extracciones
- Importancia y Beneficios del Control de Extracciones

Se elaboró acta de toda la reunión, poniendo especial atención en los compromisos contraídos y en las preguntas, dudas y sugerencias de los participantes. Además se aplicó encuesta de evaluación de la reunión.

El número total de participantes en las reuniones fue la siguiente:

- Cuenca del río Choapa: 18.
- Cuenca del río Maule: 25.

## 11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se realizó un diagnóstico respecto de la situación actual de los sistemas de control de extracciones y de transmisión de datos de aguas superficiales y subterráneas que se encuentran instalados en las Cuencas Pilotos de los ríos Choapa y Maule.
- Para la cuenca del río Choapa, se constató que se han ejecutado durante los últimos años proyectos de telemetría a nivel de bocatomas en algunos canales pertenecientes a las Juntas de Vigilancia de los ríos Choapa e Illapel, los cuales han sido financiados mediante concursos de la Ley de Riego. La mayoría de los canales pertenecientes a la Junta de Vigilancia del río Chalinga posee sistemas de control de extracciones de forma manual, mediante aforadores de garganta estrecha, y no posee equipos para transmisión de datos.
- Respecto, de los derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas existentes en esta cuenca piloto, la DGA-MOP durante el año 2011, ordenó en forma masiva la instalación de sistemas de control de extracciones, algunos de los cuales se encuentran instalados.
- En lo que respecta a la cuenca del río Maule, solamente algunas captaciones de canales bajo la jurisdicción de las juntas de Vigilancia del río Maule y del río Longaví, cuentan a la fecha con sistemas de telemetría.
- Se realizó un análisis de las tecnologías de control de extracciones y de transmisión de datos que existen tanto a nivel de instituciones públicas y privadas, como en el mercado, vía proveedores. En las instituciones que ya cuentan con este tipo de tecnología, destacan SERNAGEOMIN, la DGA y empresas sanitarias.
- Respecto de los proveedores privados se recabó información que sirviera como base para la proposición de proyectos de control de extracciones, tales como: manuales y cotizaciones.
- Se desarrollaron 120 proyectos de control de extracciones y de transmisión de datos en ambas cuencas pilotos, de los cuales 60 corresponden a captaciones superficiales y las restantes a subterráneas. Previo a ello se realizó un proceso de selección de las captaciones a través de criterios pre definidos. Los puntos involucrados fueron visitados y catastrados con el objeto de levantar antecedentes técnicos para la formulación de cada proyecto. Cada proyecto generado cuenta con su memoria de cálculo, presupuesto, especificaciones técnicas y planos.
- Se analizaron fuentes posibles fuentes de financiamiento de los proyectos desarrollados a los que podrían optar los titulares. Se debe destacar que actualmente no existen concursos exclusivos bajo el alero de la Ley 18.450 para el financiamiento exclusivo de telemetría. Los últimos concursos exclusivos de Telemetría de la CNR estuvieron vigentes en los años 2013 y 2014. Actualmente, el financiamiento de proyecto de telemetrías, solamente se financian en la medida que se encuentren asociados a un proyecto de obra civil de mejoramiento integral de obras de riego.

Además, se realizaron las gestiones para la firma de compromisos de los titulares para la autorización de instalar sistemas de control de extracciones y de transmisión de datos en sus captaciones.

- Finalmente, se realizó una estrategia de difusión a través de reuniones con los usuarios, a objeto de informar sobre la consultoría en desarrollo y sobre los beneficios e importancia de instalar en sus captaciones tecnologías de control de extracciones y de transmisión de datos.

A la luz de los resultados de la presente consultoría, se recomienda lo siguiente:

- Implementar programas de difusión dirigidos a los usuarios de aguas superficiales como subterráneos, a objeto de fortalecer el conocimiento sobre la importancia y beneficios de instalar sistemas de control de extracciones y de transmisión de datos.
- Implementar una plataforma computacional para la recepción, almacenamiento y lectura de las mediciones de los sistemas de control de extracciones en la Dirección General de Aguas, que contenga el soporte necesario para recibir las transmisiones de la totalidad de los derechos de agua constituidos en el territorio nacional.