



Mejor Riego
para Chile

yo
cuido
el agua

DIAGNÓSTICO DE MICROTRANQUES EN EL SECANO COSTERO DE LA VI REGIÓN INFORME FINAL



Septiembre de 2020



**Mejor Riego
para Chile**

yo
cuido
el agua

SANTIAGO, SEPTIEMBRE DE 2020

REALIZADO POR



Equipo participante:

Jaime Vargas P.

Ingeniero Civil, Jefe del Estudio

Eugenio Tobar E.

Ingeniero Civil, Especialista Hidrología

Rony Ramírez V.

Ingeniero Civil, Especialista Mecánica de Suelos

Fernando Valdés H.

Abogado, Especialista Legal

Verónica Arévalo G.

Ingeniera Civil, Encargada del Diseño de Obras Hidráulicas

Sebastián Ocqueteau C.

Ingeniero Civil Ayudante

Sergio Rozas V.

Ingeniero Civil en Geografía, Encargado del SIG

Eliana de Amesti D.

Ingeniera Agrónoma, Especialista en Agroeconomía

Patricio Murúa S.

Ingeniero Agrónomo, Encargado de Caracterización Agroproductiva

Bárbara Cuadra Q.

Socióloga, Encargada de Participación Ciudadana

Javier Bustamante E.

Ingeniero de Ejecución en Geomensura, Encargado de los Trabajos Topográficos

Felipe Ramírez R.

Ingeniero Civil (E) Ayudante

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCION Y OBJETIVOS	9
1.1.	Introducción.....	9
1.2.	Objetivos	9
1.2.1.	Objetivo General.....	9
1.2.2.	Objetivos Específicos	10
2.	ÁREA DE ESTUDIO	11
2.1.	Límites del Área de Estudio.....	11
2.2.	Resolución sobre aguas aportantes al Embalse Rapel	11
2.3.	Zona fuera de alcance de la resolución.....	13
3.	ANÁLISIS Y REVISIÓN DE ANTECEDENTES DE ESTUDIOS ANTERIORES DE MICROTRANQUES	15
3.1.	Estudio de Diagnóstico para Emplazamiento de Microembalses Regiones VI y VII, CNR, 2012.....	15
3.1.1.	Definición de los 20 puntos a ser Estudiados en la VI Región.....	15
3.1.2.	Trabajos Desarrollados.....	16
3.2.	Estudio Básico Identificación de Lugares para Micro Tranques en las Áreas PIRDT, de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins, CNR, 2014.....	20
3.3.	Microtranques Construidos.....	22
4.	RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES	26
4.1.	Antecedentes Área de Ingeniería	26
4.2.	Antecedentes Área Agronómica.....	32
5.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DEL PROYECTO	39
5.1.	Localización Geográfica, Extensión y Límites	39
5.2.	Hidrografía, Hidrogeología, Geomorfología.....	41
5.2.1.	Hidrografía	41
5.2.2.	Hidrogeología	43
5.2.3.	Geomorfología	49
5.3.	Clima	50
5.3.1.	Metodología	50
5.3.2.	Variables climáticas descritas en el estudio.....	52
5.3.3.	Cartas del comportamiento del clima en la zona	53
5.3.4.	Evaluación adaptabilidad de especies frutales	55
5.4.	Situación Político – Administrativa, Infraestructura de Riego, Situación Institucional.....	56
5.4.1.	Situación Político Administrativa	56
5.4.2.	Infraestructura de Riego	59
5.4.3.	Situación Institucional	71
5.5.	Antecedentes Generales de las Comunas del Área de Estudio.....	72
5.5.1.	Población	72
5.5.2.	Ocupación y disponibilidad de mano de obra agrícola al año 2018.....	83
5.6.	Diagnóstico Realidad Agropecuaria de la Zona	99
5.6.1.	Uso y Producción Histórica.....	99
5.6.2.	Canales de comercialización	105
5.6.3.	Infraestructura Agroindustrial.....	111
5.6.4.	Potencial Productivo	114
5.6.5.	Estructura predial.....	115
6.	REUNIONES EFECTUADAS	118
7.	VISITAS A TERRENO Y LISTADO PRELIMINAR DE SITIOS	122
7.1.	Visitas a Terreno	122

7.2.	Listado Preliminar de Sitios	123
8.	ANTECEDENTES DE DERECHOS DE AGUAS SUPERFICIALES	128
9.	SELECCIÓN DE SITIOS DE MICROTRANQUES.....	128
9.1.	Introducción.....	128
9.2.	Diagnóstico de Sitios.....	130
9.3.	Selección de Sitios Definitivos.....	135
9.3.1.	Criterios de Selección para Microtranchos	136
9.3.2.	Criterios de Selección para Tranchos de Acumulación Lateral	143
9.4.	Sitios Definitivos.....	148
10.	ESTUDIOS DE TERRENO E HIDROLOGÍA	151
10.1.	Mecánica de Suelos	151
10.1.1.	Excavación de calcatas	151
10.1.2.	Ensayos ejecutados.....	152
10.1.3.	Caracterización Geotécnica.....	158
10.2.	Topografía.....	161
10.2.1.	Metodología General	161
10.2.2.	Instrumentación	162
10.3.	Estudios Hidrológicos.....	163
10.3.1.	Recopilación de Antecedentes Pluviométricos	163
10.3.2.	Relleno de las Estadísticas Pluviométricas.....	165
10.3.3.	Análisis de Frecuencia de Precipitaciones Máximas en 24 horas	172
10.3.4.	Recopilación de Antecedentes Fluviométricos	172
10.3.5.	Relleno de las Estadísticas Fluviométricas Anuales.....	174
10.3.6.	Relleno de las Estadísticas Fluviométricas Mensuales	179
10.3.7.	Generación de Caudales Medios Mensuales	182
10.3.8.	Caudales Máximos Instantáneos.....	189
11.	ESTUDIOS LEGALES	193
11.1.	Criterios para la Solicitud de los Derechos de Agua	193
11.2.	Sobre derechos de Aguas Superficiales y Pago de Patente por no Uso del Derecho	199
11.3.	Análisis del Artículo 151 del Código de Aguas Relacionado con los Permisos de Construcción de Bocatomas (caso Tranchos con Alimentación Lateral)	200
11.4.	Ingreso de Solicitudes de Derechos de Aguas Superficiales a las Gobernaciones de Colchagua y Cardenal Caro.....	201
11.5.	Seguimiento de las Solicitudes de los Derechos de Agua	202
11.6.	Antecedentes Administrativos.....	202
12.	CARACTERIZACIÓN AGROPECUARIA DE LOS SITIOS.....	203
12.1.	Identificación Área de riego Predial.....	203
13.	DEFINICIÓN DEL EJE DE LA PRESA Y CÁLCULO DE ESTABILIDAD.....	205
13.1.	Definición del Eje de la Presa.....	205
13.2.	Estudio de Estabilidad.....	205
13.2.1.	Metodología de Trabajo.....	205
13.2.2.	Secciones de Análisis.....	205
13.2.3.	Parámetros Geotécnicos	207
13.2.4.	Casos de Análisis	210
13.3.	Resultados	211
14.	CÁLCULOS HIDRÁULICOS	215
14.1.	Vertedero o Evacuador de Crecidas	215
14.1.1.	Generalidades	215
14.1.2.	Criterios de Diseño	215

14.1.3.	Vertedero.....	215
14.1.4.	Condiciones de Borde	216
14.1.5.	Canal Colector.....	218
14.1.6.	Revancha y Resguardo Canal Colector.....	219
14.1.7.	Transiciones en Canal Colector.....	219
14.1.8.	Curvas Horizontales en Canal Colector.....	219
14.1.9.	Cálculo del Eje Hidráulico en Canal Colector	219
14.2.	Cota del Nivel de Agua Muertas.....	220
14.3.	Ancho de Coronamiento.....	220
14.3.1.	Estructura de Entrega para Riego	220
14.4.	Tranque con Alimentación Lateral.....	222
14.4.1.	Obra de Captación y Conducción al Tranque.....	222
14.4.2.	Obra de Entrega para Riego.....	224
14.4.3.	Sistema de Impermeabilización.....	224
15.	CURVAS DE EMBALSE.....	226
16.	DIMENSIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO	226
16.1.	Demanda Agronómica.....	226
16.2.	Caudal de Diseño.....	227
16.3.	Verificación Necesidad de Bombeo hacia Área de Riego	229
17.	CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO ESTRUCTURAL	230
18.	PLANOS DE PERFILES DE OBRAS	231
19.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN	232
19.1.	Especificaciones Técnicas Generales.....	232
19.1.1.	Discrepancias	232
19.2.	Replanteo de las Obras.....	232
19.3.	Permisos y Derechos	232
19.4.	Excavaciones	233
19.5.	Rellenos	233
19.6.	Hormigones.....	234
19.7.	Moldajes.....	235
19.8.	Especificaciones Técnicas Específicas	236
19.8.1.	Muro del Embalse y Piscinas con Alimentación Lateral.....	236
19.8.2.	Estructura de Toma:	239
19.8.3.	Obra de entrega:.....	239
19.8.4.	Vertedero de Seguridad.....	240
19.8.5.	Canal de Evacuación.....	240
19.8.6.	Disipador de Energía	240
20.	PRECIOS UNITARIOS, CUBICACIONES Y PRESUPUESTO	240
20.1.	Precios Unitarios	240
20.2.	Cubicaciones y Presupuestos	242
20.3.	Cronograma del Proyecto	244
21.	PRESENTACIÓN DE LOS PROYECTOS.....	244
22.	CEREMONIA DE ENTREGA.....	245
23.	RESUMEN DEL ESTUDIO.....	246

ANEXOS

Anexo 2-1	Resolución Derechos de Agua Endesa (ENEL) – Rapel
Anexo 5.3-1	Descripción de Distritos Agroclimáticos
Anexo 5.3-2	Índices de Riesgo Agroclimático
Anexo 6-1	Listado Asistencia Reunión Prodesales
Anexo 6-2	Minuta Reunión DGA VI Región
Anexo 7-1	Fichas Sitios Visitados
Anexo 8-1	Derechos de Aguas Superficiales Constituidas
Anexo 8-2	Derechos de Aguas Superficiales en Trámite
Anexo 9.1-1	Fichas Nuevos Sitios Visitados
Anexo 9.2-1	Croquis Microtranques y Tranques de Acumulación Lateral
Anexo 9.3-1	Hidrología Sitios Microtranques
Anexo 9.3-2	Hidrología Sitios Tranques de Acumulación Lateral
Anexo 9.3-3	Evaluación Geotécnica Simplificada
Anexo 9.3-4	Caudales Máximos Instantáneos para Selección
Anexo 9.4-1	Resumen 60 Sitios Definitivos
Anexo 10.1	Mecánica de Suelos
Anexo 10.2-1	Topografía
Anexo 10.3-1	Pluviometría
Anexo 10.3-2	Precipitaciones Máximas en 24 horas
Anexo 10.3-3	Fluviometría
Anexo 10.3-4	Generación de Caudales Medios Mensuales
Anexo 10.3-5	Hidrología Proyectos
Anexo 10.3-6	Caudales Máximos Instantáneos para Diseño
Anexo 11.1-1	Solicitudes de Derechos de Agua
Anexo 11.1-2	Guía para la Presentación de Solicitudes de Derechos de Aprovechamiento de Aguas Superficiales
Anexo 11.1-3	Radioemisoras incluidas en el Listado de Concesiones Vigentes de la Subsecretaría de Telecomunicaciones del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones
Anexo 11.1-4	Minuta Reunión DGA (15/5/2019)
Anexo 11.1-5	Demanda Agrícola
Anexo 11.3-1	Guías Metodológicas para Presentación y Revisión Técnica de Proyectos de Bocatomas”, DGA, Diciembre 2016
Anexo 11.3-2	Circular DGA 01 del 16 de Enero de 2017
Anexo 11.4-1	Solicitudes Ingresadas a las Gobernaciones
Anexo 11.5-1	Publicaciones y Radiodifusiones
Anexo 11.5-2	Antecedentes 4 Sitios a Reingresar
Anexo 11.5-3	Estado Actual Solicitudes
Anexo 11.6-1	Certificado Pequeño Productor Agrícola Indap
Anexo 11.6-2	Cédulas de Identidad Beneficiarios
Anexo 11.6-3	Certificados SII
Anexo 12-1	Series de Suelos
Anexo 12-2	Fichas de Suelos
Anexo 13-1	Análisis de Estabilidad
Anexo 14.1-1	Memorias de Cálculo Vertederos
Anexo 15-1	Curvas de Embalse
Anexo 16-1	Dimensionamiento Sistemas de Bombeo
Anexo 20-1	Análisis de Precios Unitarios
Anexo 20-2	Cubicaciones y Presupuestos
Anexo 22-1	Charla 22/09/2020

PLANOS

Plano 2-1	Área de Estudio Microtranques
Plano 5-1	Mapa de Distritos Agroclimáticos
Plano 7-1	Sitios Visitados
Plano 8-1	Ubicación Derechos Agua Superficiales
Plano 9-1	Ubicación 93 Sitios de Microtranques (71) y Tranques de Acumulación Lateral (22)
Plano 9-2	Ubicación 60 Sitios Definitivos
Plano 10-1	Ubicación Estaciones Pluvio y Fluviométricas

Planos de proyecto de cada sitio de microtranque – son 180 planos, Anexo 8.12.2 en “Carpeta”

1. INTRODUCCION Y OBJETIVOS

1.1. Introducción

En su génesis, las obras de microtranques tienen como principal objetivo mejorar la casi nula seguridad del riego del sector del secano, en este caso, secano de la VI región, mediante el manejo de los recursos hídricos de quebradas, vertientes, micro-cuencas, ríos, etc. que pueden ser almacenadas para su posterior uso en época de riego.

Para este trabajo, se entenderá como microtranque, aquellos cuya capacidad de acumulación no exceda los 50.000 m³ o su altura de muro no supere los 5 m de altura.

La condición anterior tiene que ver con el Artículo N° 294 del Código de Aguas, y con la Ley 19.300 de la Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente (Ley 19.300, última modificación Ley 20.417 del 26/01/2010).

El Artículo 294 del Código de Aguas señala en su parte principal “Requerirán la aprobación del Director General de Aguas, de acuerdo al procedimiento indicado en el Título I del Libro Segundo, la construcción de las siguientes obras:

- a) Los embalses de capacidad superior a 50.000 m³ o cuyo muro tenga más de 5 m de altura.

Por otro lado, el Artículo 10 de la Ley 19.300 de la Ley Sobre Bases Generales del Medio Ambiente señala en su parte atinente al motivo del presente estudio:

Artículo 10.- Los proyectos o actividades susceptibles de causar impacto ambiental, en cualesquiera de sus fases, que deberán someterse al **Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)**, son los siguientes:

- a) Acueductos, embalses o tranques y sifones que deban someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código de Aguas, presas, drenaje, desecación, dragado, defensa o alteración, significativos, de cuerpos o cursos naturales de aguas;

En ese sentido, la idea del tamaño que deben cumplir los diseños de los micro tranques es que no sean sometidos al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

El objetivo general del estudio es identificar y seleccionar sitios para obtener derechos de agua, para en una etapa posterior efectuar la construcción de microtranques de acumulación estacional o tranques de acumulación lateral analizando condiciones físicas, antecedentes legales e

hidrología y elaborar perfiles de proyecto que y los antecedentes necesarios para iniciar la tramitación de derechos de aprovechamiento de las aguas.

El objetivo general del presente estudio es la identificación de sitios de microtranques de acumulación estacional, que permitan otorgar seguridad y aumentos de las superficies de riego en el área de estudio (secano en la región VI).

Producto de este análisis y en función de la experiencia, se propondrá, para cada micro-cuenca, valle o curso de agua, la o las mejores alternativas de embalses desde el punto de vista técnico (geotécnico), hídrico, legal y productivo agropecuario, y se entregarán los perfiles de proyectos correspondientes.

1.2.2. Objetivos Específicos

Los objetivos específicos del estudio son:

- Identificar a lo menos 80 sitios para luego definir 60 sitios en los que se puedan establecer microtranques de acumulación estacional (acumulación de aguas lluvias) o tranques de acumulación lateral en los cuales se debe considerar condiciones físicas, propiedad de la tierra, análisis hidrológico, análisis de derechos de agua y potencialidades de cultivo.
- Determinar volumen previo de acumulación mediante uso de imágenes satelitales.
- Determinar mediante análisis hidrológico, los caudales eventuales para la realización de solicitud de derechos de aprovechamiento de aguas.
- Determinar la tenencia de la tierra mediante análisis de límites prediales.
- Iniciar el trámite de solicitud de los derechos de aprovechamiento sobre las aguas superficiales a embalsar.
- Preparar perfiles de proyectos de acumulación.
- Determinar los costos estimados de construcción de cada proyecto considerando las tipologías señaladas anteriormente.

2. ÁREA DE ESTUDIO

2.1. Límites del Área de Estudio

El área de estudio comprende las comunas de Navidad, La Estrella, Litueche, Pichilemu, Marchihue y Paredones, que conforman la provincia de Cardenal Caro, y parte de Pumanque y Lolol perteneciente a la provincia de Cachapoal, en la Región de O'Higgins. En la siguiente figura se muestra el área específica de interés (límite color rojo):



Fuente: Google Maps, 2018

Figura 2.1-1 Área de Estudio

2.2. Resolución sobre aguas aportantes al Embalse Rapel

Es importante señalar y destacar el tema legal de los derechos de agua superficiales de todas aquellas cuencas, subcuencas, esteros, quebradas, etc. que drenan al embalse Rapel, hoy de propiedad de ENEL.

En efecto, en el estudio denominado "Estudio de Diagnóstico para Emplazamiento de Microembalses Regiones VI y VII", CNR, 2012, se consultó a la DGA Región de O'Higgins si existe disponibilidad de constituir derechos de agua superficial desde los cursos de agua que drenan al Rapel.

De la respuesta de la DGA VI Región recibida, se pudo rescatar que todas las solicitudes que caigan dentro de cuencas, subcuencas o subsubcuencas que drenen a la hoya del río Rapel, serían rechazadas.

Lo señalado tiene su fundamento en los derechos de agua superficiales de uso no consuntivo que tiene Endesa (hoy ENEL). En efecto, dicha resolución del año 1969 dictaminó lo siguiente:

CPD	M	S	P	AC	I	AS	CANTIDAD
<p>OFICIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES DEPTO. DE AGUAS</p> <p>DA MKM/MDR. <i>[Handwritten signature]</i></p> <p>SANTIAGO, 15 OCT 1969</p> <p>D.G.A. Nº 323</p> <p>VISTOS: estos antecedentes, el Oficio D.A. Nº 665 del 13 de Octubre de 1969 del Departamento de Aguas de esta Dirección, el art. 37 del Código de Aguas, y lo dispuesto en el Decreto Nº 620 del 4 de Agosto de 1967,</p> <p>RESUELVO:</p> <p>1º.- Apruébanse las obras de aprovechamiento de la merced y el embalse a que se refiere la presente Resolución.</p> <p>2º.- Concédese definitivamente a EMPRESA NACIONAL DE ELECTRICIDAD S.A. "ENDESA" una merced de agua por los sobrantes del río Rapel, por el plazo de 90 años, y la autorización de un embalse de unos 700.000.000 de metros cúbicos para almacenar dichos sobrantes, todo ello con el objeto de generar una potencia eléctrica de 350.000 Kw, con un gasto medio de 300 m3/seg. y una caída máxima de 80 metros, en el Departamento de Melipilla. El ejercicio de esta merced, que fue concedida provisionalmente por el Decreto Nº 846 del 18 de Abril de 1957, será sin perjuicio de los 12 y 25 metros cúbicos por segundo reservados en favor del Fisco por los decretos Nº 846 antes citado y Nº 1855 del 4 de Septiembre de 1957.</p> <p>3º.- El muro del embalse, que se considerará también como punto de captación del agua de la merced, estará situado en el cauce del río Rapel, a unos 800 metros aguas arriba de la confluencia de la Quebrada de Quelentaro. La restitución del agua se hará directamente al río a la salida de las turbinas.</p>							

Fuente: DGA

Figura 2.2-1 Extracto Resolución sobre Cuenca Río Rapel

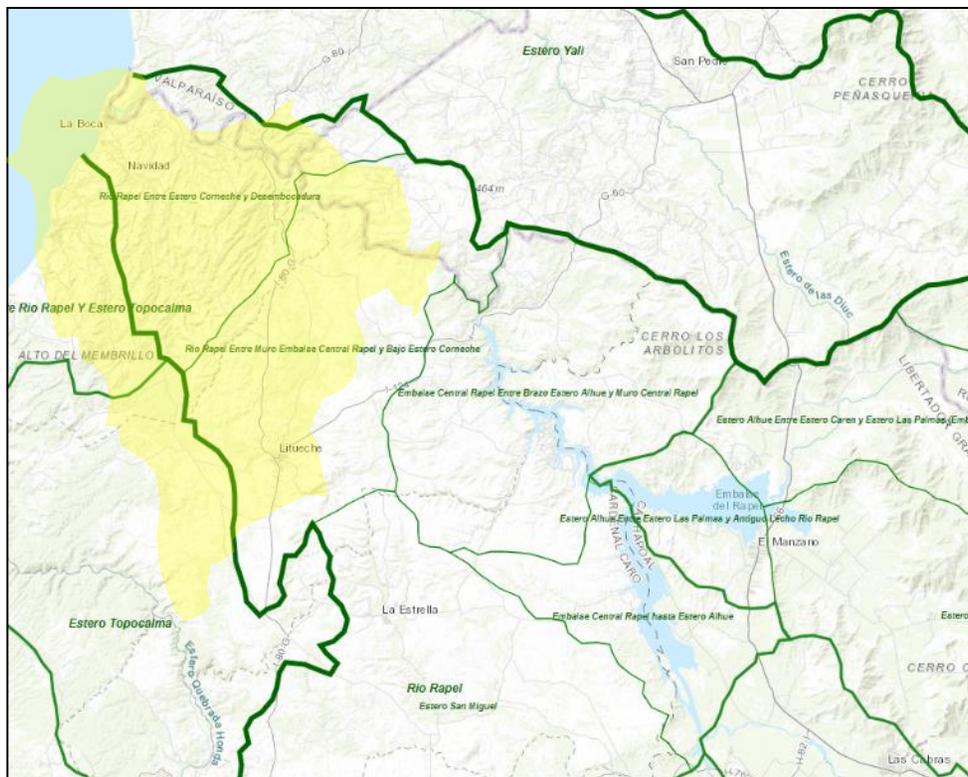
Es decir, Endesa (hoy Enel) es dueña de todas las aguas que drenan la cuenca del río Rapel; la resolución completa se incluye en el Anexo 2-1.

2.3. Zona fuera de alcance de la resolución

No obstante, lo anterior, hay una zona de la cuenca del río Rapel que no drena al embalse Rapel; se trata de las 2 sub subcuencas siguientes:

- Río Rapel entre Muro Embalse Central Rapel y Bajo Estero Corneche
- Río Rapel entre Estero Corneche y Desembocadura

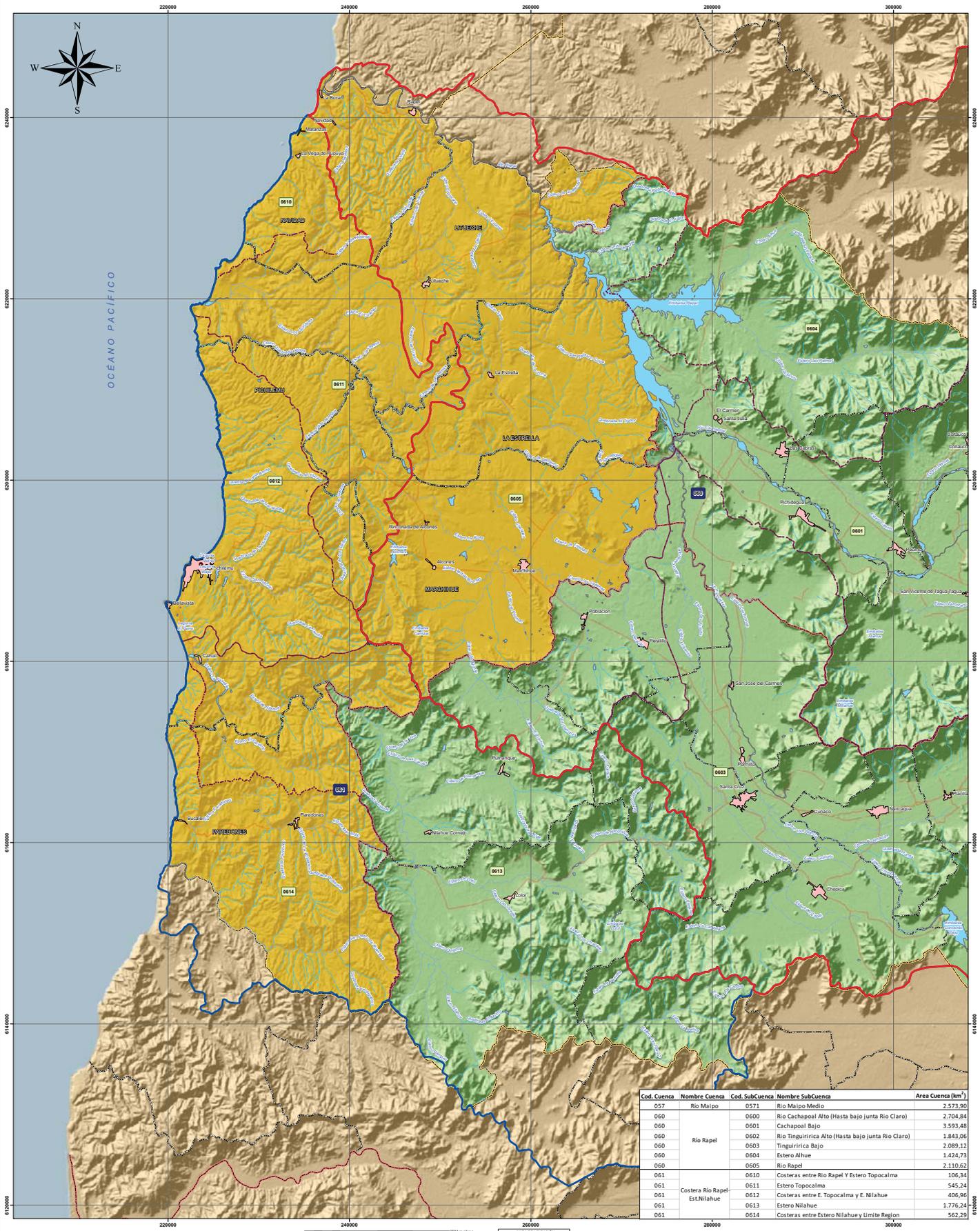
En la siguiente figura se puede ver el trazado y límites de ambas sub subcuencas.



Fuente: DGA, Inventario Público de Cuenas Hidrográficas
Figura 2.3-1 Sub Subcuencas No Drenantes al Embalse Rapel

De acuerdo con lo señalado, toda la zona del sector de Litueche y Navidad que drena al Río Rapel, sería factible solicitar derechos de aguas superficiales para ser embalsadas en microtrancas.

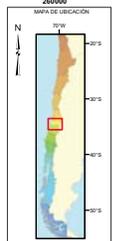
En el Plano 2-1 se muestra el área de interés. En dicho plano se ha marcado el límite de la cuenca del Rapel, y el límite recién explicado.



Cod. Cuenca	Nombre Cuenca	Cod. SubCuenca	Nombre SubCuenca	Area Cuenca (km ²)
057	Rio Maipo	0571	Rio Maipo Medio	2.573,90
060	Rio Rapel	0600	Rio Cachapoal Alto (Hasta bajo junta Rio Claro)	2.704,84
060		0601	Cachapoal Bajo	3.593,48
060		0602	Rio Tinguiririca Alto (Hasta bajo junta Rio Claro)	1.843,06
060		0603	Tinguiririca Bajo	2.089,12
060		0604	Estero Alhue	1.424,73
060		0605	Rio Rapel	2.110,62
064	Costera Rio Rapel	0610	Costeras entre Rio Rapel Y Estero Topocalma	106,34
061		0611	Estero Topocalma	545,24
061	Est Nilahue	0612	Costeras entre E. Topocalma y E. Nilahue	406,96
061		0613	Estero Nilahue	1.776,24
061		0614	Costeras entre Estero Nilahue y Limite Region	562,29
061				

Simbología

- ▲ Capital Regional
- Capitales Provinciales
- Red Vial
- Cuenca Rio Rapel
- Cuencas
- SubCuencas
- Comunas Areas Estudio
- Ciudades
- Limite Internacional
- Limite Regional
- Limite Provincial
- Limite Comunal
- Rio
- Quebrada
- Estero
- Embalses y Lagunas



COMISION NACIONAL DE REGIO

AQUA TERRA

Estudio: "DIAGNÓSTICO DE MICROTRANQUES EN EL SECAÑO COSTERO DE LA VI REGIÓN"

Título: ÁREA DE ESTUDIO

Fecha: 1-10-2020

Elaborado: Oficina de Estudios y Asesoría Técnica

Fecha Cartográfica: Octubre 2019

Fecha: Octubre 2019

Plano: 2-1

Dibujó: BRV

Revisó: JVP

3. ANÁLISIS Y REVISIÓN DE ANTECEDENTES DE ESTUDIOS ANTERIORES DE MICROTRANQUES

A continuación, se procede a analizar y revisar los antecedentes de los 2 estudios anteriores de microtranques efectuados en la zona de interés.

3.1. Estudio de Diagnóstico para Emplazamiento de Microembalses Regiones VI y VII, CNR, 2012

El objetivo general del estudio fue la identificación de sitios de microembalses de acumulación estacional, que permitan otorgar seguridad y aumentos de las superficies de riego en el área de estudio (Secano en las regiones VI y VII).

Producto de los análisis que se hicieron, se propusieron, para cada micro-cuenca, valle o curso de agua, la o las mejores alternativas de embalses desde el punto de vista técnico (geotécnico), hídrico, legal y productivo agropecuario, y fueron entregados los anteproyectos de las obras al nivel exigido en las Bases Técnicas de los Concursos de la Ley de Fomento.

3.1.1. Definición de los 20 puntos a ser Estudiados en la VI Región

Las Seremías de Agricultura de la VI y VII Región entregaron listados de potenciales beneficiarios. Luego, se hizo una primera selección en gabinete, donde se tomaron en cuenta los siguientes aspectos principales:

- Que hubiese una cuenca aportante al punto o sector de interés
- Tamaño de la cuenca
- Que tuvieran coordenadas UTM
- Que no pertenecieran a una misma cuenca

Luego de hacer un filtro en gabinete, se llevó a cabo una primera campaña de terreno de modo de ubicar la zona donde iba a ir emplazado el muro del microembalse correspondiente.

Después de haber hecho la campaña de terreno en ambas regiones, ocurrieron situaciones particulares que ameritaron tener que eliminar algunos potenciales beneficiarios, a saber:

- En el caso de la VI Región, todos aquellos puntos que se ubicaron dentro de la cuenca del río Rapel, de acuerdo con lo informado por la DGA de la VI Región, no tienen posibilidad de constituir derechos de aguas superficiales. No obstante, luego de haber hecho un análisis legal de la situación, y en conjunto con la CNR y la Seremía de Agricultura de la VI Región, se decidió que igualmente se iban a estudiar los potenciales beneficiarios que estuvieran localizados dentro de la cuenca del río Rapel.
- Hubo casos en que no había un valle o estero donde lograr acumular agua a través de un muro, y sólo cabía la posibilidad de embalsar agua en un tranque tipo piscina.
- Se determinó el volumen aproximado posible de embalsar en cada uno de los restantes embalses (en forma indirecta).

- En conjunto con la Seremía de Agricultura de la VI Región y la Comisión Nacional de Riego, se decidió que se iban a estudiar todos aquellos embalses que tuvieran posibilidad de embalsar un volumen aproximado de 25 mil m³.
- En función de lo señalado, profesionales de la Seremía de Agricultura de la VI Región entregaron nuevos listados de potenciales beneficiarios en forma parcializada, ya que varios beneficiarios de los anteriores listados no cumplían con las nuevas exigencias.
- Con los nuevos puntos de los potenciales beneficiarios de este segundo listado, se trabajó en gabinete haciendo los filtros señalados anteriormente.
- Se fue a terreno a visitar cada uno de los puntos de este segundo listado, chequeando y validando, entre otras cosas, la ubicación del muro asumida en gabinete.
- Así, se pudo completar los 20 puntos donde se hicieron en definitiva los diseños de los microembalses.

3.1.2. Trabajos Desarrollados

En síntesis, los trabajos desarrollados durante la consultoría fueron los siguientes:

a) Trabajos topográficos en cada uno de los 20 sitios de cada región.

En cada uno de los sectores de potenciales beneficiarios, donde iría emplazado el muro del micro tranque y su área de inundación, se llevó a cabo un levantamiento topográfico.

En cada una de las zonas cubiertas por los trabajos de topografía efectuados, se identificaron todos los elementos externos existentes, tales como caminos, construcciones, postes de alumbrado eléctrico, vegetación arbustiva, árboles, y cada una de las singularidades existentes para una correcta representación del sector.

El procedimiento general adoptado consistió, en primer lugar, en la construcción de 2 PRs de hormigón intervisibles entre sí. A cada uno de esos 2 PRs se les asignó una coordenada y cota a través de un GPS Navegador (Datum WGS 84, Huso 19). Estos 2 PRs formaron la base de partida de la poligonal, desde los cuales se registraron todos los puntos de relleno, cubriendo así toda el área de interés.

b) Trabajos de mecánica de suelos

En cada uno de los sitios para microembalses escogidos, se realizaron trabajos de mecánica de suelos consistentes en:

- 2 calicatas en cada uno de los sitios para microembalses, de una profundidad media de entre 2 y 3 m. La idea fue ubicar 1 calicata en el eje donde se ubicaría el microembalse y otra en la zona donde se visualice se obtendrán los empréstitos para la construcción del muro.
- Se extrajeron las muestras y fueron analizadas en laboratorio, donde se realizaron los siguientes ensayos:

- Clasificación Completa
- Límites de Attemberg
- Ensayo Proctor Modificado
- Ensayo de Corte Directo
- Granulometría
- Peso Específico
- Ángulo de Fricción Interna
- Cohesión
- Peso Unitario Natural
- Peso Unitario Saturado

c) Encuestas agronómicas

El objetivo de la encuesta fue obtener información acerca de las superficies totales, forestales y agrícolas en los predios seleccionados. Conocer el uso de la tierra agrícola y su productividad, ya sea la superficie agrícola de riego como la de secano, con el tipo de ganado y la masa ganadera que aprovecha las extensas superficies de pastos naturales. Además, la demanda de mano de obra que esta agricultura requiere, tanto del tipo permanente como temporal o eventual.

La información física recopilada, junto con parámetros económicos, como precios de productos, insumos, maquinaria y mano de obra, lo que permitió estimar los márgenes netos agropecuarios del conjunto de 20 predios de cada Región (VI y VII), en la situación actual y su proyección al horizonte del proyecto. Estos flujos económicos de la situación actual sirvieron como base o patrón de comparación con los márgenes netos futuros que se lograrán por la producción agrícola adicional que provocará la construcción de los micro tranques. Con ambos se pudo establecer la rentabilidad del proyecto de los micro embalses a través de parámetros como el TIR, VAN, IVAN, etc.

Las encuestas se realizaron a los 20 predios seleccionados en cada Región, directamente en terreno, en los casos que fue posible ubicar a las personas encargadas de los predios y por teléfono, en el caso contrario.

d) Estudios legales

Los estudios legales tuvieron que ver con la solicitud que se debe hacer a la DGA Regional de los derechos de aguas superficiales para cada uno de los puntos donde se embalsarán las aguas pluviales en los respectivos microembalses.

A continuación, se indican los antecedentes y requerimientos técnicos que debieron ser incluidos en la presentación.

- El microembalse debe dejar pasar hacia aguas abajo, sin embalsar, el caudal ecológico (Decreto N° 71 del 30/09/14, que modifica el Decreto N° 14 del 22/5/2012, en el cual “Aprueba reglamento para la determinación del caudal ecológico mínimo”). En caso de que haya meses con caudales menores al caudal ecológico, se debe dejar pasar el caudal

medio mensual generado, y por lo tanto el derecho que se solicite pasaría a ser un "Derecho Discontinuo".

- La norma establecida en la Dirección General de Aguas es conceder como derecho de aprovechamiento permanente y continuo el caudal de probabilidad de excedencia 85% y como eventual el de probabilidad de excedencia del orden del 5%; definidos anualmente si se solicita un derecho en unidades de volumen por año, y mensualmente, si se solicita el derecho en otras unidades de tiempo. Al mismo tiempo debe dejarse escurrir por el río, estero, etc., un caudal mínimo o ecológico.

En resumen, la documentación que debe ser preparada para ser presentada a la DGA es la siguiente:

- Informe de análisis de la disponibilidad de recursos superficiales, con las conclusiones correspondientes a los caudales que se están solicitando, según las exigencias de la DGA.
- Solicitud: se debe incluir una descripción resumida del proyecto de captación, para qué se usará el agua, ubicación del punto de captación, antecedentes legales, etc. Además, en caso de que el caudal que se está solicitando sea superior al que se incluye en el siguiente cuadro, se debe adjuntar una memoria explicativa.

MEMORIA EXPLICATIVA PARA LA SOLICITUD DE DERECHOS DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS <i>(según Art. 140 N°6 de la Ley N° 20.017)</i>		
Observación: Este formulario sólo debe ser llenado en caso que en una o más presentaciones se solicite un volumen medio por unidad de tiempo superior a las siguientes cantidades		
Zona	Derechos Consuntivos	Derechos No Consuntivos
I Región hasta la Región Metropolitana	10 lts/seg	100 lts/seg
VI Región hasta la XII Región	50 lts/seg	500 lts/seg

- Extracto: corresponde a la publicación de la solicitud o de un extracto que debe contener al menos los datos necesarios para su acertada inteligencia, dentro de los 30 días siguientes a la fecha de su presentación en la DGA por una sola vez en el Diario Oficial de la República, el día 1 ó 15 de cada mes, o el primer día hábil siguiente si ellos fuesen feriados, además en un diario de Santiago y en un diario de la Provincia respectiva.
- Difusión: la presentación o extracto se debe difundir, además, al menos 3 veces, por una radioemisora de cobertura regional, dejándose constancia de ello en el medio de comunicación respectivo.

e) Estudios Administrativos

Para cada uno de los potenciales beneficiarios se obtuvieron los siguientes antecedentes administrativos:

- Para Personas Naturales

- Fotocopia de Carnet de Identidad
- Escritura de la Propiedad
- Certificado de Avalúo Fiscal y de Clasificación de Uso del Suelo

- Para Sociedades Agrícolas, se debe incluir, además:

- Constitución de la Sociedad
- Vigencia de la Sociedad
- Personería Jurídica
- Inscripción de la Sociedad

A modo de resumen, se presenta a continuación el índice final del estudio que se generó para cada uno de los micro tranques que fueron diseñados:

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO
2. ESTUDIOS DE INGENIERÍA
 - 2.1. Estudios Hidrológicos
3. ÁREA DE RIEGO
 - 3.1. Descripción General
 - 3.2. Disponibilidad de Agua
 - 3.3. Determinación de la Demanda de Agua
 - 3.4. Cálculo de Superficie
4. DISEÑO DEL PROYECTO
 - 4.1. Estudios Geotécnicos
 - 4.2. Obras de Arte. Cálculos Hidráulicos
 - 4.3. Cálculos Estructurales
 - 4.4. Planos
 - 4.5. Cubicaciones y Análisis de Precios Unitarios
 - 4.6. Especificaciones Técnicas de Construcción
 - 4.7. Cronograma del Proyecto
5. PRESUPUESTO DEL PROYECTO
6. EVALUACIÓN ECONÓMICA
 - 6.1. Determinación de los Valores Agroeconómicos
 - 6.2. Evaluación Económica Privada y Social del Proyecto
7. ANTECEDENTES LEGALES
8. DERECHOS DE AGUAS

3.2. Estudio Básico Identificación de Lugares para Micro Tranques en las Áreas PIRDT, de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins, CNR, 2014

El objetivo general del estudio fue identificar sectores técnica y económicamente factibles para el emplazamiento de microtranques, con el objetivo de poder guardar los recursos hídricos y utilizarlos en la temporada estival para el riego y/o abrevadero de animales.

Diagnosticar al menos 75 lugares, de los cuales se elegirán 40 sitios para el emplazamiento de microtranques y definir potenciales usuarios, que tienen la factibilidad técnica, legal y económica de poder hacer los proyectos con posterioridad, y presentarlos a la ley 18.450 en las áreas priorizadas de las UDE2 y UDE4 del P.I.R.D.T. de la Región de O'Higgins.

El estudio entregó como producto final, 52 proyectos de microtranques con capacidades de almacenamiento entre 10.000 m³ y 50.000 m³, generando todos los estudios necesarios para la presentación a la Ley 18.450, todos ellos ubicados en los territorios priorizados de las zonas PIRDT.

Las etapas del estudio fueron las siguientes:



Fuente: Estudio Básico "Identificación de Lugares para Micro Tranques en las Áreas PIRDT, de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins"

Figura 3.2-1 Etapas del Estudio

A continuación, se describen someramente los distintos tópicos desarrollados durante el estudio, ahondando en los que se consideran más relevantes para el presente estudio.

- Antecedentes Generales
- Clima
- Antecedentes Geológicos
- Antecedentes Geomorfológicos
- Antecedentes de Suelos
- Antecedentes sobre Recursos Hídricos
- Revisión y Análisis de Antecedentes Censales

- Descripción Agropecuaria
- Situación Ambiental de la Región
- Análisis de Políticas y Estrategias Regionales Vinculadas al Desarrollo y Ámbito Agrícola del Área de Estudio
- Sectorización
- Proceso de Información y Selección de Sitios.

Hubo reuniones de coordinación principalmente con la Seremi de Agricultura y Prodesales. También se desarrollaron reuniones de difusión con los agricultores. Las reuniones se dividieron en tres partes, una primera parte donde el Secretario Regional Ministerial de Agricultura y/o el Encargado de Riego Regional daban a conocer la importancia del estudio, una segunda parte, donde el equipo consultor presentaba los detalles del estudio y una tercera parte, donde se respondían dudas y se acogían las demandas de los agricultores.

Para realizar las visitas a los predios, se recopilaron todos los contactos según sectores, para optimizar las visitas y disminuir los tiempos de viaje entre un predio y otro, generando un itinerario de visitas, a través del contacto y acuerdo del agricultor. Se confeccionó una Ficha de Visita, en donde se ingresó toda la información requerida en dicha ficha y otra información relevante, que facilitara la sistematización y el análisis de los sitios.

- **Caracterización y Selección de Sitios**

Se visitaron 135 sitios, seleccionando 92 sitios, generando fichas de caracterización de cada uno (nombre, ubicación, coordenadas, fuente del recurso, etc.).

Del total de los sitios identificados como potenciales ubicaciones de microtrancos, se realizó la selección de los 52 sitios definitivos siguiendo las condiciones indicadas en el contrato respecto del volumen posible de embalsar. A estos sitios se les realizaron cálculos preliminares con el fin de establecer la capacidad de embalse en cada uno de los casos.

La estimación de estos volúmenes preliminares, se utilizaron imágenes satelitales extraídas desde Google Earth, las cuales entregaron un rango de precisión que variaba en un 30%. Este trabajo fue desarrollado utilizando el software Idrisi Selva, considerando alturas de muro desde 1 hasta 5 m. Un trabajo similar se realizó para estimar el espejo de agua de cada microtranco, es decir, el área potencialmente inundada.

Al realizar la inspección de terreno para verificar las áreas de inundación de cada uno de los proyectos, se obtuvo como resultado preliminar que no todos los sitios eran aptos, y se evaluaron nuevos sitios con el fin de completar el listado para realizar la selección. Para los nuevos sitios identificados, se realizaron los mismos cálculos para estimar el volumen preliminar de acumulación.

Con el listado final de sitios se construyó un ranking, ordenando según el volumen potencial de acumulación y en función de estas características se seleccionaron los primeros 52 lugares del ranking.

- Estudios Básicos, de Ingeniería y Agroeconómicos
- Estudio Hidrológico (Precipitaciones, generación de caudales, caudales de crecida)
- Estudio Legal: análisis de la aplicación del Artículo 10 del Código de Agua
- Definición del Eje de la Presa y Cálculo de la Estabilidad
- Estudio Agroeconómico (Encuesta agropecuaria, situación futura, etc.)
- Estudios Administrativos (factibilidad real técnica, legal y económica de llevar a cabo los proyectos de Micro-tranques presentándolos a la Ley N° 18.450 de Fomento a la Inversión Privada en Obras de Riego y Drenaje)
- Resumen de Proyectos (Carpetas administrativas, técnicas, resumen, principales resultados)
- Evaluación Económica

Con base en la evaluación económica, el estudio en análisis concluye que, de los 52 proyectos generados, solo uno arroja VAN > 0, lo que se fundamenta en dichos proyectos se ubican en zonas PIRDT, en propiedades pequeñas y áreas de secano (baja disponibilidad de recursos hídricos), además de presentar otras condiciones de tipo geomorfológico no apropiadas, que dictan disponer de sistemas de almacenamiento para riego.

Otras recomendaciones del estudio:

- Financiar mediante Ley N°18.450 solo los proyectos que rieguen no menos de 0,3 a 0,4 ha, con el fin de recuperar los costos.
- Financiar aquellos proyectos que no requieran una inversión total de más de MM\$80 por predio.
- Pese a los malos resultados de la evaluación económica, se estima que el impacto social de los mismos sería alto, ya que generarían ingresos en una zona deprimida de la economía.

3.3. Microtranques Construidos

De acuerdo con información señalada en los términos de referencia del estudio, a partir de los 2 estudios de microtranques efectuados anteriormente (años 2012 y 2014), en la zona de interés se habrían postulado a bono de Ley de Fomento al Riego un total de 27 microtranques, 14 (sobre 20 posibles) del estudio de 2012 y 13 (sobre 52 posibles) del estudio de 2014.

Se verificó a través de fotos satelitales (Google Earth) el estado de los 72 microtranques seleccionados en estos estudios, ya sea que hayan sido construidos con bonificación o con financiamiento directo de los propietarios. El resultado de este análisis se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 3-1 Sitios seleccionados para microtranques estudio 2012 (BIP 30114412-0)

Nº	ID	Código Proyecto Concurso GORE-CNR	Propietario	Comuna	Norte	Este	Huso	Bono pagado?	Construido?
1	4	102-2012-06-034-R	Julio Pereira Larraín	Litueche	6.210.114	247.351	19	Si	Si
2	30	102-2012-06-036-R	Mauricio Palma Andrew	Litueche	6.214.850	241.170	19	Si	Si
3	23		Paz Barahona Urzúa	Pumanque	6.170.961	246.377	19		Si
4	13	102-2012-06-035-R	Juan Oyarzún Osorio	La Estrella	6.204.996	262.135	19	Si	Si
5	1	102-2012-06-007-R	Soc. Agrícola San Valentín	La Estrella	6.214.477	259.658	19	Si	Si
6	19	102-2012-06-029-R	Marta Adriana Navarro	Litueche	6.229.588	252.107	19	Si	Si
7	17	102-2012-06-027-R	Sonia y Estela Rosales Pastrían	Litueche	6.221.656	250.766	19	Si	Si
8	25		Agrícola Alcones Ltda	Marchihue	6.186.453	259.331	19		Si
9	N1		Eduardo Moore Rodríguez	Paredones	6.167.572	233.890	19		No
10	N4	102-2012-06-003-R	Carlos Vallejos Poblete	Paredones	6.164.441	228.854	19	Si	Si
11	3	102-2012-06-019-R	Luis Osorio Cornejo	La Estrella	6.215.553	251.162	19	Si	Si
12	N5	102-2012-06-025-R	Agrícola San Nicolás Ltda.	La Estrella	6.211.784	248.943	19	No	No
13	N6		José Silva Ortiz	Paredones	6.161.352	231.139	19		Si
14	N7	102-2012-06-004-R	Pedro Catalán Urzúa	Paredones	6.161.086	232.449	19	Si	Si
15	N10	102-2012-06-033-R	Fortunata Osorio	La Estrella	6.214.235	251.616	19	Si	Si
16	N17		Desiderio Catalán	Marchihue	6.181.947	261.326	19		No
17	N21	102-2012-06-024-R	Inversiones Feedback Ltda.	Marchihue	6.193.398	270.634	19	Si	Si
18	N27	102-2012-06-030-R	Sergio Ponce	Litueche	6.225.373	250.220	19	No	No
19	N28		Gladyz López del Campo	Paredones	6.161.069	236.542	19		No
20	27	102-2012-06-026-R	Mireya Prado Pino	Litueche	6.226.744	253.286	19	Si	Si

Fuente: Estudio Microtranques 2012

Tabla 3-2 Sitios seleccionados para microtranques estudio 2014 (BIP 30114803-0)

Nº	ID	Código Proyecto Concurso GORE-CNR	Propietario	Comuna	Norte	Este	Huso	Bono pagado?	Construido?
1	OH-10-01		Suc. Mercedes Fuenzalida Lopez	Pichilemu	6.186.424	222.810	19		No
2	OH-11-01a		Suc. Manuel Jesús Lizana Pino	Pichilemu	6.179.934	228.393	19		No
3	OH-11-03		Saúl Galaz Venegas	Pichilemu	6.180.582	232.448	19		No
4	OH-11-04		Audoía Pavez Vargas	Pichilemu	6.178.889	228.166	19		No
5	OH-11-06c		Carlos Siva Vargas	Marchihue	6.201.127	243.677	19		No
6	OH-11-08	101-2015-06-013-R	Luis Polanco	Pichilemu	6.184.175	226.817	19	Si	Si
7	OH-11-10		Suc. José Iván Huerta Vidal	Marchihue	6.202.669	242.885	19		No
8	OH-11-11	101-2015-06-018-R	Suc. Luis Quinteros González	Pichilemu	6.183.594	228.209	19	Si	Si
9	OH-11-12	101-2015-06-021-R	Iván Gálvez	Marchihue	6.204.253	245.460	19	Si	No
10	OH-11-13	101-2015-06-012-R	Carlos Leyton	Pichilemu	6.182.575	227.863	19	No	No
11	OH-11-14	101-2015-06-027-R	Soc. Forestal Ciruelos	Pichilemu	6.183.402	227.534	19	Si	Si
12	OH-12-03a		Suc. Jorge Cabello Rosales	Marchihue	6.181.153	254.815	19		No
13	OH-12-04b		Agrícola Escorial S.A.	Marchihue	6.180.335	256.993	19		No

Nº	ID	Código Proyecto Concurso GORE- CNR	Propietario	Comuna	Norte	Este	Huso	Bono pagado?	Construido?
14	OH-12-05a		Guido Soto	Marchihue	6.182.348	257.367	19		Si
15	OH-12-08		Soc. Agrícola El Molino	Marchihue	6.198.749	259.275	19		No
16	OH-12-09		Ernesto Cornejo	Marchihue	6.180.084	251.216	19		No
17	OH-12-10		Roberto Vargas	Marchihue	6.179.825	250.598	19		No
18	OH-20-01		Liliana Nuñez Henríquez	Pichilemu	6.177.250	224.375	19		No
19	OH-21-01	101-2015-06-026-R	Miguel Carvacho	Pichilemu	6.173.608	225.171	19	No	No
20	OH-21-02		Lautaro Díaz	Paredones	6.160.949	233.399	19		Si
21	OH-21-05a		Arturo René Cabello Aravena	Paredones	6.159.189	232.460	19		No
22	OH-21-05b		Arturo René Cabello Aravena	Paredones	6.159.346	232.523	19		No
23	OH-21-07	101-2015-06-009-R	Manuel Benedicto Reyes Araya	Paredones	6.158.363	232.450	19	Si	Si
24	OH-21-09		Carlos Díaz Castro	Paredones	6.156.491	228.666	19		Si
25	OH-21-10		María Isnalda Reyes Araya	Paredones	6.156.363	231.513	19		SI
26	OH-21-11	101-2015-06-020-R	Ana Marín Pontigo	Paredones	6.155.644	232.103	19	Si	No
27	OH-21-15		Guillermo Cornejo	Paredones	6.157.846	228.779	19		Si
28	OH-22-01		Soc. José y Angela Lizana Herrera	Pumanque	6.178.606	250.628	19		Si
29	OH-22-11		Agríc. y Vitivinícola Pumanque Ltda.	Pumanque	6.165.213	256.252	19		No
30	OH-22-13b		Agrícola Pumanque Ltda.	Pumanque	6.163.699	258.516	19		No
31	OH-22-13c		Agrícola Pumanque Ltda.	Pumanque	6.163.273	258.309	19		No
32	OH-22-15a		Inmobiliaria e Inv. Manquehue Ltda.	Pumanque	6.166.239	263.572	19		No
33	OH-22-15b		Inmobiliaria e Inv. Manquehue Ltda.	Pumanque	6.165.139	263.490	19		No
34	OH-22-17		Juan de Dios Moya Morales	Pumanque	6.164.583	255.927	19		Si
35	OH-22-20		Suc. Guillermo Brown Steinlen	Pumanque	6.164.626	256.917	19		No
36	OH-22-22		Jorge Enrique Ulloa Moreno	Lolol	6.161.691	269.760	19		No
37	OH-22-23b	101-2015-06-015-R	Sociedad Segundo Morales y Cia.	Lolol	6.160.474	266.098	19	Si	Si
38	OH-22-25		Soc. Agrícola Nerquihue Ltda.	Lolol	6.161.663	268.336	19		No
39	OH-22-26		Soc. Agrícola Nerquihue Ltda.	Lolol	6.161.929	268.813	19		No
40	OH-22-33a		Sucesión Rojas Camus	Pumanque	6.170.123	265.025	19		No
41	OH-22-34		Inversiones Los Culenes Ltda.	Pumanque	6.170.092	261.310	19		No
42	OH-30-01		Álvaro Muñoz	Paredones	6.145.897	237.186	19		No
43	OH-30-02		Suc. González González	Paredones	6.145.813	240.549	19		No
44	OH-31-06		Suc. Reinato Fernández González	Lolol	6.145.096	259.837	19		No
45	OH-31-07		Tomás Fernández Ramírez	Lolol	6.141.106	262.473	19		No
46	OH-31-20		Soc. Alejandro Morales y otro	Lolol	6.144.997	258.322	19		No
47	OH-31-21		Soc. Alejandro Morales y otro	Lolol	6.143.800	256.307	19		No
48	OH-32-02	101-2015-06-016-R	Luis Alejandro Toledo	Chépica	6.148.284	277.591	19	Si	Si
49	OH-32-04	101-2015-06-024-R	Juana Pino Arriagada	Chépica	6.145.585	278.695	19	Si	Si
50	OH-32-05C		Nelson Bahamondes Ruz	Chépica	6.146.752	277.914	19		No
51	OH-32-07	101-2015-06-017-R	Rodemil Gallardo	Chépica	6.145.999	278.278	19	Si	Si
52	OH-32-08a	101-2015-06-006-R	Fabián Abrigo	Chépica	6.147.281	279.027	19	Si	Si

Fuente: Estudio Microtranques 2012

En total, se observa que de los 72 proyectos de microtrancques, se ejecutaron 31, lo que representa cerca del 43%.

4. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE ANTECEDENTES

A continuación, se incluyen los antecedentes recopilados, solo aquellos que serán de utilidad para el presente estudio.

4.1. Antecedentes Área de Ingeniería

Se han revisado las principales fuentes de consulta y referencia que se encuentran dentro del marco de ingeniería del presente estudio, en atención a los contenidos que se deben desarrollar en dicha área, de acuerdo con sus Bases Técnicas y a los objetivos establecidos.

Por tanto, en lo sucesivo se listan y analizan de forma crítica las fuentes documentales que se han considerado, con el fin de dar sustento referencial a la información recabada y considerada útil para el presente estudio.

En términos generales, las fuentes de referencia y consulta corresponden a los siguientes tipos:

- Estudios, planes y proyectos atingentes a las temáticas que aquí se abordan, con base de información reciente o actualizada.
- Publicaciones de divulgación técnica, tecnológica o científica aplicables al presente estudio, de factura reciente o actualizada.
- Plataformas web con información actualizada.
- Bases actualizadas de datos.

Ref. 1: Modelos Digitales de Elevación (DEM), SRTM (Shuttle Radar Topography Mision) y ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer).

Plataformas informáticas de trabajo realizadas por la NASA / METI, información actualizada.

La NASA y el Ministerio de Economía, Comercio e Industria de Japón (METI) han diseñado un nuevo mapa topográfico digital basado en las medidas recogidas por el instrumento radiométrico ASTER (Japón), que se encuentra a bordo del satélite TERRA (NASA). Este nuevo mapa obtiene la representación "más vasta y precisa" del mundo, abarcando un 99% de la superficie del planeta.

El nuevo mapa topográfico digital se ha denominado ASTER GDEM (ASTER Global Digital Elevation Model), creado a partir de casi 1,3 millones de imágenes estéreo recogidas por el radiómetro japonés llamado ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer). Este radiómetro es uno de los cinco instrumentos de observación de la Tierra que viajan a bordo del satélite americano Terra, lanzado en diciembre de 1999.

ASTER recoge las imágenes del espectro visible y también las regiones de longitud de onda de las radiaciones térmicas infrarrojas, con resoluciones espaciales que van desde unos 15 a 90 metros (50 a 300 pies).

Hasta ahora, el mapa topográfico más completo era el ofrecido por la Shuttle Radar Topography Mission de la NASA, que abarcaba el 80% de la superficie de la Tierra. Sin embargo, los resultados de la misión no fueron muy precisos en el terreno escarpado y en algunas zonas desérticas. Esta misión cubría el 80% de la superficie de la Tierra, entre los 60 grados de latitud Norte y los 57 grados de latitud Sur.

En cambio, ASTER GDEM amplía la cobertura a un 99%, entre los 83 grados de latitud Norte y los 83 grados de latitud Sur. Lo que está haciendo la NASA ahora es trabajar para combinar los datos de ASTER con los de la Shuttle Radar Topography Mission y otras fuentes y así poder producir un mejor mapa topográfico mundial.

Este nuevo conjunto único de datos globales se encuentra disponible en línea sin costo alguno. Será útil para aquellos usuarios e investigadores que quieran disponer de información sobre la elevación del terreno, explicó Woody Turner, investigador del programa ASTER de la NASA. Los puntos de elevación del terreno han sido medidos cada 30 metros.

Es importante destacar que éste se puede aplicar tanto para los DEM (Modelos Digitales de Elevación) SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) y ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer). Es importante destacar que independiente de la zona en la se desarrolle el estudio, siempre se recomienda (en la medida de lo posible) tomar puntos de control (topográficos) con elevación para verificar qué DEM se ajusta de mejor manera al área de interés.

La utilidad consistirá en poder generar curvas de nivel en los sectores donde se contempla evaluar la factibilidad técnica de diseñar un micro tranque, y evaluar en forma preliminar el volumen máximo factible embalsar.

Ref. 2: Plan de Riego en la Cuenca del Cachapoal, Estudio Básico realizado por la empresa Everis / Infraeco para la Comisión Nacional de Riego (CNR), año 2016.

El objetivo del estudio se centra en contribuir al uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos de cuenca del Cachapoal desde la perspectiva del riego y drenaje, a través del diagnóstico de la situación actual del riego en la zona y la generación de estudios, proyectos y programas cuya ideación, proposición y priorización son el resultado de un proceso de validación por parte de las propias comunidades.

Las principales conclusiones del estudio se pueden resumir a través de los siguientes puntos:

- La Cuenca posee un buen nivel organizacional (en términos de sus Organizaciones de Usuarios del Agua, OUA) y de infraestructura, pero se requiere nivelar la situación de sus secciones Tercera y Segunda, respecto de la Primera.
- Para todos los sectores de la cuenca, la principal demanda se asocia al saneamiento y regularización de derechos de agua.

- La zona dispone de un potencial agrícola aún sin explotar, debido a la insuficiente disponibilidad de nuevos recursos hídricos.
- La mayoría de la superficie bajo riego poseen sistemas de baja eficiencia en el uso del agua.
- Todas las cuencas y acuíferos presentan disponibilidad hídrica, según antecedentes aportados por la Dirección General de Aguas, lo que respalda las posibilidades de propiciar un incremento de la productividad agrícola.
- Destaca dentro del diagnóstico validado por los actores consultados, la necesidad de mejoramiento de las obras de riego extra e intrapredial (red de distribución de aguas, captaciones y incorporación de sistemas de monitoreo, entre otros).
- Entre las necesidades organizacionales de la cuenca, destaca la ejecución de programas de transferencia tanto para la gestión eficiente de los recursos hídricos, como para el fortalecimiento organizacional de OUA.

A partir tanto del diagnóstico y las brechas determinadas, como de la imagen objetivo construida y validada con los actores locales, se generaron las iniciativas (estudios, proyectos y programas) que apuntan a las mejoras requeridas por el riego y drenaje de la zona.

El trabajo en análisis aporta de información útil y actualizada para el conocimiento de aspectos relevantes del área en estudio, como, por ejemplo: (i) Situación actual de actores relevantes (p.ej. OUA) y requerimientos de capacitación y fortalecimiento; (ii) Situación de la red de riego existente; (iii) Aspectos legales (derechos de agua); (iv) Disponibilidad física y legal de recursos hídricos superficiales y subterráneos; (v) Principales brechas a atender para la mejora general del riego y drenaje en la zona en estudio; (vi) Aspectos de calidad del agua; (vii) Propuestas referidas a programas, estudios y proyectos enfocadas en la resolución de brechas en riego y drenaje.

Toda la información que provee esta referencia, y que sea de utilidad, será considerada, valorada, cruzada y utilizada con los resultados del presente estudio, de acuerdo a los objetivos trazados.

Ref. 3: Plan de Riego en la Cuenca del Tinguiririca. Estudio Básico realizado por la empresa Aquasys Ingenieros Consultores, para la Comisión Nacional de Riego (CNR), año 2016.

Busca contribuir al uso eficiente y sostenible de los recursos hídricos de cuenca del Tinguiririca desde la perspectiva del riego y drenaje, a través del estudio de sus principales brechas y la elaboración del diagnóstico de la situación actual del riego en la zona; a partir de ello, generar estudios, proyectos y programas cuya ideación, proposición y priorización son el resultado de un proceso de validación por parte de las propias comunidades.

Las principales conclusiones del estudio, traducidas en las brechas que afectan al riego y drenaje de la zona, se pueden resumir a través de los siguientes puntos:

- Brechas generales de la cuenca: (i) necesidad de transferencia tecnológica a regantes y aumentar instancias de capacitación; (ii) desconocimiento para enfrentar, de forma estratégica y tecnológica, los períodos de escasez hídrica; (iii) necesidad de abrir nuevas alternativas comerciales y de mercado, favoreciendo una agricultura familiar más rentable; (iii) selección adecuada de cultivos acorde a la rentabilidad y a la disponibilidad de recursos hídricos; (iv) mejoras a la gestión organizacional (formación y apoyo de OUAs); (v) actualizar y regularizar situación de derechos de agua; (vi) en innovación: incorporar energías renovables, plataformas en línea de fácil acceso, con información vinculada a la actividad agrícola y evaluar la posibilidad de trasvasijos de agua entre cuencas y/o fuentes cercanas (embalses Convento Viejo, Rapel); en gestión pública: mayor coordinación y presencia institucional, aumentar la difusión y acceso a programas y fondos de fomento al riego.
- Brechas en zonas de secano: (i) falta de infraestructura extrapredial: obras de captación, conducción, distribución y entrega, sistemas de acumulación; (ii) falta de infraestructura intrapredial: obras de riego tecnificado, sistemas de acumulación y recarga de acuíferos; (iii) Situación legal de tranques individuales.

A partir tanto del diagnóstico y las brechas determinadas, como de la imagen objetivo construida y validada con los actores locales, se generaron las iniciativas (estudios, proyectos y programas) que apuntan a las mejoras requeridas por el riego y drenaje de la zona.

Al igual que el Plan de Gestión del Cachapoal, el trabajo en análisis aporta de información útil y actualizada para el conocimiento de aspectos relevantes del área en estudio, como por ejemplo: (i) Situación actual de actores relevantes (p.ej. OUA) y requerimientos de capacitación y fortalecimiento; (ii) Situación de la red de riego existente; (iii) Aspectos legales de derechos de agua; (iv) Disponibilidad física y legal de recursos hídricos superficiales y subterráneos; (v) Principales brechas a atender para la mejora general del riego y drenaje en la zona en estudio; (vi) Aspectos de calidad del agua; (vii) Propuestas referidas a programas, estudios y proyectos enfocadas en la resolución de brechas en riego y drenaje.

Toda la información que provee esta referencia, y que sea de utilidad, será considerada, valorada, cruzada y utilizada con los resultados del presente estudio, de acuerdo a los objetivos trazados.

Ref. 4: Catastro e Inspección Preliminar de Embalses Región Libertador Bernardo O'Higgins. Estudio Básico realizado por la empresa Arrau Ingeniería EIRL para la DGA, MOP, año 2009.

El objetivo del estudio fue realizar un catastro de los embalses en la VI Región orientado a prevenir que el deterioro o eventual destrucción de estas obras pueda afectar la seguridad de terceros (artículo 307 del Código de Aguas). Los objetivos específicos fueron:

- Recopilación, Revisión y Análisis de Antecedentes.
- Inspección en terreno del número de embalses ofertados (croquis de ubicación, obras existentes, elaboración de fichas catastrales, etc.)

- Determinación de Caudales de Crecida
- Evaluación del riesgo asociado a cada embalse.
- Análisis de daños potenciales de la onda de crecida
- Recomendaciones

En aquellos embalses que se localizan en el secano costero, los antecedentes y análisis hidrológicos que se hicieron en esos sectores podrían ser útiles para el presente estudio.

Ref. 5: Actualización y complementación de información de organizaciones de usuarios. Estudio Básico realizado por la empresa Aquaterra Ingenieros Ltda. para la DGA, año 2009.

El objetivo del estudio fue verificar, actualizar, y complementar la información referida a las Organizaciones de Usuarios de Aguas (Juntas de Vigilancia, Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Aguas).

Como principal producto, se generó una base de datos con las OUA a nivel nacional, integrada en una interfaz de búsqueda de información que permite el fácil acceso a ella.

El producto del trabajo en análisis tiene como principal utilidad el acceso a información referida a las OUA que existen dentro de las zonas de interés del presente estudio.

Ref. 6: Diagnóstico de caudales disponibles en cuencas no controladas de recuperación, cuencas de Maule, Mataquito y Rapel. Estudio Básico realizado por la empresa GCF ingenieros Ltda. para la CNR, año 2008.

Su principal objetivo se centra en cuantificar los caudales en las zonas de recuperación como fuentes de recursos hídricos para el subsector riego, para las cuencas, tanto controladas como no controladas de Maule, Mataquito y Rapel, a través del uso de las interfaces SIG-MAGIC.

Para cada cuenca modelada, el estudio generó los caudales con probabilidades de excedencia de 50% y 85%, en zonas de recuperación. Cabe destacar que la implementación de cada modelación se realizó con base en información correspondiente a: (i) caracterización de acuíferos (parámetros hidrogeológicos, afloramientos); (ii) identificación/caracterización de pozos, canales y zonas de riego; (iii) identificación de unidades de embalse e hidro generación; (iv) determinación de descargas puntuales, caudales ecológicos; (v) otros parámetros relevantes: pluviometría, captaciones puntuales, etc.

El trabajo proporciona información útil desde el punto de vista de antecedentes hidrogeológicos e hidrológicos del área de interés, como también desde de la perspectiva de la caracterización de zonas de riego y la infraestructura hidráulica asociada.

Ref. 7: Análisis de eventos hidrometeorológicos extremos en el país, caudales máximos y mínimos. Estudio Básico realizado por la empresa AC ingenieros Ltda. para la DGA, año 1995.

El objetivo del estudio fue mejorar la estimación de caudales extremos del país en cuencas que poseen escasa o nula información fluviométrica mediante el empleo de fórmulas o procedimientos sencillos pero confiables que puedan ser aplicadas con facilidad en el diseño de obras hidráulicas de pequeña y mediana envergadura.

A través de su desarrollo y obtención de resultados, entrega de forma detallada la metodología de cálculo y análisis que permite llegar a los objetivos trazados.

Sirve como documento de referencia metodológica para los efectos de la estimación de eventos hidrometeorológicos extremos (p.ej. caudales de crecida). Asimismo, en caso de que ello sea procedente, sus resultados asociados al área de interés del presente trabajo, pueden servir como valores de comparación con los obtenidos en este trabajo.

Ref. 8: Investigación de eventos hidrometeorológicos extremos, precipitaciones máximas en 24, 48 y 72 horas. Estudio Básico realizado por la empresa BF Ingenieros Civiles para la DGA, año 1989.

El objetivo del estudio fue estimar las precipitaciones máximas en 24, 48 y 72 horas en todo el territorio nacional, a fin de proporcionar índices para realizar estudios de crecidas que permitan mejorar la información disponible para un adecuado diseño y dimensionamiento de obras en las diferentes regiones del país.

Principalmente, el estudio aporta con mapas de isoyetas y zonas homogéneas que permiten conocer la distribución espacial de las precipitaciones máximas en 24 horas para un período de retorno de 10 años, y coeficientes de frecuencia y duración aplicables geográficamente para la transformación de los valores (isoyetas) a otros períodos de retorno y duraciones de lluvias. Proporciona bases referenciales para los procesos de cálculo hidrológico a desarrollar en el presente estudio.

Ref. 9: Balance Hídrico de Chile. Estudio Básico realizado por la Dirección General de Aguas en el año 1987.

El objetivo del estudio fue evaluar, para todo el país, los diversos componentes del balance hídrico medio anual para un período homogéneo de 30 años a nivel de cuencas y subcuencas principales, a fin de proporcionar un marco general para la evaluación de los recursos hídricos en proyectos específicos, además de disponer de un diagnóstico global de la situación de los recursos de agua en el país y de su aprovechamiento, y cooperar a la determinación del balance hídrico de América del Sur.

A nivel de regiones, cuencas y subcuencas (representadas por estaciones de medición), el estudio entrega valores medios anuales estimados a 1987 (con base de horizonte a 30 años),

pertencientes a variables hidrológicas relevantes, como la precipitación, la escorrentía, pérdidas totales por evapotranspiración y evaporación, consumos derivados de la actividad humana y la evaporación desde salares y lagos.

Su utilidad se aprecia como fuente de consulta general, donde la información que se podría utilizar son las isoyetas medias anuales y las isolíneas de evapotranspiración media anual.

4.2. Antecedentes Área Agronómica

Se efectuó una recopilación de aquellos antecedentes disponibles y que tuvieran relación con los diferentes aspectos que se deberán tratar en el presente proyecto, tales como la existencia y potencialidad de los recursos del área del proyecto, características de la actividad agropecuaria actual y perspectivas de desarrollo a futuro, entre otras.

La recopilación de antecedentes se logró a través de la revisión de información bibliográfica y efectuando consultas a personas vinculadas con la temática de la propuesta. La información bibliográfica se obtuvo de la revisión de publicaciones de las siguientes instituciones: Comisión Nacional de Riego (CNR), Dirección de Obras Hidráulicas, Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Dirección General de Aguas (DGA), Ciren-Corfo, ODEPA, INIA, INDAP y el Banco Central de Chile, entre otros.

Una vez recopilada la información existente respecto del área de estudio, ésta fue analizada en forma crítica, con el objetivo de poder calificar el uso que se le dará durante el desarrollo del mismo y determinar con precisión aquellos antecedentes que se requiere actualizar, complementar y en ciertos casos generar. Esto último, se llevará a cabo cuando la calidad de la información existente no sea adecuada a la finalidad del proyecto o simplemente sea inexistente.

Al respecto se ha podido rescatar la siguiente información referida a aquellos estudios más cercanos a la temática del presente proyecto.

Ref. 10: Estudios Técnicos, Ambientales y Económicos de Embalses Pequeños, Región de O'Higgins, SMI, DOH, 2017

Estudio realizado por SMI Ingenieros para la Dirección de Obras Hidráulicas en el año 2017. En este estudio se identificaron una serie de sectores de interés para ser regados por medio de pequeños embalses. Dentro de las áreas cubiertas se encuentran las siguientes:

- El Maitén, Comuna de Navidad
- Huehuinco, Comuna de Navidad
- Ucuquer, Comuna de Navidad
- San Francisco, Comuna de Litueche
- Manquehue, Comuna de Litueche
- Pulín, Comunas de Litueche y La Estrella
- Estero Seco, Comuna de La Estrella

- La Virgen, Comuna de La Estrella
- Cementerio, Comuna de La Estrella
- Los Trichahues, Comuna de Lolol
- Los Coipos, Comuna de Lolol
- La Palmera y Santa Irene Comuna de Pichidehua
- Estero Codegua, Comuna de Codegua

Será de gran utilidad los antecedentes recabados del presente estudio, los cuales consisten en material cartográfico, aspectos edafoclimáticos, caracterización de agricultores, infraestructura predial y fichas técnico-económicas, entre otras.

Se debe señalar, que salvo dos proyectos levantados en el área de riego de la VI Región, Codegua y La Palmera, el resto de las áreas se encuentra al interior del secano costero e interior.

Ref. 11: Estudio Básico Diagnóstico para Desarrollar Plan de Riego en Cuenca del Cachapoal. Everis e Infraeco, CNR, 2016.

Dentro de la VI Región, el estudio concluyó que el área de secano interior y costero presenta un gran potencial productivo, sobre todo al evaluar el clima y calidad y disponibilidad de suelos agrícolas, situación eso sí resulta mermado por la escasa disponibilidad de recursos hídricos.

Por otra parte, se reconoce la disponibilidad de suelos agrícolas actualmente sin riego, lo cual se traduce en que la zona de estudio tiene potencial agrícola y que se requiere poner a disposición de los potenciales usuarios los nuevos recursos hídricos. Asimismo, las superficies actualmente regadas mayoritariamente se riegan a través de sistemas de baja eficiencia en el uso del agua, lo que mejoras en los sistemas de riego y/o especies cultivadas, se traduciría automáticamente en mejoras a la productividad actual.

El diagnóstico realizado determinó que todas las cuencas y acuíferos tienen disponibilidad hídrica, en cuanto a los antecedentes entregados por la propia Dirección General de Aguas, situación que respalda también en las posibilidades de incremento en la productividad agropecuaria

Ref. 12: Estudio Básico Diagnóstico para Desarrollar Plan de Riego en Tinguiririca, Aquasys, CNR, 2016

El estudio concluyó que existe un riego insuficiente e ineficiente en la zona de estudio. Lo anterior está referido básicamente a que la forma en que se realiza actualmente las acciones para el riego en la cuenca no permite regar toda la superficie posible (Clases Uso de Suelo I a IV) ni mejorar la seguridad de riego ni aumentar la superficie explotada. Dentro de las causas se distinguieron tres causales del problema:

- Infraestructura Deficiente
- Gestión del Riego Insuficiente
- Sistema de Información Deficiente

Para poder incrementar el área de riego y su productividad, la principal conclusión de este estudio está en la construcción de obras de regulación hídrica y la posibilidad de acceder a procesos de asesoría técnica y productiva.

Ref. 13: Diagnóstico Perfil Agroeconómico Mediante Estándares de Producción, MdeA Consultores Ltda., CNR, 2013

En el presente estudio se procedió a confeccionar fichas técnico económicas para la totalidad del país, diferenciadas por región y Zonas Agronómicas Homogéneas (ZAH). El área de la presente consultoría está inserta en la ZAH Cardenal Caro y en parte de la ZHA Tinguiririca, según la Figura 4.2-1.

Las fichas técnicas y económicas incluidas en este estudio serán la base para la confección de las fichas de situación actual y futura, adecuadas por medio de la información obtenida tanto de la encuesta simple como de otra información que se pueda obtener en la presente consultoría.



Fuente: Diagnóstico Perfil Agroeconómico Mediante Estándares de Producción

Figura 4.2-1 Zonas Homogéneas Agrícolas VI Región

Ref. 14: Estudio Hidrológico de Cuencas de la VI Región, Conic Bf, Aguas Andinas, 2013

En este proyecto se determinaron tanto las demandas actuales como proyectadas para la totalidad de la VI Región. Además, se dispone de cartografía 1:50.000 con antecedentes de uso del suelo y derrames.

Ref. 15: Censo Nacional de Población INE, años 1970, 1982, 1992 y 2002

Esta fuente será base para estimar la tasa de crecimiento de población entre los años 1970 y 2002. Con este indicador y utilizando como base la población de las comunas que incluyen las áreas de proyecto al año 2002 se estará en condiciones de estimar la población al año 2018 y la que estaría disponible para trabajar en el sector agrícola.

Esta información es relevante para efectuar el balance de mano de obra entre la situación actual y en la plena madurez del proyecto, en el acápite de Empleo Agrícola.

Como ejemplo en la

Tabla 4.2-1 se puede observar la composición de la población rural y urbana para la VI Región y la comuna de Litueche.

Tabla 4.2-1 Población urbano – rural (habitantes)

Tipo de Población	VI Región		Litueche	
	Número	Part.	Número	Part.
Urbana	548.584	70,3%	2.479	44,86%
Rural	232.043	29,7%	3.047	55,14%
Total	780.627	100,0%	5.526	100,00%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2002.

Ref. 16: VI y VII Censo Nacional Agropecuario. INE (1997 y 2007)

Los antecedentes de estos estudios serán fundamentales en la obtención del uso actual del suelo, la estratificación de las propiedades y la obtención de rendimientos de algunas especies cultivadas en Chile. Además, dichos antecedentes son la base para la descripción general del área en aspectos como el grado de tecnificación, hectáreas de riego y secano e infraestructura predial, entre otros.

A modo de ejemplo en la Tabla 4.2-2 siguiente se presenta la variación de superficie experimentada por algunos rubros productivos en la provincia de Cardenal Caro.

Tabla 4.2-2 Resultados VI y VII Censo Nacional Agropecuario

Especie	Superficie 1996/97 (ha)	Superficie 2007/07 (ha)
Ciruelo Europeo	202,4	454,6
Nogal	9,1	155,3
Olivo	4,1	861,6

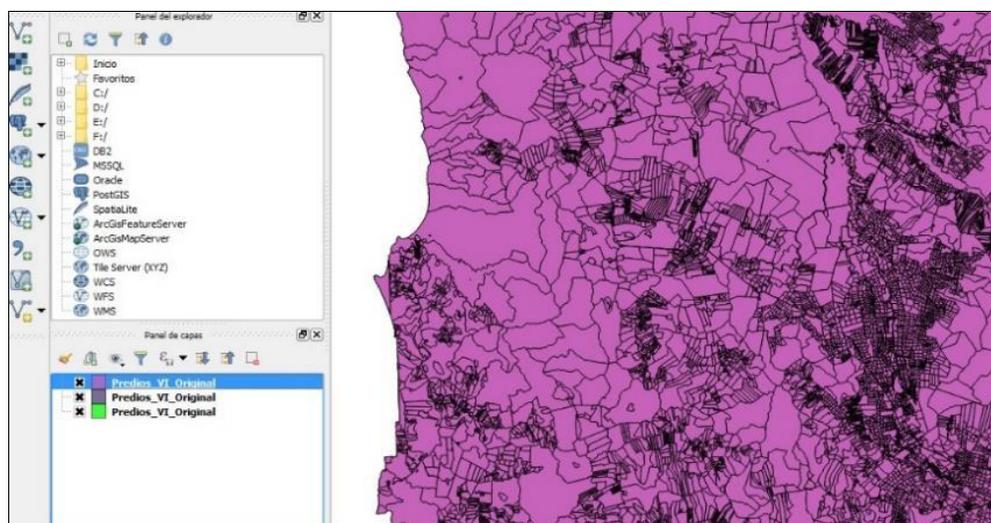
Fuente: VI y VII Censo Nacional Agropecuario

Ref. 17: Centro Información Recursos Naturales (CIREN-CORFO)

La información recopilada en esta institución comprende los siguientes antecedentes:

- Directorio de Infraestructura y Agroindustria Frutícola VI Región. Publicación elaborada por CIREN - CORFO en donde se detalla las agroindustrias de deshidratados, elaboradoras de aceite de oliva, plantas de embalaje, cámaras de frío y fumigación, entre otras. Estos antecedentes junto con los proporcionados por el VII Censo Nacional Agropecuario serán de utilidad en la Caracterización General del Área en el ámbito de la dotación de infraestructura.
- Cálculo y Cartografía de la Evapotranspiración Potencial en Chile (Ciren Corfo-CNR). Estudio elaborado en 1997 y que determinó las ETo esencialmente con la aplicación del método de Penman y, en aquellos lugares donde no se pudo, por falta de algún parámetro, se aplicó una de otras cuatro fórmulas, ajustadas mediante coeficientes de regresión, teniendo como referencia la ecuación de Penman. Las otras cuatro fórmulas empíricas consideradas fueron las de Turc, de Ivanov, de Blaney y Criddle y el método de la bandeja de evaporación.
- Ortofotos Digitales de propiedades escala 1:20.000 y Rol Extracto Agrícola de las comunas involucradas: Esta información servirá de base y orientación para la ubicación de los predios de cada área de estudio. Cabe indicar que el material cartográfico no es totalmente concordante en cuanto a la identificación de propiedades, con relación a otras fuentes, como en el caso del Rol Extracto Agrícola del S.I.I., del Rol de Regantes de las Juntas de Vigilancia y del Rol de Regantes de la Dirección General de Aguas.

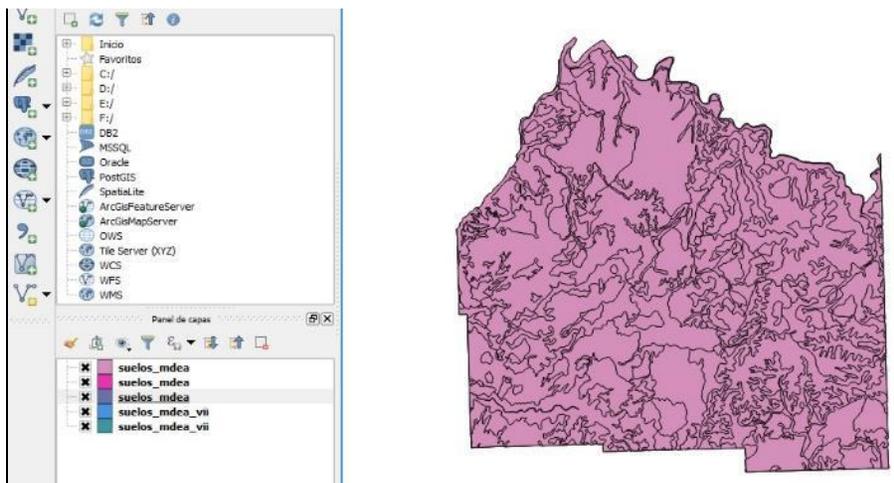
Como ejemplo en la Figura 4.2-2 se puede apreciar parte del catastro predial para la VI Región.



Fuente: Ciren Corfo – S.I.I.

Figura 4.2-2 Ortofotos de Predios Digitales VI Región

- **Ortofotos Digitales de suelos escala 1:20.000:** Esta información servirá de base para el estudio agrológico a efectuar en cada área de estudio. Como ejemplo en la Figura 4.2-3 se puede apreciar parte de la cartografía de suelos para la VI Región.



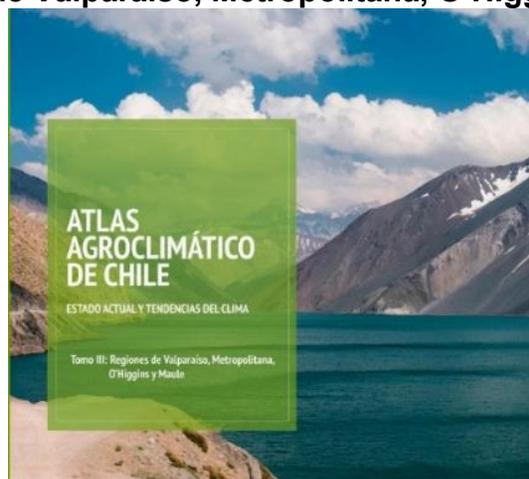
Fuente: Ciren Corfo

Figura 4.2-3 Ortofotos de Suelos Digitales VI Región

Ref. 18: Atlas Agroclimático de Chile de la Universidad de Chile

En la Figura 4.2-4 se presenta la portada del atlas, instrumento que contará con ocho tomos, los que incluyen una completa descripción agroclimática y cartografía.

Figura 4.2-4 Atlas Agroclimático de Chile, Regiones de Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins y Maule



El Atlas Agroclimático de Chile fue elaborado por el Ingeniero Agrónomo Ph.D Fernando Santibáñez Q., y hoy está disponible por la web. Se debe señalar que ya circulan algunos ejemplares que la Universidad de Chile distribuyó gratuitamente a algunos estamentos.

Se debe señalar que este atlas es considerado como uno de los más completos que proporciona información agroclimática detallada y escenarios de cambio climático del siglo XXI, para dimensionar los efectos que este fenómeno está ocasionando en nuestra agricultura y lo que podría afectar, positiva o negativamente, en el futuro.

La iniciativa de desarrollo del atlas fue apoyada por el ministerio de Agricultura a través de la Fundación para la Innovación Agraria, FIA, y llevada a cabo por un grupo profesional liderado por el profesor Fernando Santibáñez, director del Centro AGRIMED de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile.

Ref. 19: Atlas Agroclimático de Chile Regiones VI y Metropolitana, Atlas Bioclimático de Chile y Sistema Nacional de Referencia sobre Demandas de Agua en la Agricultura

Los tres estudios elaborados por la U. de Chile. Los estudios Sistema Nacional de Referencia sobre Demandas de Agua en la Agricultura, elaborado el año 2015 y el Atlas Agroclimático el año 1993 fueron elaborados por el Dr. Fernando Santibáñez Q. El Atlas Bioclimático, en cambio, del año 2012, es de la autoría de Luis Uribe. El objetivo de caracterizar el clima y agroclima del área de estudio con la finalidad de establecer las potencialidades que ellos ofrecen al desarrollo agropecuario futuro.

Considerando que pronto estará disponible el Atlas Agroclimático de Chile año 2017, indicado en la referencia anterior, los estudios más antiguos solo serán considerados de manera referencial.

Ref. 20: FAO N° 24 y N° 56

Ambos elaborados por la Food and Agricultural Organization (FAO), en los años 1976 y 1990, respectivamente. El objetivo de estos estudios es entregar las herramientas necesarias para que los distintos países en donde participa la FAO puedan determinar de la manera más exacta posible las demandas evapotranspirativas de los cultivos bajo riego. No existe un área específica de acción de estos documentos. Se puede precisar que si entrega antecedentes de acuerdo a las características agroclimáticas de los diferentes hemisferios.

El FAO N°56 fue elaborado en el año 1990 y contiene información más actualizada que el FAO N°24 que corresponde al año 1976, para verificar y complementar los factores de cultivo en la determinación de las necesidades de agua de riego de las diferentes especies frutales, hortícolas, cultivos y praderas.

Al respecto, el estudio denominado “Sistema Nacional de Referencia sobre Demandas de Agua por la Agricultura” elaborado por Agrimed y la Universidad de Chile en el año 2015, validó los coeficientes de cultivos elaborados a partir de la metodología del FAO 56 y presentados en el estudio “Actualización Uso Actual y Futuro de los Recursos Hídricos Zona II Sur, Regiones V Sur a XII, incluida la RM” de AC Ingenieros para la DGA, año 2007. Esta validación consideró algunas mejoras, básicamente en la incorporación de Kc durante el período de latencia invernal en

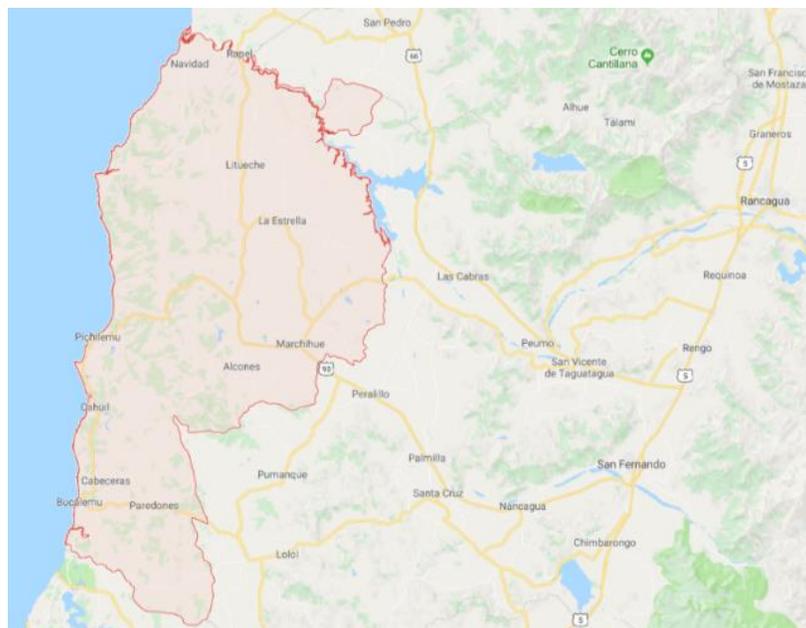
frutales, aspecto cada día es más relevante, debido al cambio climático que implica inviernos más secos.

5. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ÁREA DEL PROYECTO

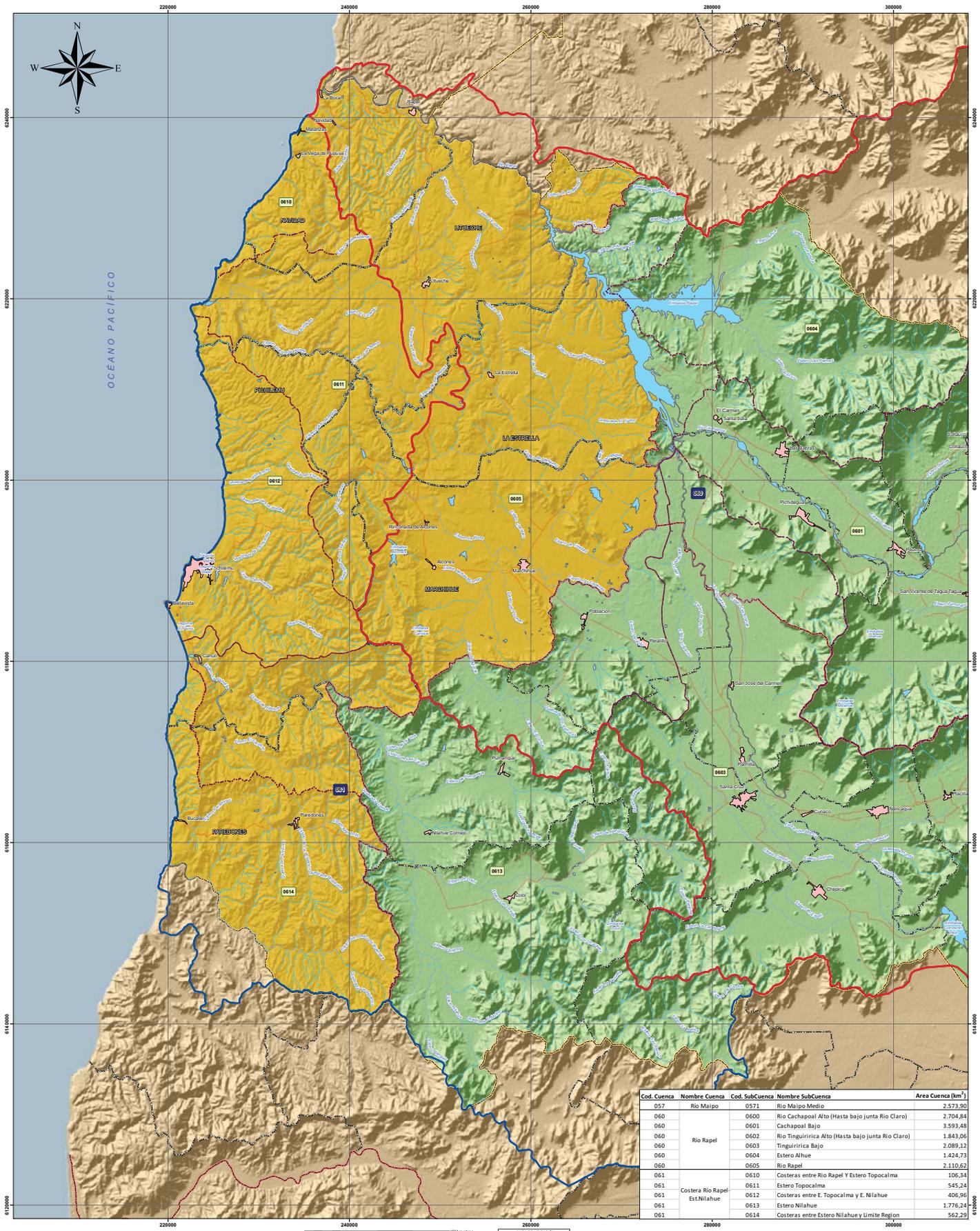
5.1. Localización Geográfica, Extensión y Límites

El área y límites geográficos del proyecto se puede ver en el Plano 2-1. Se inserta en la VI Región de Bernardo O'Higgins, Provincia de Cardenal Caro y Cachapoal.

Las comunas involucradas son Navidad, Litueche, La Estrella, Marchigüe, Pichilemu y Paredones, y parte de Pumanque y Lolol. La VI Región comprende una superficie del orden de 16.387 km², equivalente al 2,2 % del total nacional. En la siguiente figura se muestra el área específica de interés (límite color rojo).



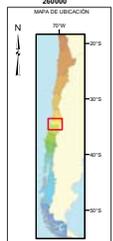
Fuente: Google Maps, 2018
Figura 5.1-1 Área de Estudio



Cod. Cuenca	Nombre Cuenca	Cod. SubCuenca	Nombre SubCuenca	Area Cuenca (km ²)
057	Rio Maipo	0571	Rio Maipo Medio	2.573,90
060	Rio Rapel	0600	Rio Cachapoal Alto (Hasta bajo junta Rio Claro)	2.704,84
060		0601	Cachapoal Bajo	3.593,48
060		0602	Rio Tinguiririca Alto (Hasta bajo junta Rio Claro)	1.843,06
060		0603	Tinguiririca Bajo	2.089,12
060		0604	Estero Alhue	1.424,73
060		0605	Rio Rapel	2.110,62
064	Costera Rio Rapel	0610	Costeras entre Rio Rapel Y Estero Topocalma	106,34
061		0611	Estero Topocalma	545,24
061	Est Nilahue	0612	Costeras entre E. Topocalma y E. Nilahue	406,96
061		0613	Estero Nilahue	1.776,24
061		0614	Costeras entre Estero Nilahue y Limite Region	562,29
061				

Simbología

- ▲ Capital Regional
- Capitales Provinciales
- Red Vial
- Cuenca Rio Rapel
- Cuencas
- SubCuencas
- Comunas Areas Estudio
- Ciudades
- Limite Internacional
- Limite Regional
- Limite Provincial
- Limite Comunal
- Rio
- Quebrada
- Estero
- Embalses y Lagunas



COMISION NACIONAL DE REGIO

AQUA TERRA

Estudio: "DIAGNÓSTICO DE MICROTRANQUES EN EL SECAÑO COSTERO DE LA VI REGIÓN"

Título: ÁREA DE ESTUDIO

Fecha: 1-10-2020

Elaborado por: Oficina de Relevancia BRDAS

Fecha Cartografía: Octubre 2019

Plano: 2:1

Revisado por: J.P.

5.2. Hidrografía, Hidrogeología, Geomorfología

5.2.1. Hidrografía

5.2.1.1. Hidrografía General de la VI Región

En términos generales, en la VI Región existe un gran sistema hidrográfico principal, que corresponde a la cuenca del río Rapel, con sus afluentes Cachapoal y Tinguiririca. A continuación, se presenta una caracterización general del sistema señalado.

a) Cuenca del Río Rapel

La cuenca del Río Rapel, que se extiende de cordillera a mar, se encuentra ubicada aproximadamente entre los 34° y 35° de latitud sur y entre los 70° y 72° de longitud oeste. La zona baja de la cuenca queda comprendida entre su desembocadura y la desembocadura de los ríos Cachapoal y Tinguiririca en el embalse Rapel.

Los escurrimientos existentes en la zona baja son en su mayor parte afluentes al embalse Rapel y aportados principalmente por los esteros Las Cadenas y Alhué, los que, sumados a los afluentes de la zona intermedia, a través de los ríos Cachapoal y Tinguiririca, constituyen los afluentes totales al embalse Rapel.

El régimen natural del río Rapel es pluvionival alterado, es decir, en el período pluvial (Abr-Sep) se tiene régimen pluvial con crecidas violentas debido a precipitaciones líquidas caídas en la precordillera y zona intermedia de la cuenca, y en el período (Oct-Mar) se tiene régimen nival con una onda de deshielo estacional generada por el deshielo del manto de nieve y aporte de los glaciares de la alta cordillera, onda de deshielo que llega al embalse Rapel amortiguada, o desapareciendo en algunos casos debido al uso consuntivo del agua con fines de riego en el valle central y algunos valles laterales.

La descripción de la zona intermedia incluye las cuencas de los ríos Cachapoal y Tinguiririca. Esta zona que está comprendida entre la zona alta y el embalse Rapel, incluye la mayor parte de la zona cultivada y regada en la cuenca del río Rapel.

b) Cuenca del Río Cachapoal

Si bien el régimen hidrológico de la zona intermedia es netamente pluvial, el de los ríos que nacen en la alta cordillera, como el Cachapoal, es de régimen pluvionival, donde el agua proveniente del deshielo se utiliza en riego por lo que la onda estacional de deshielo se amortigua e incluso en algunos años secos, la onda de deshielo no se aprecia a la salida de la zona.

c) Cuenca del Río Tinguiririca

Al igual que lo señalado en el caso anterior, la zona intermedia tiene un régimen netamente pluvial, sin embargo, el régimen de los ríos que nacen en la alta cordillera, como el Tinguiririca, es de régimen pluvionival, donde el agua proveniente del deshielo se utiliza en riego por lo que

la onda estacional de deshielo se amortigua e incluso en algunos años secos, la onda de deshielo no se aprecia a la salida de la zona.

En el siguiente cuadro se incluye un resumen de una caracterización hidrológica de las principales estaciones fluviométricas de la VI Región.

Tabla 5.2-1 Caracterización Hidrológica de las Principales Estaciones Fluviométricas de la VI Región

N° ESTACIÓN	PROP.	COORD. GEOG.		ALTITUD (msnm)	Q MED	Q MED	Q INVIERNO (ABR-SEP)		Q VERANO (OCT-MAR)		Q ANUAL		
		LAT S	LONG O.		ANUAL	ENERO	50%	85%	50%	85%	50%	85%	
		(°)	(°)		(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	
VI REGIÓN													
1	Cachapoal 5 km Aguas Abajo Junta	DGA	34,33	70,38	1100	46,722	87,668	21,704	17,543	70,117	57,841	46,028	38,314
2	Pangal en Pangal	DGA	34,22	70,33	175	15,779	31,107	6,530	4,670	24,620	17,670	15,710	11,430
3	Claro en Tunca	DGA	34,37	71,10	480	23,904	15,138	29,290	23,700	16,720	12,320	23,060	18,420
4	Zamorano en Puente Niche	DGA	34,42	71,17	900	13,709	4,02	16,963	10,834	8,539	6,945	12,901	9,031
5	Tinguiririca Bajo Los Briones	DGA	34,68	70,87	518	48,58	89,946	27,582	18,830	65,158	48,288	46,627	34,233
6	Claro en El Valle	DGA	34,68	70,88	476	9,971	4,402	9,425	5,006	7,847	4,330	8,827	5,048
7	Chimbarongo en Convento Viejo	DGA	34,77	71,12	245	40,299	30,758	41,412	25,904	30,800	17,256	36,635	22,643
8	Alhué en Quilamuta	DGA	34,07	71,28	130	3,846	0,347	5,043	2,256	0,899	0,459	3,044	1,457
9	Nilahue en Santa Teresa	DGA	34,57	71,78	50	7,563	0,048	13,130	5,270	0,280	0,160	6,670	2,740

Fuente: Elaboración propia.

5.2.1.2. Hidrografía Específica del Área de Interés

El área específica de interés se localiza en la zona del secano costero de la VI Región, Provincia Cardenal Caro. Los grupos de potenciales beneficiarios se pueden agrupar en las siguientes cuencas.

- **Litueche:** El sector Litueche se enmarca en el área de la cuenca del estero El Rosario, compuesta por cuatro o cinco cauces perfectamente desarrollados.
- **La Estrella:** El sector que se ha denominado La Estrella corresponde a la cuenca del estero San Miguel que formada por los esteros Alonso de Morales y Mallermo, desagua al río Tinguiririca sobre su ribera izquierda. Los cauces de estos esteros se desarrollan en medio del relieve típico de la Cordillera de la Costa entre colinas y cerros que originan sinuosidades en sus cursos y relativas bajas pendientes longitudinales.
- **Marchihue:** este sector es drenado por los esteros Trinidad y Las Cadenas. Se encuentra sobre la vertiente oriental de una Cordillera de la Costa de menor ancho que hacia el Norte y hacia el Sur, se genera un sector más bajo bastante menos irregular y muy amplio en el cual los cauces tienen direcciones variadas para confluir entre Marchihue, Población y Trinidad.
- **Pichilemu (estero Nilahue):** se trata de una hoya costera de la VI Región de Chile cuya

mayor amplitud se desarrolla entre los cerros de la cordillera de la Costa, donde escurre el estero en un valle ancho confinado por escarpadas laderas. La hoya tiene una extensión de 1770 km² con una muy ramificada red de drenaje. El estero Nilahue nace con el nombre de estero Los Coipos de la confluencia de los esteros Altos de Caune que proviene del sureste y del estero El Parrón que proviene del NE en la vertiente Norte de la serranía que se levanta en las inmediaciones de la ribera derecha del río Mataquito. El cauce así formado corre por 7 km al Oeste y luego por 29 km al noroeste, hasta la junta del estero Quiahue que es uno de sus principales tributarios. Continúa en un curso de escasa pendiente con rumbo al norte por espacio de 7 km, hasta la junta del Estero Lolol que le cae por el flanco derecha. En este tramo el río Nilahue escurre lentamente y se divide en varios brazos que vuelven a reunirse más adelante. A partir de dicha junta el cauce del Nilahue va cambiando paulatinamente de rumbo primero hacia el NNO y luego al NO, hasta alcanzar el punto de latitud más boreal. Este tramo tiene longitud de 30 km, al cabo de las cuales el estero se dirige con rumbo general al oeste, aunque describe numerosos virajes entre los cerros de la costa hasta vaciarse en el extremo suroriental de la laguna de Cahuil, a través de la cual se establece el drenaje al mar. Esta laguna tiene una forma elongada de unos 9 km de longitud. Si se toma en cuenta el recorrido del tributario formativo con cabeceras más alejadas, la longitud total del estero Nilahue asciende a 95 km, a los cuales habría que sumar los 9 km de la laguna para llegar al mar.

- **Paredones:** limita al Norte y al Este con la cuenca del estero Nilahue, y al Sur, con la pequeña hoya costera del estero San Pedro de Alcántara. El estero Paredones nace inmediatamente al Sur del pueblo de ese nombre de la reunión de los esteros Membrillo que proviene del Este y del estero de la Población. El cauce al comienzo es estrecho entre los cerros de la costa. Primero se dirige brevemente al SO y luego describe un arco y toma rumbo al NO y en seguida al oeste para desviarse en la cabecera de la laguna Bucalemu, la que termina prácticamente a orilla del mar.

5.2.2. Hidrogeología

A continuación, se procede a describir las características hidrogeológicas principales de las zonas específicas de estudio.

a) Zona de Litueche

El sector Litueche se enmarca en el área de la cuenca del estero El Rosario, compuesta por cuatro o cinco cauces perfectamente desarrollados. A pesar de ello, el relieve ondulado y la poca pendiente natural de ellos ha impedido desarrollos importantes de formaciones cuaternarias sedimentarias en los lechos de los esteros, de manera que los escasos rellenos de algún valor hidrogeológico son del tipo arenas medias a finas con algunas presencias de gravillas, aunque de un espesor que sólo ocasionalmente ha superado los 10 m de potencia.

El sector que podría aparecer como interesante para extracción de recursos de aguas subterráneas estaría entre las localidades desde Litueche y San Vicente de Pucalán, ya que en ese tramo los cauces están mejor desarrollados.

Lo anterior significa que los recursos subterráneos son en general escasos y que su limitada explotación debe provenir principalmente de captaciones subsuperficiales. No se tienen antecedentes de captaciones subterráneas profundas en este sector.

b) Zona de La Estrella

El sector que se ha denominado La Estrella corresponde a la cuenca del estero San Miguel que formada por los esteros Alonso de Morales y Mallermo, desagua al río Tinguiririca sobre su ribera izquierda.

Los cauces de estos esteros se desarrollan en medio del relieve típico de la Cordillera de la Costa entre colinas y cerros que originan sinuosidades en sus cursos y relativas bajas pendientes longitudinales, con lo cual el desarrollo de rellenos de importancia es limitado y el respaldo hidrogeológico bajo.

No obstante, lo anterior, el estero Alonso de Morales, entre las localidades de La Estrella y San Miguel de los Llanos, en un trecho de unos 10 Km, se presenta con una mayor pendiente, dando lugar a que las formaciones hidrogeológicas sean de cierto interés.

Se tienen antecedentes de un solo sondaje en el sector, con una profundidad de 48 m, el cual alcanzó un caudal máximo de explotación de 18 l/s.

c) Marchihue

En este sector, drenado por los esteros Trinidad y Las Cadenas, se presenta una configuración de los cauces muy particulares, que curiosamente ha beneficiado el desarrollo hidrogeológico de estas áreas.

En efecto, por encontrarse sobre la vertiente oriental de una Cordillera de la Costa de menor ancho que hacia el Norte y hacia el Sur, se genera un sector más bajo bastante menos irregular y muy amplio en el cual los cauces tienen direcciones variadas para confluir entre Marchihue, Población y Trinidad, dando origen a rellenos cuaternarios muy posiblemente abundantes en agua subterránea.

Si por otra parte se toma en consideración que el desnivel entre las cumbres más elevadas de la Cordillera de la Costa y este llano puede superar los 200 m en distancias no superiores a 10 a 15 Km, puede concluirse que los depósitos provenientes de arrastres desde esas alturas han permitido el desarrollo de rellenos de potencia apreciable.

En general, las profundidades de los sondajes existentes son cercanas a los 40 m, sin embargo, existen sectores donde se alcanzan profundidades de hasta 110 m. El caudal máximo explotado por los pozos del sector es de 38 l/s.

d) Nilahue - Cáhuil

Definida la cuenca de Nilahue - Cáhuil entre la desembocadura del estero Pumanque y Cáhuil mismo, es posible dividirla en dos tramos perfectamente identificables y diferentes. El primero corresponde a la zona alta hasta la localidad de Nilahue, y el segundo en todo el trayecto del estero serpenteante y estrecho hasta su desembocadura.

El primer tramo señalado es sin duda el de mayor interés hidrogeológico, ya que además de estar el valle conformado por rellenos cuaternarios de cierto interés hidrogeológico, se ubica inmediatamente aguas arriba del estrechamiento que presenta el estero, con lo cual se propician los afloramientos de aguas o, a lo menos, la existencia de una napa de aguas subterráneas superficial permanente.

Respecto al tramo inferior, los rellenos son escasos y únicamente en el sector de El Maqui y Rincón del Maqui es posible encontrar algunos recursos subterráneos que ya están siendo explotados para abastecimiento de agua potable, particularmente de la localidad de Pichilemu, mediante la extracción desde punteras.

Es así como en ese sector se han construido sondajes de hasta 146 m de profundidad con producciones que han alcanzado hasta 61 l/s. En el caso de las norias, la profundidad máxima encontrada es de 19 m con un caudal máximo de explotación de 15 l/s. Las punteras tienen una profundidad entre 5,5 y 6,0 m con un caudal máximo de 8 l/s.

Los datos disponibles a partir del catastro efectuado en el estudio de la Ref. 6, corresponden a puntos ubicados en las cercanías de los cauces, es decir, en zonas de relleno fluvial reciente y con la recarga del flujo superficial bastante próxima. Sin embargo, los valores de transmisibilidad son relativamente bajos (en general inferiores a 10 m²/día). Con transmisibilidades de esa magnitud para extraer un caudal de 20 l/s de un pozo habría que deprimir la napa en 20 m aproximadamente. Los valores de transmisibilidad son relativamente bajos (en general menores que 100 m²/día). Con transmisibilidades de esa magnitud, para extraer un caudal de 20 l/s de un pozo habría que deprimir el nivel freático en 20 m, aproximadamente.

En el estudio “Diagnóstico de Recursos Hídricos en Secano Interior y Costero VI a VIII Región, CNR 2003”, se estableció el potencial hidrogeológico en las cuencas de estudio, aplicando una metodología que proporciona una caracterización hidrogeológica global (incorporando una serie de variables a nivel de cada cuenca o subcuenca) a partir del cual se puede priorizar su importancia como eventual fuentes de recursos hídricos.

La metodología consiste en definir un indicador que dé cuenta de tres condiciones que son determinantes al momento de aprovechar recursos hídricos subterráneos, esto es:

- La recarga del acuífero
- Magnitud espacial del acuífero
- Propiedades intrínsecas del acuífero.

Para ello, se definieron y seleccionaron una serie de variables, las cuales permiten caracterizar los atributos antes mencionados. En la siguiente tabla se incluyen los resultados.

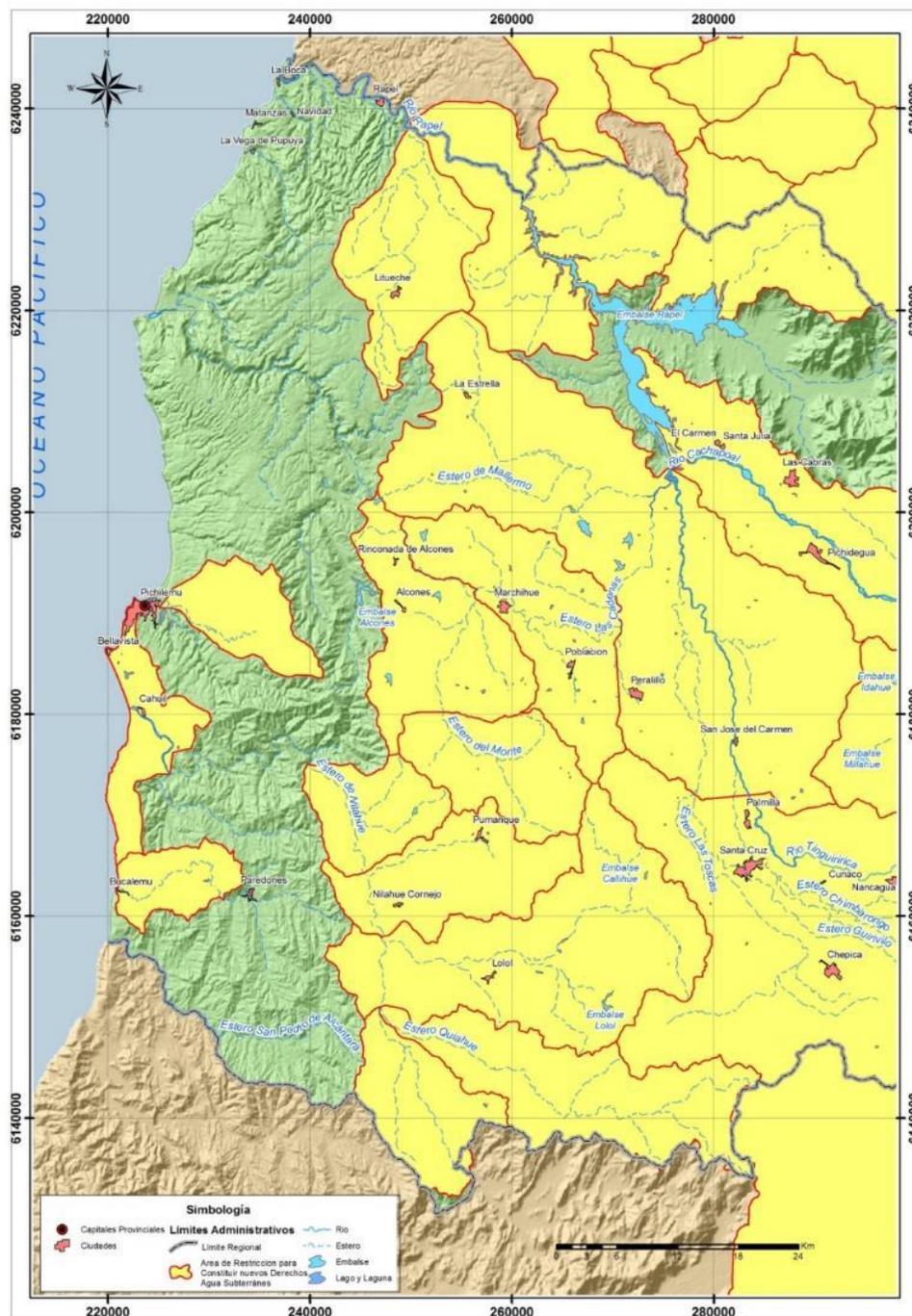
Tabla 5.2-2 Indicador Hidrogeológico Cuencas de Interés, VI Región

PARÁMETROS	FÍSICOS		HIDROLÓGICOS				HIDROGEOLÓGICOS			INDICADOR HÍDRICO			
	Area Cuenca Total	Area Cuenca Relleno Sedimentario	Precipitación Media	Evapotranspiración Media	Escorrentía Total Media	Recarga Potencial	Profundidad media del relleno (1)	Gasto Específico de captaciones (2)	Volumen Acuífero potencial	Recarga Potencial norm.	Gasto Específico norm	Volumen Acuífero potencial norm.	Indicador Hídrico Ihc
Cuenca	At	As	P	Evt	Es = P – Evt	Rp=As*Es	Prf	Ge	Va = Prf*As	Rp norm.	Ge norm	Va norm	Ihc
Nombre	Ha	Ha	[mm/año]	[mm/año]	[mm/año]	[l/s]	(m)	(l/s/m)	hm ³	()	()	()	()
Litueche	23438,46	1972,84	530,00	400,00	130,00	81,33	10,00	0,70	197,28	0,02	0,03	0,01	0,06
La Estrella	23740,97	7622,36	560,00	400,00	160,00	386,73	10,00	1,50	762,24	0,15	0,07	0,07	0,33
Marchihue	51249,46	5483,28	640,00	400,00	240,00	2414,43	40,00	1,70	2193,31	1,00	0,08	0,23	1,77
Nilahue-Cahuil	61216,66	18286,13	670,00	415,00	255,00	1478,62	50,00	0,70	9143,07	0,61	0,03	1,00	1,93

(1) Espesor medio en la zona definida como de mejores características hidrogeológicas.

(2) Estimados a partir de información existente de pozos para AP y APR

Es importante destacar que en la zona de estudio hay varios sectores que se encuentran con restricción para constituir nuevos derechos de agua subterránea, tal como se puede ver en la siguiente figura.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.2-1 Áreas con Restricción para Constituir nuevos Derechos de Aguas Subterráneas

5.2.3. Geomorfología

En la región donde se ubica la zona del estudio, se mantiene la típica división morfoestructural tripartita, común en gran parte del país: Cordillera de los Andes, Valle Central y Cordillera de la Costa. Dos pequeñas serranías transversales (Angostura de Paine y Cerros de Pelequén), correspondientes a prolongaciones hacia el oriente de la Cordillera de la Costa, interrumpen parcialmente la continuidad del Valle Central. De acuerdo con esto, a la Cordillera de la Costa se antepone una desmembrada cadena de cerros, cuyas prolongaciones orientales restan continuidad y superficie al Valle Central; dichos rasgos se englobarán en el término “Serranías Intermedias”. Atendida esta consideración, el territorio cercano a la zona de estudio comprende las siguientes unidades morfológicas: Borde Preandino, Valle Central, Serranías Intermedias y Cordillera de la Costa. Estas unidades se disponen en franjas paralelas de orientación aproximadamente norte-sur. El borde preandino incluye el flanco occidental de las primeras estribaciones de los Andes y compromete una continua cadena montañosa, con alturas medias entre los 1.700 y 2.000 m.s.n.m.; su continuidad está alterada por profundas incisiones provocadas por los valles de los ríos Cachapoal, Tinguiririca y Teno.

El Valle Central, por su parte, presenta una típica morfología llana, con pendiente decreciente hacia el oeste. Entre Graneros y Pelequén, se observa jalonado por numerosos y pequeños relieves acolinados, en forma de cerros islas, remanentes de acciones erosivas y depositacionales de tipo fluvio-aluvional. Estos rasgos morfológicos, a su vez, al imponer ciertas restricciones en el drenaje local, modifican los modelos normales de escurrimiento, de acuerdo con pendientes hacia el oeste.

Sólo al sur de San Fernando, el Valle Central gradualmente adquiere una amplia extensión territorial como unidad morfoestructural y con este carácter continúa hasta 800 km al sur (Puerto Montt), con sólo breves interrupciones locales en: Los Angeles, Temuco, Lastarria y Paillaco.

Las Serranías Intermedias corresponden a una desmembrada cadena de cerros que, en dirección al sur, pierden gradualmente altura. Así, al occidente de Rancagua, sus máximas alturas son del orden de los 2.100 m.s.n.m. (Cerros de Lo Miranda); en torno de Lolol, mientras tanto, alcanzan alturas de 990 m.s.n.m. (Cerro Los Robles). Las laderas son normalmente bastante escarpadas, cortadas por numerosas quebradas muy activas durante la estación pluvial. La morfología corresponde a la de un ciclo evolutivo en estado juvenil avanzado.

Las Serranías Intermedias gradan, insensiblemente hacia el occidente, a la Cordillera de la Costa. La transición responde a un cambio en el ambiente geológico, con predominio de rocas metamórficas y graníticas de edad paleozoica.

La Cordillera de la Costa corresponde a una continua cadena de cerros, de dirección norte-sur, paralela y antepuesta al margen litoral. Sus rasgos superficiales, unidos a la reducida altura (400-600 m.s.n.m. definen un modelado maduro, provisto de un perfil transversal asimétrico. El flanco occidental o litoral acusa mayor desgaste. La presencia, en el sector, de niveles sedimentarios marino-continentales contribuye a resaltar la morfología llana del borde litoral. Este adopta un desarrollo bastante regular, con sólo esporádicas salientes (riscos), propio de un margen emergente. La mayoría de los ríos que recorren la Cordillera de la Costa, junto con drenar al

Pacífico, responden a controles estructurales y, hacia sus cabeceras, adoptan típicas configuraciones dendriformes.

Geomorfológicamente la zona de estudio se dispone en el lado occidental de la Cordillera de la Costa, con sus cotas máximas en el límite este de la zona, tanto en el borde occidental del embalse Rapel, como en la cabecera de los afluentes del estero Nilahue. En general se observan bajas pendientes, variando entre 0,8% y 2,5%, presentándose las pendientes bajas en los valles y desembocaduras y las más altas en sectores montañosos colindantes con la línea de costa, en los que incluso no se alcanzan a presentar unidades de arenas ni dunas.

Gran parte del territorio abarcado en la zona de estudio se puede clasificar en dos unidades geomorfológicas: Llanos de Sedimentación Fluvial y Planicies Costeras Marinas.

Los Llanos de Sedimentación Fluvial son objeto de activa ocupación humana para fines agrícolas y ganaderos, esto se debe a que en la zona centro del país la eficacia de la humedad y el trabajo rítmico de los ríos favorecen el desarrollo de suelos aluviales.

La Planicie Costera se extiende al sur de la desembocadura del Río Aconcagua presentando variados aspectos, algunas veces se inscribe en el granito costero como terrazas de abrasión, constituyendo sistemas escalonados de hasta 4 niveles, esta es la situación de la desembocadura del estero Topocalma. En los casos del río Rapel y estero Nilahue, el sistema escalonado es reemplazado por una abrasión generalizada, con bolsones de sedimentación en la desembocadura del río.

El sustrato rocoso del sector costero está conformado por cuerpos intrusivos de composición ácida a intermedia, que afloran en toda el área y por estratos de la Formación Lo Valle, con desarrollo en la parte alta del sistema del Estero Nilahue. Sobre este sustrato se disponen las demás unidades, las que son relativamente nuevas, y a excepción de la Formación Navidad y La Cueva, de edad Terciario Superior, y la Formación Los Peumos del Pleistoceno, el resto de las unidades fueron y/o están siendo depositadas en el Cuaternario, y Como tal, no están consolidadas.

5.3. Clima

5.3.1. Metodología

El presente estudio corresponde a parte del estudio efectuado por el Ingeniero Agrónomo PhD. Fernando Santibáñez para el estudio, actualmente en ejecución, denominado “Diagnóstico para el Plan de Desarrollo Agrícola y Abastecimiento Hídrico en el Secano VI Región” ejecutado por la UTP MdeA Consultores Ltda – Aquaterra Ingenieros Ltda. para la Comisión Nacional de Riego.

La evaluación de las condiciones climáticas se realizó con un sistema de modelación topoclimática numérica, que considera el efecto que tiene el relieve, la distancia al litoral, la elevación y la existencia de singularidades mesoclimáticas locales (efectos de biombo, canalización provocada por el valle, drenaje nocturno de aire), que contribuyen a definir la

conducta del clima superficial. Esta detallada caracterización climática, que busca aportar todos los elementos necesarios para una evaluación de las condiciones de producción que encontrarán diferentes proyectos de desarrollo agrícola de la región, permitirá realizar un completo análisis de las ventajas productivas y riesgos que encontrarán las especies frutales en las distintas secciones de la zona. Para esto último, se empleará un sistema que analiza el comportamiento de las variables en distintos momentos del ciclo de las especies, de modo de establecer el grado en que los requerimientos de cada una de ellas son satisfechos por el clima local.

La modelación de las variables climáticas se hizo en función de los factores que más influyen en el comportamiento espacio temporal de estas: latitud, altitud, distancia al mar, factores topográficos locales. La información climática histórica de estaciones de tierra corresponde al período 1980-2015.

Para construir la línea base climática se compiló la información de estaciones meteorológicas de distintas fuentes (Dirección Meteorológica de Chile, Dirección General de Aguas, Red Agroclimática Nacional RAN, y otras fuentes públicas y privadas disponibles), para el período climatológico comprendido entre 1980-2015. Dependiendo de la naturaleza de la estación meteorológica se contó con observaciones de: temperatura, precipitación, humedad relativa y/o radiación solar. En total se utilizaron 54 estaciones para hacer la modelación.

En la zona de estudio existen 30 estaciones meteorológicas con registro de temperaturas, sin embargo, algunas de ellas no cuentan con un registro de años lo suficientemente largo y en otros casos existen zonas con baja densidad de estaciones. Para poder modelar el régimen térmico a micro escala, representando los gradientes en laderas de cerros, se requiere mayor información para construir una cartografía de alta resolución espacial. Existen algunos principios termodinámicos que permiten modelar la temperatura en zonas de altura. El gradiente vertical de enfriamiento del aire tiende a valores cercanos a 0.6°C por cada 100 metros. Este valor puede considerarse el gradiente térmico normal en las capas más bajas de la tropósfera.

Sin embargo, este valor puede variar localmente dependiendo los “drivers climáticos” presentes en cada zona, tales como surgencias marinas, cuerpos de agua, relieve, latitud y otras singularidades geográficas. Una anomalía que modifica el valor del gradiente térmico vertical se produce durante los períodos de inversiones térmicas, cuando la temperatura del aire en vez de descender aumenta con la altitud. Las imágenes térmicas permiten conocer las temperaturas superficies y a través de estas imágenes es posible obtener detalles que los algoritmos de interpolación espacial no son capaces de representar, como islas térmicas de concentración de masas de aire frío, efecto Foehn o sombras de lluvia (contraste climático entre laderas oriente y poniente), dinámica de las corrientes catabáticas nocturnas que acumulan aire frío en las partes bajas del relieve, efecto atemperador de los cuerpos de agua sobre los bordes, capa límite del océano sobre el litoral y otras singularidades.

Se utilizaron imágenes satelitales para refinar la cartografía agroclimática. A partir de la información proveniente de estas imágenes térmicas (NOAA- AVHRR) y de un modelo digital de elevación se generaron estaciones virtuales. Combinando estos dos elementos podemos determinar cada zona los diferentes gradientes verticales de temperaturas máximas y mínimas.

Posteriormente se modeló el régimen térmico y de precipitación con resolución de 1 km para el período 1980 y 2015, a través de regresiones múltiples no lineales que consideran como variables explicativas la elevación, la latitud y la distancia al mar de cada estación. Una vez obtenido el modelo para cada variable, este se calibró con estaciones reales de tierra de modo de dimensionar su grado de bondad.

5.3.2. Variables climáticas descritas en el estudio

A continuación, se indica brevemente el significado e interpretación de las variables agroclimáticas incluidas en el presente estudio.

- T.MAX: Temperatura máxima media del mes. Es el promedio mensual de las temperaturas máximas diarias.
- T.MIN: Temperatura mínima media del mes. Es el promedio mensual de las temperaturas mínimas diarias.
- T.MED: Temperatura media del mes.
- SUMA T: Días-grado mensuales o temperaturas efectivas ($T > 10^{\circ}\text{C}$). Constituye un índice de disponibilidad de calor para el normal desarrollo y maduración de las especies vegetales. La mayor precocidad se obtendrá en los lugares con la mayor suma de temperaturas efectivas.
- DG.ACUM: Días-grado acumulados a partir del 1 de septiembre.
- D-CÁLIDOS: Número de días cálidos por mes (días en que la temperatura máxima supera 25°C).
- HRS.FRIO: Horas de frío mensuales. Horas mensuales en que la temperatura permanece por debajo de 7°C , lo que corresponde al umbral de frío requerido por especies de hoja caduca para romper en forma satisfactoria el receso invernal.
- H.FRES: Horas de frescor (horas con temperaturas menores a 10°C)
- R. SOLAR: Radiación solar mensual. Promedio mensual de la radiación solar diaria expresada en cal/cm^2 día.
- H. RELAT.: Humedad relativa media mensual.
- PRECIPIT: Precipitación media mensual.
- ETP : Evapotranspiración potencial mensual.
- DEF.HIDR.: Déficit hídrico mensual. Corresponde a los valores positivos de la diferencia ETP-PRECIPIT. Da una idea de los requerimientos máximos de riego dentro del mes.
- EXC. HIDR.: Excedente hídrico mensual. Corresponde a los valores negativos de la diferencia ETP-PRECIPIT. Da una estimación de las pérdidas conjuntas de agua por percolación profunda y escurrimiento superficial.
- IND.HUMED: Índice de humedad. Cuociente entre la precipitación y la evapotranspiración potencial. Valores superiores a 1 indican que la precipitación está en exceso con respecto a la evapotranspiración. Valores menores que 0.5 indican que un mes es seco, siendo necesario el riego.
- HELADAS: Número promedio de heladas por mes (Temperatura mínima menor que 0°C).

5.3.3. Cartas del comportamiento del clima en la zona

Se presentan algunas cartas correspondientes a la temperatura máxima del mes más cálido, mínima del mes más frío y la precipitación. El documento definitivo contendrá varias otras variables, las que están en preparación.

La primera carta corresponde a la sectorización climática de la zona. Se identificaron 32 sectores diferenciados climáticamente, los que se diferencian por sus grados de continentalidad, grado de regulación marítima y elevación. Dentro de ellos se distinguen 3 macro zonas climáticas:

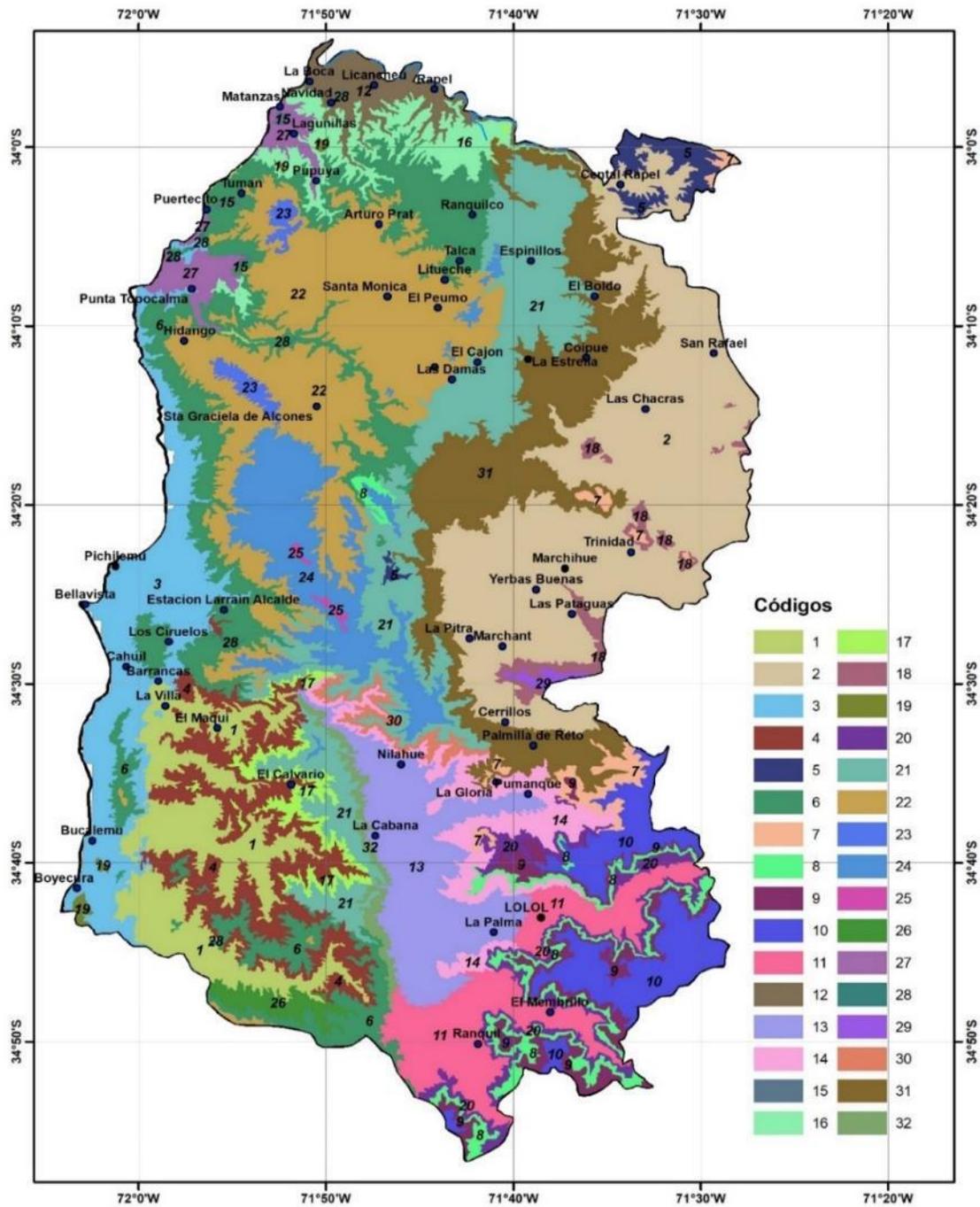
Sector 1. Área más occidental, la que recibe la mayor influencia costera, distritos 3, 12, 15, 19, 26, 27 y 28.

Sector 3. Área de transición entre las áreas más costeras e interiores 1, 4, 6, 13, 16, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 28, 30 y 32.

Sector 5. Sección interior, con baja influencia costera y más rasgos continentales 2, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 18, 20, 29 y 31.

Se debe señalar que el estudio Diagnóstico para el Plan de Desarrollo Agrícola y Abastecimiento Hídrico en el Secano VI Región incluyó la provincia completa de Cardenal Caro más las comunas de Pumanque y Lolol, las cuales no son parte del presente estudio, razón por la cual, de los 32 distritos generados, 23 son válidos para la provincia de Cardenal Caro.

Los distritos descartados para el presente estudio son los números 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 20 y 32.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 5.3-1 Distritos Agroclimáticos

La descripción de los 32 distritos agroclimáticos se presenta en el Anexo 5.3-1.

5.3.4. Evaluación adaptabilidad de especies frutales

La aptitud agroclimática de especies frutales se determina mediante el desarrollo de índices de riesgos agroclimáticos que expresan el potencial productivo de estas especies. Los índices proporcionan información sobre el grado de cumplimiento de las exigencias bioclimáticas de las diferentes especies frutales en un sitio. El índice de riesgo se calcula en base a una serie de variables que afectan al desarrollo y productividad de una especie durante las distintas fases fenológicas. Un riesgo será más alto en la medida de que más se aparte la conducta de una variable climática del intervalo exigido por una especie.

Cuando se produce un desfase en una variable climática y las exigencias de la especie, los efectos pueden seguir diversos conductos, pero finalmente se propagan hasta la productividad y la calidad de los frutos, incidiendo sobre el éxito productivo de la especie en dicha condición climática. Será por lo tanto más riesgoso, colocar una especie donde el número y dimensión de los desfases sean mayores.

El primer evento que genera riesgo es el grado de satisfacción de los requerimientos de frío invernales. Una deficiencia de frío afectará la cuaja, el vigor y a la calidad de los frutos. La incidencia de heladas en floración y cuaja puede afectar fuertemente al número de frutos que sobreviven, las temperaturas mínimas y máximas durante la floración puede alterar grandemente el éxito de la fecundación, las temperaturas durante el crecimiento y la maduración de los frutos son fuertemente incidentes en el calibre y calidad de los frutos, las precipitaciones en floración y cosecha determinan importantes aspectos sanitarios que afectan a la calidad de los frutos. Las altas temperaturas en maduración reducen la capacidad de los frutos de mantener su calidad durante el viaje a los mercados de destino.

Las variables bioclimáticas consideradas para la estimación del índice son las siguientes:

- Número de heladas en el ciclo
- Número de heladas en floración
- Temperatura máxima en flor y cuaja
- Temperatura mínima en flor y cuaja
- Precipitación en flor
- Número de días con temperatura máxima sobre 25°C
- Número de días con temperatura máxima sobre 20°C
- Temperatura máxima en madurez
- Temperatura mínima en madurez
- Días cálidos a la madurez
- Precipitación a la cosecha
- Radiación solar a la madurez
- Índice de frío invernal

Para cada una de estas variables se define un valor o rango óptimo para cada especie en diferentes fases fenológicas.

Los riesgos se expresan en una escala de -3 a +3, donde: -3 es fuertemente deficiente, -2 es deficiente, -1 es levemente deficiente, 0 indica ausencia de riesgo, +1 es levemente excedentario, +2 es moderadamente excedentario y +3 es fuertemente excedentario. El índice integrado de riesgo corresponde a la suma de los valores absolutos de todos los riesgos, de modo que mientras mayor sea su valor, más riesgosa se hace la producción de una especie. Por lo general, los valores inferiores a 8 ya indican algún grado de aptitud para producciones comerciales de una especie. Las zonas más óptimas se sitúan por debajo de 5.

En el Anexo 5.3-2 se muestran ejemplos del cálculo de cada índice de riesgo agroclimático por especie.

5.4. Situación Político – Administrativa, Infraestructura de Riego, Situación Institucional

5.4.1. Situación Político Administrativa

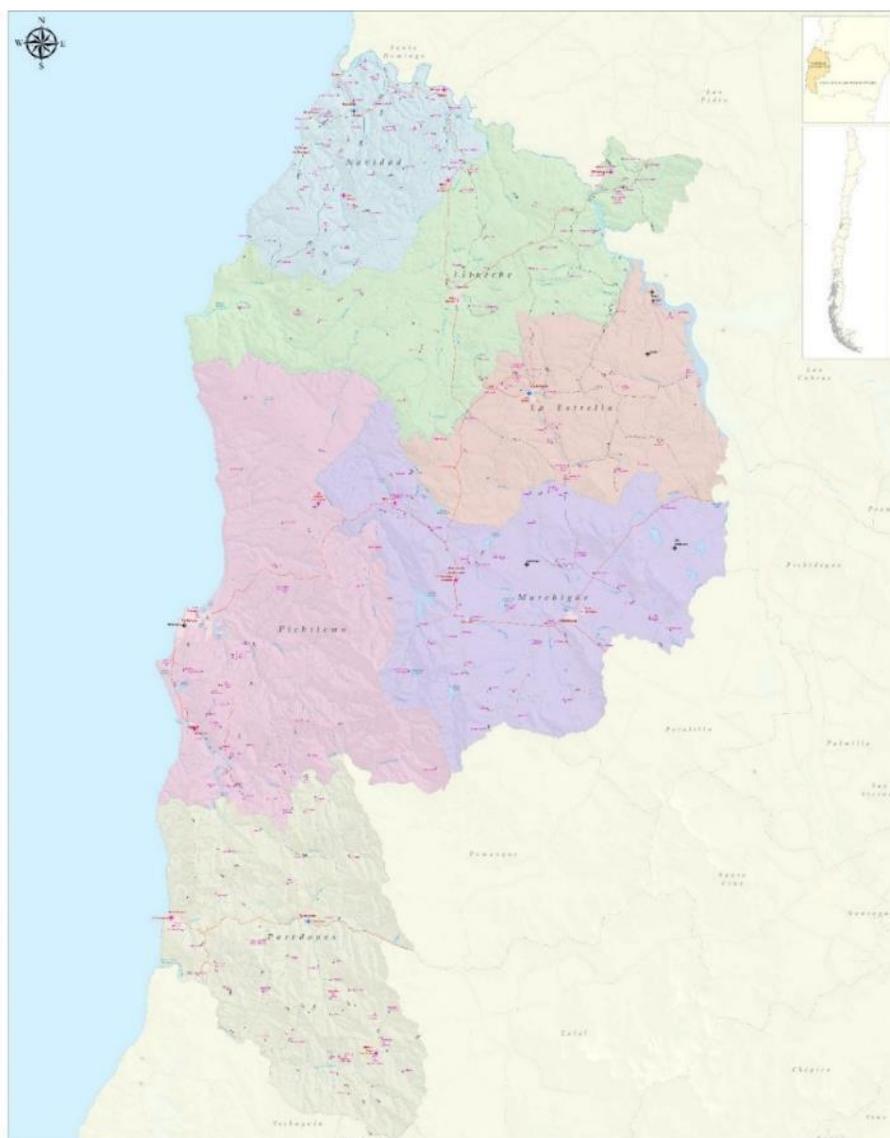
La VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins tiene una superficie de 16.365 Km² (2,3 % de Chile Continental), y se ubica aproximadamente entre los 34° 00' y 34° 45' de Latitud Sur y entre los 70° 15' y 72° 00' de Longitud Oeste.

La VI Región del Libertador General Bernardo O'Higgins, cuya capital es la ciudad de Rancagua, está constituida por las provincias y comunas que a continuación se incluyen en la siguiente tabla; en color se han marcado las comunas de interés para el presente estudio (comunas donde estarán insertos los posibles beneficiarios).

Tabla 5.4-1 División Política Administrativa

PROVINCIA	CAPITAL PROVINCIAL	COMUNA	CAPITAL COMUNAL
Cachapoal	Rancagua	Rancagua	Rancagua
		Machalí	Machalí
		Graneros	Graneros
		Codegua	Codegua
		Mostazal	San Fco. de Mostazal
		Requinoa	Requinoa
		Olivar	Olivar Alto
		Rengo	Rengo
		Qta. de Tilcoco	Qta de Tilcoco
		Malloa	Malloa
		San Vicente	San V. Tagua Tagua
		Doñihue	Doñihue
		Coinco	Coinco
		Coltauco	Coltauco
		Pichidegua	Pichidegua
		Peumo	Peumo
		Las Cabras	Las Cabras
Colchagua	San Fernando	San Fernando	San Fernando
		Chimbarongo	Chimbarongo
		Nancagua	Nancagua
		Placilla	Placilla
		Chépica	Chépica
		Santa Cruz	Santa Cruz
		Palmilla	Palmilla
		Lolol	Lolol
		Pumanque	Pumanque
		Peralillo	Peralillo
Card. Caro	Pichilemu	Pichilemu	Pichilemu
		Paredones	Paredones
		Marchihue	Marchihue
		Litueche	Litueche
		La Estrella	La Estrella
		Navidad	Navidad

Fuente: Ministerio del Interior



Fuente: Biblioteca del Congreso Nacional
Figura 5.4-1 Comunas Área de Estudio

Administrativamente, la Región es gobernada por un Intendente junto a un Consejo Regional (Gore), formado por 16 consejeros de los cuales 10 representan a las comunas de la provincia de Cachapoal, 4 a las comunas de la provincia de Colchagua y sólo 2 consejeros representan a la provincia de Cardenal Caro.

La Región cuenta con una completa red de carreteras y caminos que conecta a todos los poblados de la región y con otras regiones. En las capitales provinciales se ubican las principales oficinas de instituciones públicas como Gobernaciones, centros de salud, Registro Civil, etc. La economía regional es muy diversificada destacando la minería (Mina El Teniente de Codelco), la Agricultura y Agroindustria, la Industria y el comercio. El PIB regional llega a 4.180.116 millones

de pesos (CLP), siendo el PIB per cápita del orden de los USD 14.393, algo inferior al promedio nacional.

5.4.2. Infraestructura de Riego

5.4.2.1. Pozos

Se recopiló información de derechos de aguas subterránea, solicitando dicha información desde la página web de la Dirección General de Aguas del MOP (Atención Ciudadana).

Una gran mayoría de estos derechos de aprovechamiento de aguas subterráneas son por caudales relativamente pequeños, cercanos a 1 l/s, y menores a 5 l/s. En efecto, de un total de 5.169 derechos de aguas subterráneas constituidos, 1.324 derechos poseen caudales igual o más de 5 l/s.

El número de captaciones con derechos de aguas subterráneas constituidas en el área de interés se incluye en la siguiente tabla.

Tabla 5.4-2 Cantidad de Derechos de Aguas Subterráneas Constituidos

Uso del Agua	Total
Otros Usos	42
Riego	1.264
Sin Información de Uso	3.784
Bebida/Usos Domésticos/Saneamiento	77
Uso Industrial	2
Total	5.169

Fuente: Elaboración propia.

Las captaciones con derechos de agua con caudales cercanos a 1 l/s, son principalmente norias.

5.4.2.2. Grandes Embalses

- Embalse Rapel

La idea de aprovechar las aguas del río Rapel nació en la Dirección de Riego (hoy DOH) del Ministerio de Obras Públicas (MOP) en 1942, con el fin de almacenar los caudales de esa extensa cuenca. Sin embargo, Endesa hizo suyo el proyecto en 1956 y lo modificó para dar vida a una gran central generadora, que proporcionara una fuerte potencia eléctrica a la densa zona central del país. La obra difería de la proyectada por el MOP respecto del volumen ocupado por el dique, que inicialmente inundaba 27 mil hectáreas de terreno. Hubo que reducir la superficie a 8 mil hectáreas, ante el temor de provocar una disminución acentuada en la producción agrícola local.

El 5 de febrero de 1968, exactamente a las 11 de la mañana, comenzó a llenarse la represa de la central Rapel, la cual fue inaugurada el 21 de junio de ese mismo año, convirtiéndose así en la primera gran central hidroeléctrica construida en el país.

Como resultado, la planta fue emplazada en la comuna de Litueche, Región del Libertador General Bernardo O'Higgins. Se ubica a 120 km al suroeste de Santiago, 60 km al Sur de Melipilla y a 40 km de la desembocadura del río Rapel, sobre cuyo cauce está construida.

Rapel es una central hidroeléctrica tipo embalse, con capacidad para regular la generación de energía eléctrica de acuerdo a la cantidad de agua. El embalse es alimentado por los ríos Cachapoal y Tinguiririca, y posee un volumen total de 696 millones m³.

La estructura que permite la formación de este dique es un muro de presa de hormigón en arco (fue la primera central en Chile en construirse con esta técnica), con una casa de máquinas adosada al pie del malecón.

El muro de presa es una bóveda que tiene un radio de curvatura de 174 metros en el coronamiento y 350 metros de longitud. El nivel del embalse fluctúa entre una cota mínima de 97 metros sobre el nivel de mar (msnm) y una cota máxima de 105 msnm, y su potencia instalada es de 377 MW, con una generación de energía media anual de 950 GWh, la cual es entregada al Sistema Interconectado Central (SIC). Tiene una capacidad de vertimiento de 10.000 m³/s a través de 5 compuertas. A continuación, se presentan algunas imágenes del muro del embalse Rapel.



Figura 5.4-2 Muro del Embalse Rapel en Construcción (Sep. 1965)



Figura 5.4-3 Muro del Embalse Rapel en la Actualidad

- **Embalse Convento Viejo**

El embalse Convento Viejo, ha tenido varias modificaciones hasta llegar a su actual diseño. En efecto, a mediados del siglo pasado, en 1945, se consideró la posibilidad de construir un embalse en el valle de Nilahue. También se intentó buscar una forma para apresar las aguas del Tinguiririca, pero ninguno de estos proyectos se llevó a cabo, fundamentalmente por falta de financiamiento.

En 1967 surgió la idea de represar el estero Chimbarongo en la angostura que se formaba cerca del pueblo Convento Viejo, lo que permitiría alimentar el nuevo embalse con aguas del canal Teno – Chimbarongo, y los recursos del estero Chimbarongo.

En 1969 se preparó un primer estudio para el riego de la provincia de Colchagua, el que incluía la construcción de un embalse con capacidad de 500 millones de metros cúbicos. Parte de este muro se terminó entre 1970 y 1975. Sin embargo, el proyecto quedó nuevamente sin recursos para continuar su desarrollo.

En 1993, se terminó la construcción del embalse Convento Viejo Etapa I, incluyendo una obra evacuadora de crecidas pluviales. Hasta el año 2000, se realizaron estudios para evaluar las formas de regar la provincia, pero el diseño que se llevó a cabo el 2002 fue de menor envergadura que lo proyectado por los especialistas.

El año 2003 se iniciaron los estudios para elevar a 237 millones de metros cúbicos la capacidad de embalse, ampliando la zona de riego. Su ejecución comienza el año 2004 con el llamado a licitación y se adjudica la propuesta la Sociedad Concesionaria Embalse Convento Viejo, que lo llevó finalmente a cabo, concretando esta antigua aspiración de la provincia.

El nuevo embalse acumula las aguas del estero Chimbarongo y del canal Teno – Chimbarongo, con el propósito de regular sus caudales, entregando una mayor capacidad y estabilidad de riego. Aumenta la disponibilidad de agua en la zona actualmente regada del valle de Chimbarongo y permite incorporar a riego los valles de Lolol, Nilahue y Pumanque.

La construcción del embalse Convento Viejo Etapa II permite un mejoramiento y una transformación de la agricultura existente en la provincia de Colchagua.

Durante los años 2006 y 2007 se ejecutó la mayor parte de las obras la ampliación del embalse Convento Viejo incrementando su capacidad hasta 237 millones de metros cúbicos.

La presa principal consiste en un muro de tierra zonificada, con un núcleo impermeable de arcilla de 32 m de altura y 675 m de longitud de coronamiento, mientras que la presa auxiliar es de hormigón convencional tiene 23 m de altura y 187 m de longitud de coronamiento.

Las aguas acumuladas del embalse son descargas al estero Chimbarongo, para ser captadas pocas aguas abajo del muro por la bocatoma Uva Blanca, dando inicio al canal matriz Nilahue I. En puntos más adelante se incluye una descripción más acabada del sistema de canales que conforma el embalse Convento Viejo.

A continuación, se muestran algunas imágenes del embalse.



Figura 5.4-4 Vista General del Embalse Convento Viejo



Figura 5.4-5 Vista Muros Embalse Convento Viejo



Figura 5.4-6 Muro Auxiliar de Hormigón



Figura 5.4-7 Muro Principal

➤ Tranques

Para efectos de hacer un levantamiento de los tranques que hay en el área de estudio, se ha recurrido a los siguientes 3 estudios:

- a) Catastro e Inspección Preliminar de Embalses en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins, Arrau Ingeniería, DGA, MOP, 2009
- b) Catastro e Inspección Preliminar de Embalses Mayores. Tercera Etapa, Sexta y Séptima Región, Figueiredo y Ferraz, DGA, 1996
- c) Catastros e Inspección Preliminar de Embalses en la Región del Libertador Bernardo O'Higgins efectuados por varias oficinas (Arrau, Aquaterra, Arcadis y Conic).

En la siguiente tabla se incluye un resumen de la información de tranques recopilada, ubicados en la provincia de Cardenal Caro.

Tabla 5.4-3 Trancques en Área de Estudio

ID	Nombre	Provincia	Comuna	Coord SIRGAS Norte (m)	Coord SIRGAS Este (m)	Cota Centro Muro (msnm)	Longitud Coronamiento (m)	Altura Muro (m)	Volumen (m ³)	Propietario	Año Construcción	Fuente del Recurso	Uso
1	San Vicente	Cardenal Caro	Litueche	6.224.151	246.263	229	104	9,0	171.000	Eduardo Doberti Quic	1990	Estero El Rosario	Riego
2	Cocauquén o Paillimo I	Cardenal Caro	Marchihue	6.202.442	241.686	225	340	14	1.000.000	Bien Común	1890	Estero Cocauquén	Riego
3	Piedras Blancas o Paillimo II	Cardenal Caro	Marchihue	6.202.292	245.859	202	200	4	796.000	Bien Común	1860	Estero Piedras Blancas	Riego
4	La Rosa	Cardenal Caro	Marchihue	6.196.899	246.563	211	170	14,8	634.000	Soc. Minera y Forestal San Enrique Ltda.	1970	Quebrada La Rosa	Riego
5	Alcones (El Sauce)	Cardenal Caro	Marchihue	6.191.839	246.460	226	450	27,2	7.343.000	Comunidad de Aguas Tranque El Sauce	1920	Estero Las Cadenas	Riego
6	Mallermo	Cardenal Caro	Marchihue	6.197.160	251.383	190	489	9,6	1.103.000	Soc. Agr. Mallermo	1920	Quebrada Curamahue	Riego
7	Aguadilla	Cardenal Caro	Marchihue	6.196.467	255.791	156	132	11,8	164.000	Viña Montes S.A.	1960	Estero Chequen	Riego
8	Los Maitenes M1	Cardenal Caro	Marchihue	6.197.085	263.499	169	238			Paulina Lira San fuentes		Estero Trinidad	Riego/Recreación
9	Los Maitenes M2	Cardenal Caro	Marchihue	6.196.928	263.510	170	147	8,5	112.000	Paulina Lira San fuentes		Estero Trinidad	Riego/Recreación
10	Los Maitenes M3	Cardenal Caro	Marchihue	6.196.911	263.510	165	201			Paulina Lira San fuentes		Estero Trinidad	Riego/Recreación
11	San Guillermo (Santa Marta)	Cardenal Caro	Marchihue	6.194.250	259.764	143	95	5,4	26.000	Soc. Agr., Ganad. y For. Las Cruces Ltda.		Estero Chequen	Riego
12	Porotal de Alcones	Cardenal Caro	Marchihue	6.192.137	252.772	140	238	2,1	179.000	Agrícola Alcones Ltda.		Quebrada Porotal	Riego/Control de Crecidas
13	Yerbas Buenas M1 (Santa Julia)	Cardenal Caro	Marchihue	6.188.470	254.996	140	413	7,8	723.000	Agrícola Alcones	2001	Quebrada Las Pataguas	Riego
14	Yerbas Buenas M2 (Santa Julia)	Cardenal Caro	Marchihue	6.187.937	253.479	141	754			Agrícola Alcones Ltda.	2001	Quebrada Las Pataguas	Riego
15	Carrizal	Cardenal Caro	Marchihue	6.183.922	247.530	198	378	15	1.405.000	Sociedad Agrícola Carrizal S.A.		Quebrada El Durazno	Riego
16	Piuchén	Cardenal Caro	Marchihue	6.183.235	259.332	165	230	6	35.000	Sucesión José Ravello	1939	Estero Grande de Piuchén	Riego
17	La Esperanza	Cardenal Caro	Marchihue	6.200.007	266.241	144	250	19,7	974.000	Soc. Agr., Ganad. y For. Las Cruces Ltda.	1986	Estero La Esperanza	Riego
18	Tierruca	Cardenal Caro	Marchihue	6.199.172	266.942	122	822	7	2.079.000	Soc. Agr., Ganad. y For. Las Cruces Ltda.	1992	Estero La Esperanza	Riego
19	Guido Soto M1	Cardenal Caro	Marchihue	6.182.213	257.372	171	322			Guido Soto Diaz	1980	Quebrada Peumo	Riego
20	Guido Soto M2	Cardenal Caro	Marchihue	6.182.397	257.311	174	170	10,1	239.000	Guido Soto Diaz	1980	Quebrada Peumo	Riego
21	Guido Soto M3	Cardenal Caro	Marchihue	6.182.397	257.311	174	381			Guido Soto Diaz	1981	Quebrada Peumo	Riego
22	Los Novios	Cardenal Caro	Pichilemu	6.210.881	229.965	349	210	5,4	94.000	Corporación Nacional Forestal		Quebrada Sin Nombre	Otros Usos
23	Alto Colorado	Cardenal Caro	Pichilemu	6.198.892	235.339	454	187	14	107.000	Forestal Nilahue S.A.	1933	Quebrada Sin Nombre	Acopio de agua
24	Pañilonco	Cardenal Caro	Pichilemu	6.203.769	231.006	251	135	7,4	165.000	Gafonac S.A.		Quebrada El Huañil	Riego
25	Lolol	Colchagua	Lolol	6.151.651	268.929	555	196	29,5	7.500.000	Sucesión Mujica Valenzuela	1929-1938	Quebrada Fortaleza	Riego
26	Culenco	Colchagua	Lolol	6.146.761	253.163	88	390	2,5	91.000	Soc. Agríc. Sta Teresa de Culenco	1955	Quebrada Culenco	Riego
27	Pataguilla	Colchagua	Lolol	6.141.301	257.202	315	202	19,2	555.000	Margarita Oñat Lucksic		Quebrada El Molino	Riego
28	Los Negros	Colchagua	Lolol	6.137.604	252.592	103	430	11	167.000	Agrícola y Forestal Nilahue		Quebrada El Bolsón	Riego
29	Nilahue	Colchagua	Pumanque	6.170.076	250.295	115	436	11,8	857.000	Pablo Barahona Urzua		Estero Las Cadenas	Riego
30	El Cardonal	Colchagua	Pumanque	6.165.269	247.709	84	134	9,5	65.000	Viña Santa Rita		Quebrada Cardonal	Riego
31	Lagunillas	Colchagua	Pumanque	6.168.230	257.507	116	225	6	93.000	Eduardo Saa	1985	Estero Pumanque	Riego
32	La Gloria (La Cruz)	Colchagua	Pumanque	6.167.985	256.132	107	249	5,7	45.000	Maria Rita González	1977	Quebrada La Gloria	Riego
33	Queseria	Colchagua	Pumanque	6.185.224	244.283	269	160	13,6	147.000	Guillermo Forster		Quebrada Sin Nombre	Riego
34	(*)	Cardenal Caro	Navidad	6.241.450	242.636				9	Asoc. Canal Licanchu		Río Rapel	
35	(*)	Cardenal Caro	Litueche	6.232.511	253.542				210	NN-1			
36	(*)	Cardenal Caro	Litueche	6.234.432	255.100				5	NN-2			
37	(*)	Cardenal Caro	Litueche	6.233.560	252.624				34	NN-3			
38	(*)	Cardenal Caro	Litueche	6.233.310	250.491				21	NN-4			
39	(*)	Cardenal Caro	La Estrella	6.209.389	255.518				75	NN-5			
40	(*)	Cardenal Caro	La Estrella	6.210.008	255.661				27	NN-6			
41	(*)	Cardenal Caro	La Estrella	6.209.601	252.877				320	NN-7			
42	(*)	Cardenal Caro	La Estrella	6.210.928	251.564				60	NN-8			
43	(*)	Cardenal Caro	La Estrella	6.209.681	250.867				29	NN-9			
44	(*)	Cardenal Caro	La Estrella	6.210.921	250.019				79	NN-10			
45	El Peral 1	Colchagua	Lolol	6.156.627	264.577	111	1035	5,6	260.000	Viña Santa Cruz			Riego
46	El Peral 2	Colchagua	Lolol	6.155.996	264.957	115	430	4	25.000	Viña Santa Cruz			Recreación/Turismo
47	El Peral 3	Colchagua	Lolol	6.156.119	265.493	125	393	5	18.000	Viña Santa Cruz			Riego
48	La Trinidad	Cardenal Caro	Marchihue	6.192.119	267.001	124	250	5	190.000	Agrícola MARBIL Ltda.			Riego
49	El Ancho	Cardenal Caro	Pichilemu	6.189.420	226.377	7	385	6		Agrícola Santa Magdalena S.A.			Riego
50	El Retazo	Cardenal Caro	Marchihue	6.202.190	295.924	181	212	7	275.000	Agropecuaria Lomas de Viluco Ltda.	1950		Riego

(*) Información obtenida del estudio Plan de Gestión del Cachapal

➤ **Canales**

En la siguiente tabla se incluyen los canales que fueron catastrados en gabinete.

Tabla 5.4-4 Canales Área de Estudio

ID	Nombre Canal	Comuna	Coordenadas		Longitud	Ha Regadas	Fuente	Organización
			Norte (m)	Este				
C1	ASOC CANALISTAS	NAVIDAD	6.241.445	242.754	0,29		Río Rapel	Asoc. de Canal. de Licancheu
C2	D EL GUINDO	NAVIDAD	6.241.473	242.650	4,17	13,50	Río Rapel	Asoc. de Canal. de Licancheu
C3	SD CULENAR	NAVIDAD	6.241.753	241.292	2,96	24,30	Río Rapel	Asoc. de Canal. de Licancheu
C4	D LA BOCA	NAVIDAD	6.241.447	242.499	3,80	47,10	Río Rapel	Asoc. de Canal. de Licancheu
C5	SD EL ESTERO	NAVIDAD	6.241.969	241.782	1,67	51,80	Río Rapel	Asoc. de Canal. de Licancheu
C6	D LA CUESTA	NAVIDAD	6.241.454	242.594	2,51	7,00	Río Rapel	Asoc. de Canal. de Licancheu
C7	SD PATAGUILLA	NAVIDAD	6.241.324	242.624	3,70	57,00	Río Rapel	Asoc. de Canal. de Licancheu
C8	ASOC CANALISTAS RAPEL	NAVIDAD	6.239.674	247.976	0,12		Río Rapel	Asoc. de Canal. de Reg. Mec. del
C9	D DEL BAJO RAPEL	NAVIDAD	6.239.735	247.872	2,43	15,53	Río Rapel	Asoc. de Canal. de Reg. Mec. del
C10	SD EL PUEBLO	NAVIDAD	6.240.338	247.299	2,00	8,03	Río Rapel	Asoc. de Canal. de Reg. Mec. del
C11	SD PIUCHEN BAJO	NAVIDAD	6.240.338	247.299	1,25	4,09	Río Rapel	Asoc. de Canal. de Reg. Mec. del
C12	D DEL ALTO RAPEL	NAVIDAD	6.239.735	247.872	5,95	78,52	Río Rapel	Asoc. de Canal. de Reg. Mec. del
C13	SD PIUCHEN ALTO	NAVIDAD	6.240.042	247.321	1,11	17,59	Río Rapel	Asoc. de Canal. de Reg. Mec. del
C14	BOMBA 1 EST RAPEL	NAVIDAD	6.238.635	247.607	0,08	2,00	Estero Rapel	Sin organización
C15	BOMBA 2 EST RAPEL	NAVIDAD	6.238.846	247.760	0,09	1,00	Estero Rapel	Sin organización
C16	BOMBA 3 EST RAPEL	NAVIDAD	6.238.920	247.785	0,07	0,50	Estero Rapel	Sin organización
C17	BOMBA 4 EST RAPEL	NAVIDAD	6.240.468	246.626	0,19	0,60	Estero Rapel	Sin organización
C18	BOMBA 5 EST RAPEL	NAVIDAD	6.240.725	246.451	0,12	1,00	Estero Rapel	Sin organización
C19	BOMBA 6 EST RAPEL	NAVIDAD	6.240.778	246.393	0,11	1,00	Estero Rapel	Sin organización
C20	BOMBA 1 EST RISCO	NAVIDAD	6.236.946	247.463	0,07	0,20	Estero Risco Colorado	Sin organización
C21	BOMBA 2 EST RISCO	NAVIDAD	6.237.846	247.543	0,11	0,20	Estero Risco Colorado	Sin organización
C22	BOMBA 3 EST RISCO	NAVIDAD	6.238.098	247.595	0,11	0,20	Estero Risco Colorado	Sin organización
C23	LOS PANGUIS UNO	NAVIDAD	6.235.610	247.256	0,12	0,10	Estero Risco Colorado	Sin organización
C24	LOS PANGUIS DOS	NAVIDAD	6.235.610	247.256	0,18	0,30	Estero Risco Colorado	Sin organización
C25	EL ARRAYAN	NAVIDAD	6.236.413	247.916	0,39	0,80	Quebrada Morro Redondo	Sin organización
C26	GONZALEZ	NAVIDAD	6.236.408	248.057	0,25	1,60	Quebrada Morro Redondo	Sin organización
C27	RUBIO	NAVIDAD	6.236.127	247.534	0,35	0,20	Estero Risco Colorado	Sin organización
C28	OSORIO	NAVIDAD	6.235.799	247.471	0,21	0,20	Estero Risco Colorado	Sin organización
C29	BOMBA 1 QDA LA VINILLA	NAVIDAD	6.237.261	246.706	0,08	0,20	Quebrada La Vinilla	Sin organización
C30	BOMBA 2 QDA LA VINILLA	NAVIDAD	6.237.379	246.790	0,07	0,05	Quebrada La Vinilla	Sin organización

ID	Nombre Canal	Comuna	Coordenadas		Longitud	Ha Regadas	Fuente	Organización
			Norte (m)	Este				
C31	BOMBA 3 QDA LA VINILLA	NAVIDAD	6.238.064	247.307	0,09	0,30	Quebrada La Vinilla	Sin organización
C32	BOMBA 4 QDA LA VINILLA	NAVIDAD	6.238.109	247.344	0,08	0,06	Quebrada La Vinilla	Sin organización
C33	BOMBA 1 EST QUIÑICABE	NAVIDAD	6.229.149	245.353	0,20	0,20	Estero Quiñicabe	Sin organización
C34	BOMBA 2 EST QUIÑICABE	NAVIDAD	6.230.359	246.523	0,19	0,10	Estero Quiñicabe	Sin organización
C35	LOS PUQUIOS	NAVIDAD	6.229.813	245.279	0,46	0,20	Quebrada Los Puquios	Sin organización
C36	LOS PANGUES NUEVOS	NAVIDAD	6.226.308	244.089	0,61	1,00	Estero Quiñicabe	Sin organización
C37	UCUQUER	LITUECHE	6.230.723	254.726	0,25	0,10	Quebrada El Pinar	
C38	EL PRETIL	LITUECHE	6.230.723	254.726	0,22	0,10	Quebrada El Pinar	
C39	SAN VICENTE ROSARIO	LITUECHE	6.231.146	250.738	1,81	3,50	Estero El Rosario	Sin organización
C40	DONOSO DEL ROSARIO	LITUECHE	6.230.084	251.561	1,26	1,45	Estero El Rosario	Sin organización
C41	RANQUILCO	LITUECHE	6.226.874	250.074	2,32	12,16	Estero El Rosario	Sin organización
C42	LAS VEGAS DE LITUECHE	LITUECHE	6.226.988	250.908	0,27	0,50	Quebrada Las Vegas de	
C43	EL ESPINO	LITUECHE	6.223.987	246.731	0,75	1,20	Quebrada Los Pangues	
C44	STA ROSA	LITUECHE	6.224.922	249.869	3,36	12,05	Estero El Rosario	Sin organización
C45	LOS SOCIOS	LITUECHE	6.223.793	250.197	3,69	24,70	Estero El Rosario	Sin organización
C46	BOMBA LOS BUITRES 1	LITUECHE	6.224.038	250.804	0,09	0,40	Quebrada Los Buitres	
C47	BOMBA LOS BUITRES 2	LITUECHE	6.224.029	250.911	0,11	0,18	Quebrada Los Buitres	
C48	BOMBA LOS BUITRES 3	LITUECHE	6.223.980	250.991	0,10	0,40	Quebrada Los Buitres	
C49	LA CASITA	LITUECHE	6.223.188	250.782	0,51	1,18	Quebrada La Casita	
C50	VIEJO	LITUECHE	6.223.441	250.828	0,31	1,47	Quebrada La Palma	
C51	SAN JOSE	LITUECHE	6.223.349	250.913	0,15	1,06	Quebrada La Palma	
C52	TALCA	LITUECHE	6.223.534	250.552	0,66	8,05	Quebrada La Casita	
C53	LOS LINGUES EST LOS	LITUECHE	6.221.979	247.511	1,69	5,90	Estero Los Lingues	Sin organización
C54	CAPELLANA	LITUECHE	6.221.075	246.721	2,13	16,03	Estero Los Lingues	Sin organización
C55	ROSARIO	LITUECHE	6.221.815	248.348	1,84	5,50	Estero Manquehue	Sin organización
C56	EL MAQUI	LITUECHE	6.220.870	249.005	2,39	19,49	Estero Manquehue	Sin organización
C57	MANQUEHUE	LITUECHE	6.219.238	250.157	3,22	12,79	Estero Manquehue	Sin organización
C58	BOMBA MANQUEHUE 1	LITUECHE	6.224.850	254.651	0,21	0,50	Estero Manquehue	
C59	BOMBA MANQUEHUE 2	LITUECHE	6.224.579	254.543	0,20	0,18	Estero Manquehue	
C60	BOMBA MANQUEHUE 3	LITUECHE	6.221.125	253.796	0,19	0,80	Estero Manquehue	
C61	BOMBA MANQUEHUE 4	LITUECHE	6.220.316	252.119	0,25	1,00	Estero Manquehue	
C62	BOMBA MANQUEHUE 5	LITUECHE	6.220.199	251.648	0,22	4,00	Estero Manquehue	
C63	BOMBA MANQUEHUE 6	LITUECHE	6.219.656	250.849	0,25	2,00	Estero Manquehue	
C64	BOMBA QDA LOMA LARGA	LITUECHE	6.225.005	254.057	0,12	0,20	Quebrada Loma Larga	
C65	LA PATAGUA	LITUECHE	6.224.719	258.831	0,21	0,20	Quebrada Grande de Litueche	
C66	BOMBA EST MANANTIALES	LITUECHE	6.222.952	259.162	0,23	0,10	Estero Manantiales	
C67	BOMBA EST POZA HONDA	LITUECHE	6.225.720	259.446	0,17	0,20	Estero de la Poza Honda	

ID	Nombre Canal	Comuna	Coordenadas		Longitud	Ha Regadas	Fuente	Organización
			Norte (m)	Este				
C69	LAS HUERTAS	LITUECHE	6.221.705	263.959	0,22	0,60	Quebrada Las Huertas	
C70	DEL OSCURO	LITUECHE	6.221.267	261.046	0,24	0,45	Quebrada del Oscuro	
C71	BOMBA PULIN 1	LITUECHE	6.221.306	261.407	0,23	0,40	Estero Pulin	
C72	BOMBA PULIN 2	LITUECHE	6.218.814	262.697	0,19	0,30	Estero Pulin	
C73	DONOSO PULIN	LITUECHE	6.221.345	263.919	0,81	1,00	Estero Pulin	
C74	EL REY	LITUECHE	6.220.998	263.637	0,52	1,20	Estero Pulin	
C75	LAGUNILLAS	LITUECHE	6.220.714	263.675	0,59	1,20	Estero Pulin	
C76	CALIXTO	LITUECHE	6.220.252	263.585	0,61	2,00	Estero Pulin	
C77	ORTEGA	LITUECHE	6.219.718	263.284	1,30	7,60	Estero Pulin	Sin organización
C78	EL SAUCE PULIN	LITUECHE	6.219.195	263.008	0,35	0,95	Estero Pulin	
C79	DEL MEDIO	LITUECHE	6.219.306	263.061	0,60	3,45	Quebrada Honda	
C80	SAN RAFAEL	LITUECHE	6.219.074	262.704	0,35	0,36	Quebrada Honda	
C81	EL PEUCO	LITUECHE	6.219.947	258.972	0,24	0,27	Quebrada Honda	
C82	EL CUPIO	LITUECHE	6.219.895	258.452	0,20	0,09	Quebrada Honda	
C83	LO GONZALEZ	LITUECHE	6.219.876	258.296	0,16	0,14	Quebrada Honda	
C84	QUELENTARO	LITUECHE	6.219.901	258.138	0,18	0,30	Estero Quelentaro	
C85	EMBALSE QDA	LITUECHE	6.234.208	264.887	0,20			
C86	EMBALSE QDA	LITUECHE	6.234.045	263.659	0,20			
C87	EMBALSE QDA EL PINAR	LITUECHE	6.234.305	263.898	0,59	0,40	Quebrada El Pinar	
C88	EMBALSE QDA PASO ALTO	LITUECHE	6.230.393	254.194	2,26	6,00	Quebrada Paso Alto	Sin organización
C89	EL ARADO	LITUECHE	6.232.635	253.528	0,23	4,80	Estero San Vicente	
C90	EL FRUTILLAR	LITUECHE	6.227.511	247.055	0,36	4,80	Estero San Vicente	
C91	PASO DEL AGUA	LA	6.227.759	247.338	0,41	0,42	Estero San Rafael	
C93	SAN MIGUEL DE LOS	LA	6.215.103	262.986	7,53	5,78	Estero Alonso de Morales	Sin organización
C94	BOMBA BLANCA	LA	6.212.202	256.682	0,28	0,75	Estero Alonso de Morales	
C95	BOMBA EL CAPRICHIO	LA	6.211.276	256.797	0,32	2,00	Estero Alonso de Morales	
C96	BOMBA GUADALAO	LA	6.209.113	256.859	0,26	40,00	Estero Alonso de Morales	
C97	MACHUCA	LA	6.206.309	262.583	0,80	3,00	Estero El Pihuelo	
C100	BOMBA PEDRO CAMPOS	LA	6.205.179	265.568	0,28	0,39		
C101	DE LA FUENTE	LA	6.208.733	257.929	1,97	2,73	Estero La Fuente	Sin organización
C102	BOMBA REATA Y GARCIA	MARCHIGÜE	6.212.568	255.875	3,09	330,00	Estero Las Cadenas	Sin organización
C103	BOMBA PANCHO NEGRO	MARCHIGÜE	6.214.142	254.485	1,12	100,00	Estero Las Cadenas	Sin organización
C104	BOMBA STA ADELA	MARCHIGÜE	6.214.191	253.569	2,60			Sin organización
C105	EL SAUCE	MARCHIGÜE	6.212.829	254.398	14,79	483,14	Embalse Alcones	Sin organización
C106	EMBALSE CASTRO	MARCHIGÜE	6.189.341	270.623	0,42	7,00	Embalse	
C107	EMBALSE LAS ROSAS	MARCHIGÜE	6.187.460	268.153	0,30	50,00	Embalse	
C108	EMBALSE EMPROCO	MARCHIGÜE	6.188.571	266.228	0,63	20,00	Embalse	

ID	Nombre Canal	Comuna	Coordenadas		Longitud	Ha Regadas	Fuente	Organización
			Norte (m)	Este				
C110	EMBALSE STA MARTA	MARCHIGÜE	6.191.834	246.461	0,33	23,50	Embalse	
C111	EMBALSE ESPERANZA	MARCHIGÜE	6.192.537	267.147	1,78	125,00	Embalse	Sin organización
C112	EMBALSE SANFUENTES	MARCHIGÜE	6.197.512	247.173	0,39	8,00	Embalse	
C113	EMBALSE CARRIZAL	MARCHIGÜE	6.195.342	248.787	8,80	80,00	Embalse Carrizal	Sin organización
C114	EMBALSE LA PITRIA	MARCHIGÜE	6.197.553	251.504	0,15	0,05	Embalse	
C115	EMBALSE ANTONIO SILVA	MARCHIGÜE	6.194.519	259.936	0,15		Embalse	
C116	EMBALSE SOTO	MARCHIGÜE	6.200.009	266.247	0,13		Embalse	
C117	EMBALSE PIEDRAS	MARCHIGÜE	6.197.258	263.658	1,38		Embalse	Sin organización
C118	EMBALSE COCAUQUEN	MARCHIGÜE	6.183.932	247.531	1,38		Embalse	Sin organización
C119	EMBALSE GUIDO SOTO	MARCHIGÜE	6.184.293	251.790	0,58	20,00	Embalse	
C120	EMBALSE ALCONES	MARCHIGÜE	6.183.250	260.268	0,32		Embalse	
C121	EMBALSE LEON	MARCHIGÜE	6.183.459	254.520	0,27	0,80		
C122	EMBALSE BENJAMIN	MARCHIGÜE	6.202.291	245.927	0,26	0,80	Embalse	
C123	EMBALSE MARCHANT	MARCHIGÜE	6.202.444	241.687	0,25		Embalse	
C124	EMBALSE RAVELLO	MARCHIGÜE	6.181.852	257.749	0,68	1,00	Embalse	
C125	EMBALSE SAN JUAN DE	MARCHIGÜE	6.194.889	247.563	0,15	0,20	Embalse	
C126	EMBALSE PASCUAL SILVA	MARCHIGÜE	6.181.379	251.673	0,22	0,40	Embalse	
C127	EMBALSE EL CRUCE	MARCHIGÜE	6.183.281	261.372	0,10	0,05	Embalse	
C128	EMBALSE EL POROTAL	MARCHIGÜE	6.183.077	254.677	9,04		Embalse El Porotal	Sin organización

5.4.3. Situación Institucional

En términos generales, la situación institucional relacionada con los recursos hídricos, se puede desglosar en:

- Institucionalidad Orgánica Pública a Nivel Regional
- Institucionalidad Orgánica Privada a Nivel Regional

Dentro de las instituciones públicas a nivel regional relacionadas de alguna u otra forma con los recursos hídricos, se tienen:

- Dirección General de Aguas
- Dirección de Obras Hidráulicas (DOH)
- Dpto. de Obras Fluviales de la DOH
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA)
- Comisión Nacional de Riego (no hay oficina regional en la VI región)
- Comisión Regional de Riego (CRR)
- Ministerio de Agricultura
- Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)
- Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)
- Corporación Nacional Forestal (CONAF)
- Coordinación General de Concesiones del MOP (C.G.C)
- Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS)
- Secretaría Regional de Planificación y Coordinación (SERPLAC)
- Servicio Nacional de Turismo (Sernatur)
- Comisión Nacional de Energía (CNE)
- Servicio de Salud O`Higgins
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo
- Corfo
- Intendencia VI Región
- Gobierno Regional del Libertador Bernardo O`Higgins
- Gobernación de la Provincia de Cachapoal
- Gobernación de la Provincia de Colchagua
- Gobernación de la Provincia de Cardenal Caro
- Secretarios Regionales Ministeriales (Seremis de Obras Públicas, de Energía, de Vivienda y Urbanismo, de Planificación, del Medio Ambiente, de Minería, de Agricultura, de Bienes Nacionales, de Salud)

Dentro de las instituciones privadas a nivel regional relacionadas de alguna u otra forma con los recursos hídricos, se tienen:

- Junta de Vigilancia del Río Cachapoal (1ª, 2ª y 3ª Sección)
- Junta de Vigilancia del Río Tinguiririca (1ª Sección)
- Junta de Vigilancia del Río Claro (1ª Sección)
- Junta de Vigilancia del Río Peuco

- Junta de Vigilancia del Estero Chimbarongo
- Junta de Vigilancia del Estero Zamorano
- Junta de Vigilancia del Estero Puquillay

Con relación a las Asociaciones de Canalistas y Comunidades de Agua, en la siguiente tabla se incluye un resumen de dicha información, cuya fuente corresponde al estudio de la Ref. 5, "Actualización y Complementación de Información de Organizaciones de Usuarios", Aquaterra Ing. Ltda., DGA, MOP, 2009.

Tabla 5.4-5 Resumen Organizaciones de Usuarios de Agua, VI Región

Junta de Vigilancia	Organizaciones Usuarios Bajo Jurisdicción		
	Asociación de Canalistas	Comunidades de Aguas	Particular
Río Rapel			
Río Cachapoal 1ª Sección	8	0	0
Río Cachapoal 2ª Sección	2	11	2
Río Cachapoal 3ª Sección	5	2	1
Estero Chimbarongo	10	14	3
Río Claro de Rengo 1ª Sección	5	12	6
Estero Las Palmas			
Río Peuco	1	2	2
Río Tinguiririca 1ª Sección	17	40	3
Estero Zamorano	2	5	
TOTALES	50	86	17

5.5. Antecedentes Generales de las Comunas del Área de Estudio

En este acápite se presenta una descripción de las comunas que conforman la provincia de Cardenal Caro, VI Región, cuyo objetivo es proporcionar elementos de carácter general que permitan una descripción global del área de estudio. Las fuentes de información corresponden a antecedentes recopilados tanto en Santiago como en la VI Región.

Los antecedentes bibliográficos fueron recopilados de publicaciones efectuadas por INE, CIREN-CORFO, Dirección de Riego y por el Ministerio de Planificación y Cooperación.

A continuación, se presentan algunos antecedentes relacionados con el contexto regional y de cada comuna que conforma el área de estudio.

5.5.1. Población

Según los últimos censos, la población de la VI Región entre 1970 y 1982 exhibió un crecimiento del 20,4%, al pasar de 487.233 a 586.672 habitantes, lo que implica una tasa interanual de

crecimiento de 1,56%; en 1992 la población alcanzó a 696.369 personas, cifra 18,7% más elevada que la registrada en 1982, equivalente a una tasa de crecimiento de 1,729% anual. En el año 2002 la población de la región de Bernardo O'Higgins totalizó 780.627 habitantes, lo que revela una tasa interanual de crecimiento respecto de 1992 de 1,149%; totalizando en 2017 del orden de 914.555 habitantes, cifra 17,2% más elevada que la existente en 2002 (Ver Tabla 5.5-1).

Tabla 5.5-1 Población Total VI Región (Habitantes)

Año	Hombres	Mujeres	Total
1970	247.900	239.333	487.233
1982	297.253	289.419	586.672
1992	353.379	342.990	696.369
2002	392.335	388.292	780.627
2017	453.710	460.845	914.555

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE Años 1970, 1982, 1992, 2002 y 2017.

En la VI Región los incrementos de la población implicaron una expansión de la densidad de habitantes, por cuanto en 1970 este índice era de 29,7 habitantes por kilómetro cuadrado, en 1982 de 39,8 hab/km², en 1992 de unos 42,5 hab/km², en 2002 de 47,6 hab/km² y en 2017 de 55,8 hab/km². A continuación, se presentan los antecedentes de población relacionados con cada una de las comunas que conforman en área de interés.

a) Navidad

En la comuna de Navidad la población, entre 1970 y 1982, disminuyó desde 5.932 a 5.673 habitantes, lo que significó una tasa interanual de crecimiento de -0,371%; entre el período 1982 y 1992 descendió en 4,4%, totalizando 5.423 personas, lo que implicó una tasa interanual del orden de -0,450%; entre 1992 y 2002 la tasa de crecimiento fue de -0,002% anual, lo que derivó en una población total en 2002 de 5.422 habitantes, mientras que en 2017 concentró 6.641 habitantes, lo que implicó una tasa de crecimiento interanual de 1,361% respecto de 2002.

- Población urbano-rural

En la Tabla 5.5-2 se presenta información de la población total, urbana y rural de acuerdo con los antecedentes recopilados del Censo de Población, efectuado por el Instituto Nacional de Estadísticas en 2017. De ésta se desprende que la Comuna de Navidad, al contrario del contexto regional, está constituida exclusivamente de población rural. Desde el punto de vista de concentración poblacional, la representatividad de la comuna en estudio abarca el 0,73% del total regional.

Tabla 5.5-2 Población urbano – rural (habitantes)

Tipo de Población	VI Región		Navidad	
	Número	Part.	Número	Part.
Urbana	680.363	74,4%	0	0,00%
Rural	234.192	25,6%	6.641	100,00%
Total	914.555	100,0%	6.641	100,00%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2017.

- Población masculina – femenina

La composición masculina y femenina de la población se presenta en la Tabla 5.5-3. Estos antecedentes indican que la proporción de cada género es opuesta entre la comuna de Navidad y la Región de Bernardo O'Higgins.

Tabla 5.5-3 Población según sexo (habitantes)

Tipo de Población	VI Región		Navidad	
	Número	Part.	Número	Part.
Hombres	453.710	49,6%	3.475	52,3%
Mujeres	460.845	50,4%	3.166	47,7%
Total	914.555	100,0%	6.641	100,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2017.

En efecto, existe una mayor proporción de población masculina en Navidad, mientras que, a nivel regional, del orden de 49,6% de la población está constituida por hombres y en Navidad este segmento se eleva por sobre el 52%. Así el índice de masculinidad, que corresponde al número de hombres por cada cien mujeres, en el área de estudio es de 109,76 y en la VI Región es de 98,45.

- Población por edades

Los antecedentes de población por grupos de edad presentados en la Tabla 5.5-4, revelan que la composición por rango de edades es semejante en ambos niveles político-administrativos, aunque la población de 0 a 44 años, en términos porcentuales, es mayor en la VI Región y la más longeva en Navidad. La superioridad de esos segmentos a nivel regional es donde se concentra el segmento estudiantil de enseñanza básica, media y técnico profesional, donde existen mayores alternativas educacionales que en la comuna de Navidad, así como también mayores alternativas de trabajo para la fuerza laboral más joven.

Al comparar la proporción acumulada de los grupos de edad se constata que el grupo de mayor representatividad está constituido por el de 25 a 44 años, el que corresponde fundamentalmente a la fuerza laboral activa.

Tabla 5.5-4 Población por grupos de edad

Rango de Edad	VI Región		Navidad	
	Número	Part.	Número	Part.
0 a 4 años	61.023	6,7%	373	5,6%
5 a 14 años	128.747	14,1%	695	10,5%
15 a 24 años	122.712	13,4%	637	9,6%
25 a 44 años	260.226	28,5%	1.566	23,6%
45 a 54 años	128.509	14,1%	991	14,9%
55 a 64 años	104.412	11,4%	965	14,5%
65 años y más	108.926	11,9%	1.414	21,3%
Total	914.555	100,0%	6.641	100,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2017.

b) Litueche

En la comuna de Litueche la población, entre 1970 y 1982, descendió desde 5.788 a 5.140 habitantes, lo que significó una tasa interanual de crecimiento de -0,985%; entre el período 1982 y 1992 se incrementó en 6,3%, totalizando 5.466 personas, lo que implicó una tasa interanual del orden de 0,617%; entre 1992 y 2002 la tasa de crecimiento ascendió en 0,109% anual, lo que derivó en una población total en 2002 de 5.526 habitantes; entretanto en 2017 la población de Litueche sumó 6.294 habitantes, monto 14% más elevado que el constatado en 2002.

- Población urbano-rural

En la Tabla 5.5-5 se presenta información de la población total, urbana y rural de acuerdo con los antecedentes recopilados del Censo de Población, efectuado por el Instituto Nacional de Estadísticas en 2017. De ésta se desprende que la Comuna de Litueche, al igual que en el contexto regional, está constituida mayoritariamente de población urbana. En efecto, ésta alcanza, en la primera a más del 53% y en la segunda se ubica por sobre el 74%.

Desde el punto de vista de concentración poblacional, la representatividad de la comuna en estudio abarca el 0,7% del total regional.

Tabla 5.5-5 Población urbano – rural (habitantes)

Tipo de Población	VI Región		Litueche	
	Número	Part.	Número	Part.
Urbana	680.363	74,4%	3.368	53,51%
Rural	234.192	25,6%	2.926	46,49%
Total	914.555	100,0%	6.294	100,00%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2017.

- Población masculina – femenina

La composición masculina y femenina de la población se presenta en la Tabla 5.5-6. Estos antecedentes indican que la proporción de cada género difiere entre la comuna de Litueche y la Región de Bernardo O'Higgins.

Tabla 5.5-6 Población según sexo (habitantes)

Tipo de Población	VI Región		Litueche	
	Número	Part.	Número	Part.
Hombres	453.710	49,6%	3.287	52,2%
Mujeres	460.845	50,4%	3.007	47,8%
Total	914.555	100,0%	6.294	100,00%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2002.

En efecto, existe una mayor proporción de población masculina en Litueche, del orden del 52%, en cambio a nivel regional, el 50,4% de la población está constituida por mujeres. Así el índice

de masculinidad, que corresponde al número de hombres por cada cien mujeres, en el área de estudio asciende a 109,31 y en la VI Región es de 98,45.

- Población por edades

Los antecedentes de población por grupos de edad presentados en la Tabla 5.5-7, revelan que la composición por rango de edades es semejante en ambos niveles político-administrativos, aunque la población de 0 a 44 años, en términos porcentuales, es mayor en la VI Región y la más longeva en Litueche. La superioridad de esos segmentos a nivel regional es donde se concentra el segmento estudiantil de enseñanza básica, media y técnico profesional, donde existen mayores alternativas educacionales que en la comuna de Litueche, así como también mayores alternativas de trabajo para la fuerza laboral más joven.

Al comparar la proporción acumulada de los grupos de edad se constata que el grupo de mayor representatividad está constituido por el de 25 a 44 años, el que corresponde fundamentalmente a la fuerza laboral activa.

Tabla 5.5-7 Población por grupos de edad

Rango de Edad	VI Región		Litueche	
	Número	Part.	Número	Part.
0 a 4 años	61.023	6,7%	358	5,7%
5 a 14 años	128.747	14,1%	797	12,7%
15 a 24 años	122.712	13,4%	729	11,6%
25 a 44 años	260.226	28,5%	1.657	26,3%
45 a 54 años	128.509	14,1%	961	15,3%
55 a 64 años	104.412	11,4%	816	13,0%
65 años y más	108.926	11,9%	976	15,5%
Total	914.555	100,0%	6.294	100,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2017.

c) La Estrella

En la comuna de La Estrella la población, entre 1970 y 1982, disminuyó desde 3.393 a 2.687 habitantes, lo que significó una tasa interanual de crecimiento de -1,975%; entre el período 1982 y 1992 se incrementó en 3,4%, totalizando 2.779 personas, lo que implicó una tasa interanual del orden de 0,337%; entre 1992 y 2002 la tasa de crecimiento ascendió en 4,268% anual, lo que derivó en una población total en 2002 de 4.221 habitantes. En contraposición, de acuerdo a lo censado por INE la población de La Estrella descendió en 2017 a 3.041 habitantes, monto 28% más bajo que lo informado por la misma entidad en 2002.

- Población urbano-rural

En la Tabla 5.5-8 se presenta información de la población total, urbana y rural de acuerdo con los antecedentes recopilados del Censo de Población, efectuado por el Instituto Nacional de Estadísticas en 2017. De ésta se desprende que la Comuna de La Estrella, al contrario del contexto regional, está constituida mayoritariamente de población rural. En efecto, ésta alcanza, en la primera a más del 62% y en la segunda se ubica por debajo del 30%.

Desde el punto de vista de concentración poblacional, la representatividad de la comuna en estudio abarca el 0,33% del total regional.

Tabla 5.5-8 Población urbano – rural (habitantes)

Tipo de Población	VI Región		La Estrella	
	Número	Part.	Número	Part.
Urbana	680.363	74,4%	1.133	37,3%
Rural	234.192	25,6%	1.908	62,7%
Total	914.555	100,0%	3.041	100,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2017.

- Población masculina – femenina

La composición masculina y femenina de la población se presenta en la Tabla 5.5-9. Estos antecedentes indican que la proporción de cada género difiere entre la comuna de La Estrella y la Región de Bernardo O'Higgins.

Tabla 5.5-9 Población según sexo (habitantes)

Tipo de Población	VI Región		La Estrella	
	Número	Part.	Número	Part.
Hombres	453.710	49,6%	1.603	52,7%
Mujeres	460.845	50,4%	1.438	47,3%
Total	914.555	100,0%	3.041	100,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2017.

En efecto, existe una mayor proporción de población masculina en la comuna de La Estrella, la que abarca del orden de 52,7% de la población está constituida por hombres y en la VI Región este segmento se eleva a 49,6%. Así el índice de masculinidad, que corresponde al número de hombres por cada cien mujeres, en el área de estudio es del orden de 111,47 y en la VI Región es de 98,45.

- Población por edades

Los antecedentes de población por grupos de edad presentados en la Tabla 5.5-10, revelan que la composición por rango de edades difiere en ambos niveles político-administrativos. En efecto, la agrupada entre los 0 y 44 años, es más relevante en el ámbito regional, es decir los estudiantes y los que componen la fuerza de trabajo. En La Estrella el segmento más relevante es constituido por los habitantes de 45 a más años.

Tabla 5.5-10 Población por grupos de edad

Rango de Edad	VI Región		La Estrella	
	Número	Part.	Número	Part.
0 a 4 años	61.023	6,7%	131	4,3%
5 a 14 años	128.747	14,1%	361	11,9%
15 a 24 años	122.712	13,4%	294	9,7%
25 a 44 años	260.226	28,5%	755	24,8%
45 a 54 años	128.509	14,1%	487	16,0%
55 a 64 años	104.412	11,4%	473	15,6%
65 años y más	108.926	11,9%	540	17,8%
Total	914.555	100,0%	3.041	100,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2017.

Al comparar la proporción acumulada de los grupos de edad se constata que el grupo de mayor representatividad está constituido por el de 25 a 44 años, el que corresponde fundamentalmente a la fuerza laboral activa.

d) Marchigüe

En la comuna de Marchigüe la población, entre 1970 y 1982, aumentó desde 5.502 a 5.632 habitantes, lo que significó una tasa interanual de crecimiento de 0,195%; entre el período 1982 y 1992 se incrementó en 10,2%, totalizando 6.209 personas, lo que implicó una tasa interanual del orden de 0,980%; entre 1992 y 2002 la tasa de crecimiento ascendió en 1,067% anual, lo que derivó en una población total en 2002 de 6.904 habitantes. En 2017 la población comunal sumó 7.308 habitantes, monto 5,9% más levado que lo informado en 2002, lo que significó una tasa interanual de crecimiento de 0,38%.

- Población urbano-rural

En la Tabla 5.5-11 se presenta información de la población total, urbana y rural de acuerdo con los antecedentes recopilados del Censo de Población, efectuado por el Instituto Nacional de Estadísticas en 2017. De ésta se desprende que la Comuna de Marchigüe, al contrario del contexto regional, está constituida mayoritariamente de población rural. En efecto, ésta alcanza, en la primera a más del 54% y en la segunda se ubica por debajo del 30%.

Desde el punto de vista de concentración poblacional, la representatividad de la comuna en estudio abarca el 0,9% del total regional.

Tabla 5.5-11 Población urbano – rural (habitantes)

Tipo de Población	VI Región		Marchigüe	
	Número	Part.	Número	Part.
Urbana	680.363	74,4%	3.321	45,4%
Rural	234.192	25,6%	3.987	54,6%
Total	914.555	100,0%	7.308	100,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2017.

- Población masculina – femenina

La composición masculina y femenina de la población se presenta en la Tabla 5.5-12. Estos antecedentes indican que la proporción de cada género difiere entre la comuna de Marchigüe y la Región de Bernardo O'Higgins.

En efecto, existe una mayor proporción de población masculina en Marchigüe, donde alcanza al 51,2%, mientras que, a nivel regional, del orden del 49,6% de la población está constituida por hombres. Así el índice de masculinidad, que corresponde al número de hombres por cada cien mujeres, en el área de estudio es del orden de 105,1 y en la VI Región es de 98,45.

Tabla 5.5-12 Población según sexo (habitantes)

Tipo de Población	VI Región		Marchigüe	
	Número	Part.	Número	Part.
Hombres	453.710	49,6%	3.745	51,2%
Mujeres	460.845	50,4%	3.563	48,8%
Total	914.555	100,0%	7.308	100,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2017.

- Población por edades

Los antecedentes de población por grupos de edad presentados en la Tabla 5.5-13, revelan que la composición por rango de edades es semejante en ambos niveles político-administrativos, aunque la población de 0 a 44 años, en términos porcentuales, es mayor en la VI Región y la más longeva en Marchigüe. La superioridad de esos segmentos a nivel regional es donde se concentra el segmento estudiantil de enseñanza básica, media y técnico profesional, donde existen mayores alternativas educacionales que en la comuna de Marchigüe, así como también mayores alternativas de trabajo para la fuerza laboral más joven.

Al comparar la proporción acumulada de los grupos de edad se constata que el grupo de mayor representatividad está constituido por el de 25 a 44 años, el que corresponde fundamentalmente a la fuerza laboral activa.

Tabla 5.5-13 Población por grupos de edad

Rango de Edad	VI Región		Marchigüe	
	Número	Part.	Número	Part.
0 a 4 años	61.023	6,7%	392	5,4%
5 a 14 años	128.747	14,1%	865	11,8%
15 a 24 años	122.712	13,4%	840	11,5%
25 a 44 años	260.226	28,5%	1.917	26,2%
45 a 54 años	128.509	14,1%	1.139	15,6%
55 a 64 años	104.412	11,4%	956	13,1%
65 años y más	108.926	11,9%	1.199	16,4%
Total	914.555	100,0%	7.308	100,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2017.

e) Pichilemu

En la comuna de Pichilemu la población, entre 1970 y 1982, aumentó desde 7.746 a 8.844 habitantes, lo que significó una tasa interanual de crecimiento de 1,111%; entre el período 1982 y 1992 se incrementó en 18,8%, totalizando 10.510 personas, lo que implicó una tasa interanual del orden de 1,741%; entre 1992 y 2002 la tasa de crecimiento ascendió en 1,661% anual, lo que derivó en una población total en 2002 de 12.392 habitantes. Según lo censado por INE en 2017 la población de Pichilemu se situó en 16.934 habitantes, monto 32,3% más elevado que lo informado en 2002, lo que significó una tasa interanual de crecimiento de 1,883%.

- Población urbano-rural

En la Tabla 5.5-14 se presenta información de la población total, urbana y rural de acuerdo con los antecedentes recopilados del Censo de Población, efectuado por el Instituto Nacional de Estadísticas en 2017. De ésta se desprende que la Comuna de Pichilemu, al igual que el total regional, está constituida mayoritariamente de población urbana. En efecto, ésta alcanza, en la primera a más del 78% y en la segunda se ubica por sobre el 74%.

Desde el punto de vista de concentración poblacional, la representatividad de la comuna en estudio abarca el 1,8% del total regional.

Tabla 5.5-14 Población urbano – rural (habitantes)

Tipo de Población	VI Región		Pichilemu	
	Número	Part.	Número	Part.
Urbana	680.363	74,4%	12.903	78,7%
Rural	234.192	25,6%	3.491	21,3%
Total	914.555	100,0%	16.394	100,00%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2017.

- Población masculina – femenina

La composición masculina y femenina de la población se presenta en la Tabla 5.5-15. Estos antecedentes indican que la proporción de cada género difiere entre la comuna de Pichilemu y la Región de Bernardo O'Higgins.

En efecto, existe una mayor proporción de población masculina en la comuna de Pichilemu, del orden del 50,6%, mientras que, a nivel regional, el 49,6% de la población está constituida por hombres. Así el índice de masculinidad, que corresponde al número de hombres por cada cien mujeres, en el área de estudio es del orden de 102,27 y en la VI Región es de 98,45.

Tabla 5.5-15 Población según sexo (habitantes)

Tipo de Población	VI Región		Pichilemu	
	Número	Part.	Número	Part.
Hombres	453.710	49,6%	8.289	50,6%
Mujeres	460.845	50,4%	8.105	49,4%
Total	914.555	100,0%	16.394	100,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2017.

- Población por edades

Los antecedentes de población por grupos de edad presentados en la Tabla 5.5-16 revelan que la composición por rango de edades es semejante en ambos niveles político-administrativos, aunque la población más infantil, en términos porcentuales, tiene lugar en la VI Región y la más longeva en Pichilemu. Otro grupo con mayor representatividad en la región es el de 15 a 24 años, donde se concentra el segmento estudiantil de enseñanza media y técnico profesional, donde existen mayores alternativas educacionales que en la comuna de Pichilemu.

Así, al comparar la proporción acumulada de los grupos de edad se constata que el grupo de mayor representatividad está constituido por el de 25 a 44 años, el que corresponde fundamentalmente a la fuerza laboral activa.

Tabla 5.5-16 Población por grupos de edad

Rango de Edad	VI Región		Pichilemu	
	Número	Part.	Número	Part.
0 a 4 años	61.023	6,7%	1.001	6,1%
5 a 14 años	128.747	14,1%	2.099	12,8%
15 a 24 años	122.712	13,4%	1.825	11,1%
25 a 44 años	260.226	28,5%	4.777	29,1%
45 a 54 años	128.509	14,1%	2.402	14,7%
55 a 64 años	104.412	11,4%	2.101	12,8%
65 años y más	108.926	11,9%	2.189	13,4%
Total	914.555	100,0%	16.394	100,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2017.

f) Paredones

En la comuna de Paredones la población, entre 1970 y 1982, descendió desde 6.764 a 6.522 habitantes, lo que significó una tasa interanual de crecimiento de -0,303%; entre el período 1982 y 1992 se incrementó en 1,5%, totalizando 6.622 personas, lo que implicó una tasa interanual del orden de 0,152%; entre 1992 y 2002 la tasa de crecimiento ascendió en 0,11% anual, lo que derivó en una población total en 2002 de 6.695 habitantes. En 2017, de acuerdo a lo informado

por INE, la población de la comuna de Paredones sumaba 6.188 habitantes, monto 7,6% más bajo que el existente en 2002, lo que significó una tasa interanual de crecimiento de -0,524%.

- Población urbano-rural

En la Tabla 5.5-17 se presenta información de la población total, urbana y rural de acuerdo con los antecedentes recopilados del Censo de Población, efectuado por el Instituto Nacional de Estadísticas en 2017. De ésta se desprende que la Comuna de Paredones, al contrario que el total regional, está constituida mayoritariamente de población rural. De hecho, ésta alcanza, en la primera a más del 70% y en la segunda se ubica por sobre debajo del 30%.

Desde el punto de vista de concentración poblacional, la representatividad de la comuna en estudio abarca el 0,68% del total regional.

Tabla 5.5-17 Población urbano – rural (habitantes)

Tipo de Población	VI Región		Paredones	
	Número	Part.	Número	Part.
Urbana	680.363	74,4%	1.842	29,8%
Rural	234.192	25,6%	4.346	70,2%
Total	914.555	100,0%	6.188	100,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2017.

- Población masculina – femenina

La composición masculina y femenina de la población se presenta en la Tabla 5.5-18. Estos antecedentes indican que la proporción de cada género difiere entre la comuna de Paredones y la Región de Bernardo O'Higgins.

Tabla 5.5-18 Población según sexo (habitantes)

Tipo de Población	VI Región		Paredones	
	Número	Part.	Número	Part.
Hombres	453.710	49,6%	3.220	52,0%
Mujeres	460.845	50,4%	2.968	48,0%
Total	914.555	100,0%	6.188	100,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2017.

En efecto, existe una mayor proporción de población masculina en la comuna de Paredones, donde agrupa al 52% de los habitantes, mientras que, a nivel regional, del orden de 49,6% de la población está constituida por hombres. Así el índice de masculinidad, que corresponde al número de hombres por cada cien mujeres, en el área de estudio es del orden de 108,49 y en la VI Región es de 98,45.

- Población por edades

Los antecedentes de población por grupos de edad presentados en la Tabla 5.5-19, revelan que la composición por rango de edades es semejante en ambos niveles político-administrativos,

aunque la población más infantil, en términos porcentuales, tiene lugar en la VI Región y la más longeva en Paredones.

Otro grupo con mayor representatividad en la región es el de 15 a 24 y 25 a 54 años, en los cuales se concentra el segmento estudiantil de enseñanza media y técnico profesional y la fuerza laboral activa, ya que a nivel regional existen mayores alternativas educacionales y de trabajo que en la comuna de Paredones. En Paredones el estrato etario de más de 65 años supera en más de 7% al existente a nivel regional.

Al comparar la proporción acumulada de los grupos de edad se constata que el grupo de mayor representatividad está constituido por el de 25 a 44 años, el que corresponde fundamentalmente a la fuerza laboral activa.

Tabla 5.5-19 Población por grupos de edad

Rango de Edad	VI Región		Paredones	
	Número	Part.	Número	Part.
0 a 4 años	61.023	6,7%	287	4,6%
5 a 14 años	128.747	14,1%	692	11,2%
15 a 24 años	122.712	13,4%	651	10,5%
25 a 44 años	260.226	28,5%	1.471	23,8%
45 a 54 años	128.509	14,1%	1.028	16,6%
55 a 64 años	104.412	11,4%	880	14,2%
65 años y más	108.926	11,9%	1.179	19,1%
Total	914.555	100,0%	6.188	100,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2017.

5.5.2. Ocupación y disponibilidad de mano de obra agrícola al año 2018

En este acápite se presenta para cada comuna que conforma el área de estudio la población de más de 15 años según condición de actividad, la ocupada por Rama de Actividad Económica, la evolución de la población de acuerdo a las cifras presentadas en los cinco últimos censos de población efectuados por INE (1970, 1982, 1992, 2002 y 2017). El último análisis fue la base para estimar la mano de obra disponible al año 2018.

La tasa interanual de crecimiento de la población se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$Pf = Po(1 + i)^n$$

$$(1 + i) = \sqrt[n]{\frac{Pf}{Po}}$$

$$i = \sqrt[n]{\frac{Pf}{Po}} - 1$$

En donde:

Pf: Población Final
Po: Población Inicial

n: Número de Años
i: Tasa Interanual

Cabe señalar que para efectos de estimar la población laboralmente activa y la que se desempeña en el sector agrícola al año 2018, se utilizaron los indicadores extraídos del Censo de Población efectuado por INE el año 2002, ya que el del año 2017, sólo presenta la población urbana – rural, por género y edad.

a) Navidad

En la Tabla 5.5-20 se presenta la población de más de 15 años según condición de actividad. De ésta se desprende que en la VI Región la proporción de población económicamente activa asciende al 51%, mientras que en la comuna de Navidad es del orden del 33,2%. No obstante, tanto el porcentaje de cesantes como el de ocupados es relativamente semejante en ambos segmentos.

En consecuencia, la población no económicamente activa alcanza la mayor proporción en la comuna de Navidad con el 66,8% de la población de 15 años y más. En ambos niveles político administrativo, la proporción de los distintos tipos de habitantes sin actividad económica difiere, ya que, si bien el más importante es el de quehaceres del hogar, a nivel regional el segundo corresponde a estudiantes, pero en Navidad el de mayor cuantía es el correspondiente a jubilados, debido a la mayor longevidad de la población.

Tabla 5.5-20 Población de 15 años y más según Condición de Actividad

Condición de Actividad	VI Región		Navidad	
	Número	Part.	Número	Part.
Total	571.337		4.230	
Activos:	291.412	51,0%	1.406	33,2%
Ocupados	258.270	88,6%	1.156	82,2%
Cesantes	33.142	11,4%	250	17,8%
No Activos:	279.925	49,0%	2.824	66,8%
Quehaceres Hogar	153.059	54,7%	1.668	59,1%
Estudiando	51.130	18,3%	276	9,8%
Jubilado	47.825	17,1%	531	18,8%
Otra	27.911	10,0%	349	12,4%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2002.

Por otra parte, los antecedentes de población ocupada por Rama de Actividad Económica, presentados en la Tabla 5.5-21, indican que el grupo correspondiente al sector agrícola es el que concentra el mayor número de personas en ambos niveles político-administrativos, con más del 25% y 23% de las ocupaciones, en la VI Región y la comuna de Navidad, respectivamente.

A nivel regional, otras ramas de actividad de importancia son las correspondientes a comercio, industria, construcción y transporte y comunicación. En Navidad, destacan comercio, enseñanza, construcción, administración pública y defensa, entre otros.

Tabla 5.5-21 Población Ocupada de 15 años y más por Rama de Actividad Económica

Rama de Actividad Económica	VI Región		Navidad	
	Número	Part.	Número	Part.
Agricultura, ganadería y silvicultura	64.733	25,5%	266	23,0%
Pesca	314	0,1%	44	3,8%
Explotación minas y canteras	6.600	2,6%	2	0,2%
Industria	27.948	11,0%	61	5,3%
Suministro electricidad, agua y gas	1.626	0,6%	12	1,0%
Construcción	18.012	7,1%	119	10,3%
Comercio	45.308	17,9%	163	14,1%
Hoteles y restaurantes	4.607	1,8%	15	1,3%
Transporte y comunicación	16.406	6,5%	49	4,2%
Intermediación financiera	2.407	0,9%	0	0,0%
Actividad inmobiliaria y empresarial	15.099	6,0%	28	2,4%
Adm. Pública y defensa	8.785	3,5%	95	8,2%
Enseñanza	14.055	5,5%	136	11,8%
Servicio social y de salud	8.120	3,2%	25	2,2%
Otras actividades sociales	8.040	3,2%	79	6,8%
Servicio doméstico	11.658	4,6%	62	5,4%
Organizaciones extraterritoriales	22	0,0%	0	0,0%
Ignorado	2	0,0%	0	0,0%
Total	253.742	100,0%	1.156	100,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2002.

En la Tabla 5.5-22 se presenta la evolución de la población de la comuna de Navidad de acuerdo a las cifras presentadas en los cinco últimos censos de población efectuados por INE.

Tabla 5.5-22 Población Total (Habitantes)

Año	Hombres	Mujeres	Total
1970	3.044	2.888	5.932
1982	3.041	2.632	5.673
1992	2.905	2.518	5.423
2002	2.878	2.544	5.422
2017	3.475	3.166	6.641

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE Años 1970, 1982, 1992, 2002 y 2017.

De ésta se desprende que la población total del área al año 1970 sumaba 5.932 habitantes y en 2017 ésta ascendió a 6.641 habitantes, lo que arroja una tasa interanual de crecimiento en ese período del orden de 0,241%. Este indicador para el género masculino asciende a 0,282% y para el femenino a 0,196%.

Tomando en consideración la caracterización de la comuna de Navidad por Condición de Actividad, Rama de Actividad Económica y la tasa interanual de crecimiento de la población, se estimó para el año 2018 la mano de obra disponible para trabajar en el sector agrícola. Estos antecedentes se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 5.5-23 Proyección Población Año 2018 (Habitantes)

Item	Hombres	Mujeres	Total
Total Area de Estudio (Año 2017)			
Población Total Area Estudio	3.475	3.166	6.641
Población de 15 años y más	2.921	2.652	5.573
Representatividad	84,1%	83,8%	83,9%
Población Económicamente Activa	1.349	486	1.836
Representatividad Población Activa (año 2002)	46,2%	18,3%	33,2%
Población Ocupada	1.100	410	1.510
Tasa de Ocupación (año 2002)	81,5%	84,2%	82,2%
No Activos	1.572	2.166	3.737
Quehaceres Hogar	110	873	983
Representatividad No Activos (año 2002)	53,8%	81,7%	66,8%
Representatividad Quehaceres Hogar (año 2002)	7,0%	40,3%	26,3%
Ocupados Sector Agrícola	332	12	344
Participación Sector Agrícola	30,2%	3,0%	22,8%
Total Area de Estudio (Año 2018)			
Tasa Interanual Crecimiento (1970-2017)	0,282%	0,196%	0,241%
Población Total Area Estudio	3.485	3.172	6.657
Población de 15 años y más	2.929	2.657	5.586
Población Económicamente Activa	1.353	486	1.840
Población Ocupada	1.103	409	1.513
No Activos	1.576	2.171	3.747
Quehaceres Hogar	110	875	985
Ocupados Sector Agrícola	333	12	345

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2002 y 2017.

De esta manera, se calculó que la población total existente al año 2018 sería de 6.657 habitantes, de los cuales 3.485 corresponden al género masculino y 3.172 al femenino. Aplicando a estos montos la proporción de población de 15 años o más, la laboralmente activa y la empleada en el sector agrícola, se obtiene que al año 2018 la mano de obra disponible es de 345 personas, de las cuales 333 unidades corresponden al género masculino y 12 al femenino.

Entretanto, se debe tener en consideración que la proporción de población inactiva es de 53,8% en hombres y 81,7% en mujeres, de los cuales el 7% y 40,3%, respectivamente se ocupa en los quehaceres del hogar. Se estima que una fracción de esos hombres y mujeres, estarían dispuestos a emplearse como personal temporal en el sector agrícola.

b) Litueche

En la Tabla 5.5-24 se presenta la población de más de 15 años según condición de actividad. De ésta se desprende que en la VI Región la proporción de población económicamente activa asciende al 51%, mientras que en la comuna de Litueche es del orden del 45%. No obstante, tanto el porcentaje de cesantes como el de ocupados es relativamente semejante en ambos segmentos.

En consecuencia, la población no económicamente activa alcanza la mayor proporción en la comuna de Litueche con el 55% de la población de 15 años y más. En ambos niveles político administrativo, la proporción de los distintos tipos de habitantes sin actividad económica difiere, ya que, si bien el más importante es el de quehaceres del hogar, a nivel regional el segundo

corresponde a estudiantes, pero en Litueche el de mayor cuantía es el correspondiente a jubilados, debido a la mayor longevidad de la población.

Tabla 5.5-24 Población de 15 años y más según Condición de Actividad

Condición de Actividad	VI Región		Litueche	
	Número	Part.	Número	Part.
Total	571.337		4.077	
Activos:	291.412	51,0%	1.833	45,0%
Ocupados	258.270	88,6%	1.568	85,5%
Cesantes	33.142	11,4%	265	14,5%
No Activos:	279.925	49,0%	2.244	55,0%
Quehaceres Hogar	153.059	54,7%	1.261	56,2%
Estudiando	51.130	18,3%	312	13,9%
Jubilado	47.825	17,1%	457	20,4%
Otra	27.911	10,0%	214	9,5%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2002.

Por otra parte, los antecedentes de población ocupada por Rama de Actividad Económica, presentados en la Tabla 5.5-25, indican que el grupo correspondiente al sector agrícola es el que concentra el mayor número de personas en ambos niveles político-administrativos, con más del 25% y 31% de las ocupaciones, en la VI Región y la comuna de Litueche, respectivamente.

Tabla 5.5-25 Población Ocupada de 15 años y más por Rama de Actividad Económica

Rama de Actividad Económica	VI Región		Litueche	
	Número	Part.	Número	Part.
Agricultura, ganadería y silvicultura	64.733	25,5%	500	31,9%
Pesca	314	0,1%	8	0,5%
Explotación minas y canteras	6.600	2,6%	23	1,5%
Industria	27.948	11,0%	110	7,0%
Suministro electricidad, agua y gas	1.626	0,6%	26	1,7%
Construcción	18.012	7,1%	178	11,4%
Comercio	45.308	17,9%	203	12,9%
Hoteles y restaurantes	4.607	1,8%	21	1,3%
Transporte y comunicación	16.406	6,5%	65	4,1%
Intermediación financiera	2.407	0,9%	5	0,3%
Actividad inmobiliaria y empresarial	15.099	6,0%	59	3,8%
Adm. Pública y defensa	8.785	3,5%	76	4,8%
Enseñanza	14.055	5,5%	116	7,4%
Servicio social y de salud	8.120	3,2%	54	3,4%
Otras actividades sociales	8.040	3,2%	21	1,3%
Servicio doméstico	11.658	4,6%	103	6,6%
Organizaciones extraterritoriales	22	0,0%	0	0,0%
Ignorado	2	0,0%	0	0,0%
Total	253.742	100,0%	1.568	100,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2002.

A nivel regional, otras ramas de actividad de importancia son las correspondientes a comercio, industria, construcción y transporte y comunicación. En Litueche, destacan comercio, construcción, enseñanza, industria y servicio doméstico, entre otros.

En la Tabla 5.5-26 se presenta la evolución de la población de la comuna de Litueche de acuerdo a las cifras presentadas en los cinco últimos censos de población efectuados por INE.

Tabla 5.5-26 Población Total (Habitantes)

Año	Hombres	Mujeres	Total
1970	3.011	2.777	5.788
1982	2.697	2.443	5.140
1992	2.912	2.554	5.466
2002	2.932	2.594	5.526
2017	3.287	3.007	6.294

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE Años 1970, 1982, 1992, 2002 y 2017.

De ésta se desprende que la población total del área al año 1970 sumaba 5.788 habitantes y en 2017 ésta se elevó a 6.294 habitantes, lo que arroja una tasa interanual de crecimiento en ese período del orden de 0,178%. Este indicador para el género masculino asciende a 0,187% y para el femenino a 0,169%.

Tomando en consideración la caracterización de la comuna de Litueche por Condición de Actividad, Rama de Actividad Económica y la tasa interanual de crecimiento de la población, se estimó para el año 2018 la mano de obra disponible para trabajar en el sector agrícola. Estos antecedentes se presentan en la **Tabla 5.5-27**.

De esta manera, se calculó que la población total existente al año 2018 sería de 6.305 habitantes, de los cuales 3.293 corresponden al género masculino y 3.012 al femenino. Aplicando a estos montos la proporción de población de 15 años o más, la laboralmente activa y la empleada en el sector agrícola, se obtiene que al año 2018 la mano de obra disponible es de 616 personas, de las cuales 599 unidades corresponden al género masculino y 17 al femenino.

Entretanto, se debe tener en consideración que la proporción de población inactiva es de 32,9% en hombres y 80,5% en mujeres, de los cuales el 11,9% y 42,4%, respectivamente se ocupa en los quehaceres del hogar. Se estima que una fracción de esos hombres y mujeres, estarían dispuestos a emplearse como personal temporal en el sector agrícola.

Tabla 5.5-27 Proyección Población Año 2018 (Habitantes)

Item	Hombres	Mujeres	Total
Total Area de Estudio (Año 2017)			
Población Total Area Estudio	3.287	3.007	6.294
Población de 15 años y más	2.675	2.464	5.139
Representatividad	81,4%	81,9%	81,6%
Población Económicamente Activa	1.796	481	2.277
Representatividad Población Activa (año 2002)	67,1%	19,5%	44,3%
Población Ocupada	1.523	426	1.949
Tasa de Ocupación (año 2002)	84,8%	88,4%	85,6%
No Activos	879	1.983	2.862
Quehaceres Hogar	104	841	945
Representatividad No Activos (año 2002)	32,9%	80,5%	55,7%
Representatividad Quehaceres Hogar (año 2002)	11,9%	42,4%	33,0%
Ocupados Sector Agrícola	598	17	615
Participación Sector Agrícola	39,3%	4,0%	31,6%
Total Area de Estudio (Año 2018)			
Tasa Interanual Crecimiento (1970-2017)	0,187%	0,169%	0,178%
Población Total Area Estudio	3.293	3.012	6.305
Población de 15 años y más	2.680	2.468	5.148
Población Económicamente Activa	1.799	482	2.281
Población Ocupada	1.526	426	1.952
No Activos	881	1.986	2.867
Quehaceres Hogar	105	842	947
Ocupados Sector Agrícola	599	17	616

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2002 y 2017.

c) La Estrella

En la Tabla 5.5-28 se presenta la población de más de 15 años según condición de actividad. De ésta se desprende que en la VI Región la proporción de población económicamente activa asciende al 51%, mientras que en la comuna de La Estrella es del orden del 32,7%. No obstante, tanto el porcentaje de cesantes como el de ocupados es relativamente semejante en ambos segmentos.

En consecuencia, la población no económicamente activa alcanza la mayor proporción en la comuna de La Estrella con el 67,3% de la población de 15 años y más. En ambos niveles político administrativo, la proporción de los distintos tipos de habitantes sin actividad económica difiere, ya que, en la VI Región el más importante es el de quehaceres del hogar, seguido por estudiantes; en La Estrella ocurre una situación particular, ya que el de mayor cuantía en el grupo de no activos es el clasificado como "Otra" que agrupa al 49% de esa condición, seguido por el correspondiente a quehaceres del hogar y jubilados.

Tabla 5.5-28 Población de 15 años y más según Condición de Actividad

Condición de Actividad	VI Región		La Estrella	
	Número	Part.	Número	Part.
Total	571.337		3.476	
Activos:	291.412	51,0%	1.138	32,7%
Ocupados	258.270	88,6%	989	86,9%
Cesantes	33.142	11,4%	149	13,1%
No Activos:	279.925	49,0%	2.338	67,3%
Quehaceres Hogar	153.059	54,7%	733	31,4%
Estudiando	51.130	18,3%	132	5,6%
Jubilado	47.825	17,1%	328	14,0%
Otra	27.911	10,0%	1.145	49,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2002.

Por otra parte, los antecedentes de población ocupada por Rama de Actividad Económica, presentados en la siguiente tabla, indican que el grupo correspondiente al sector agrícola es el que concentra el mayor número de personas en ambos niveles político-administrativos, con más del 25% y 29% de las ocupaciones, en la VI Región y la comuna de La Estrella, respectivamente.

Otras ramas de actividad de importancia, a nivel regional, son las correspondientes a comercio, industria, construcción y transporte y comunicación. En La Estrella, después de agricultura, aparece administración pública y defensa, seguido por servicio doméstico, comercio y construcción, entre otros.

Tabla 5.5-29 Población Ocupada de 15 años y más por Rama de Actividad Económica

Rama de Actividad Económica	VI Región		La Estrella	
	Número	Part.	Número	Part.
Agricultura, ganadería y silvicultura	64.733	25,5%	288	29,1%
Pesca	314	0,1%	0	0,0%
Explotación minas y canteras	6.600	2,6%	1	0,1%
Industria	27.948	11,0%	46	4,7%
Suministro electricidad, agua y gas	1.626	0,6%	9	0,9%
Construcción	18.012	7,1%	64	6,5%
Comercio	45.308	17,9%	86	8,7%
Hoteles y restaurantes	4.607	1,8%	19	1,9%
Transporte y comunicación	16.406	6,5%	25	2,5%
Intermediación financiera	2.407	0,9%	2	0,2%
Actividad inmobiliaria y empresarial	15.099	6,0%	21	2,1%
Adm. Pública y defensa	8.785	3,5%	238	24,1%
Enseñanza	14.055	5,5%	40	4,0%
Servicio social y de salud	8.120	3,2%	18	1,8%
Otras actividades sociales	8.040	3,2%	34	3,4%
Servicio doméstico	11.658	4,6%	96	9,7%
Organizaciones extraterritoriales	22	0,0%	2	0,2%
Ignorado	2	0,0%	0	0,0%
Total	253.742	100,0%	989	100,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2002.

En la Tabla 5.5-30 se presenta la evolución de la población de la comuna de La Estrella de acuerdo a las cifras presentadas en los cinco últimos censos de población efectuados por INE.

Tabla 5.5-30 Población Total (Habitantes)

Año	Hombres	Mujeres	Total
1970	1.768	1.625	3.393
1982	1.437	1.250	2.687
1992	1.467	1.312	2.779
2002	2.766	1.455	4.221
2017	1.603	1.438	3.041

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE Años 1970, 1982, 1992, 2002 y 2017.

De ésta se desprende que la población total del área al año 1970 sumaba 3.393 habitantes y en 2017 ésta se situó en 3.041 habitantes, lo que arroja una tasa interanual de crecimiento en ese período del orden de -0,233%. Este indicador para el género masculino asciende a -0,208% y para el femenino a -0,260%.

Tomando en consideración la caracterización de la comuna de La Estrella por Condición de Actividad, Rama de Actividad Económica y la tasa interanual de crecimiento de la población, se estimó para el año 2018 la mano de obra disponible para trabajar en el sector agrícola. Estos antecedentes se presentan en la Tabla 5.5-31.

Tabla 5.5-31 Proyección Población Año 2018 (Habitantes)

Item	Hombres	Mujeres	Total
Total Area de Estudio (Año 2017)			
Población Total Area Estudio	1.603	1.438	3.041
Población de 15 años y más	1.359	1.190	2.549
Representatividad	84,8%	82,8%	83,8%
Población Económicamente Activa	526	238	764
Representatividad Población Activa (año 2002)	38,7%	20,0%	32,7%
Población Ocupada	456	209	665
Tasa de Ocupación (año 2002)	86,7%	87,8%	87,0%
No Activos	903	981	1.884
Quehaceres Hogar	53	718	771
Representatividad No Activos (año 2002)	61,3%	80,0%	67,3%
Representatividad Quehaceres Hogar (año 2002)	5,9%	73,1%	40,9%
Ocupados Sector Agrícola	160	10	170
Participación Sector Agrícola	35,1%	4,6%	25,5%
Total Area de Estudio (Año 2018)			
Tasa Interanual Crecimiento (1970-2017)	-0,208%	-0,260%	-0,233%
Población Total Area Estudio	1.600	1.434	3.034
Población de 15 años y más	1.356	1.187	2.543
Población Económicamente Activa	525	237	762
Población Ocupada	455	208	663
No Activos	831	950	1.781
Quehaceres Hogar	49	694	743
Ocupados Sector Agrícola	160	10	169

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2002 y 2017.

De esta manera, se calculó que la población total existente al año 2018 sería de 3.034 habitantes, de los cuales 1.600 corresponden al género masculino y 1.434 al femenino. Aplicando a estos montos la proporción de población de 15 años o más, la laboralmente activa y la empleada en el sector agrícola, se obtiene que al año 2018 la mano de obra disponible es de 169 personas, de las cuales 160 unidades corresponden al género masculino y 10 al femenino.

Entretanto, se debe tener en consideración que la proporción de población inactiva es de 61,3% en hombres y 80% en mujeres, de los cuales el 5,9% y 73,1%, respectivamente se ocupa en los quehaceres del hogar. Se estima que una fracción de esos hombres y mujeres, estarían dispuestos a emplearse como personal temporal en el sector agrícola.

d) Marchigüe

En la Tabla 5.5-32 se presenta la población de más de 15 años según condición de actividad. De ésta se desprende que en la VI Región la proporción de población económicamente activa asciende al 51%, mientras que en la comuna de Marchigüe es del orden del 47%. No obstante, tanto el porcentaje de cesantes como el de ocupados es relativamente semejante en ambos segmentos.

En consecuencia, la población no económicamente activa alcanza la mayor proporción en la comuna de Marchigüe con el 52,8% de la población de 15 años y más. En ambos niveles político administrativo, la proporción de los distintos tipos de habitantes sin actividad económica difiere, ya que, si bien el más importante es el de quehaceres del hogar, a nivel regional el segundo corresponde a estudiantes, pero en Marchigüe el de mayor cuantía es el correspondiente a jubilados, debido a la mayor longevidad de la población.

Tabla 5.5-32 Población de 15 años y más según Condición de Actividad

Condición de Actividad	VI Región		Marchigüe	
	Número	Part.	Número	Part.
Total	571.337		5.157	
Activos:	291.412	51,0%	2.434	47,2%
Ocupados	258.270	88,6%	2.220	91,2%
Cesantes	33.142	11,4%	214	8,8%
No Activos:	279.925	49,0%	2.723	52,8%
Quehaceres Hogar	153.059	54,7%	1.468	53,9%
Estudiando	51.130	18,3%	359	13,2%
Jubilado	47.825	17,1%	707	26,0%
Otra	27.911	10,0%	189	6,9%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2002.

Por otra parte, los antecedentes de población ocupada por Rama de Actividad Económica, presentados en la Tabla 5.5-33, indican que el grupo correspondiente al sector agrícola es el que concentra el mayor número de personas en ambos niveles político-administrativos, con más del 25% y 44% de las ocupaciones, en la VI Región y la comuna de Marchigüe, respectivamente.

Tabla 5.5-33 Población Ocupada de 15 años y más por Rama de Actividad Económica

Rama de Actividad Económica	VI Región		Marchigüe	
	Número	Part.	Número	Part.
Agricultura, ganadería y silvicultura	64.733	25,5%	991	44,6%
Pesca	314	0,1%	1	0,0%
Explotación minas y canteras	6.600	2,6%	0	0,0%
Industria	27.948	11,0%	295	13,3%
Suministro electricidad, agua y gas	1.626	0,6%	14	0,6%
Construcción	18.012	7,1%	187	8,4%
Comercio	45.308	17,9%	192	8,6%
Hoteles y restaurantes	4.607	1,8%	28	1,3%
Transporte y comunicación	16.406	6,5%	77	3,5%
Intermediación financiera	2.407	0,9%	5	0,2%
Actividad inmobiliaria y empresarial	15.099	6,0%	49	2,2%
Adm. Pública y defensa	8.785	3,5%	76	3,4%
Enseñanza	14.055	5,5%	127	5,7%
Servicio social y de salud	8.120	3,2%	53	2,4%
Otras actividades sociales	8.040	3,2%	29	1,3%
Servicio doméstico	11.658	4,6%	96	4,3%
Organizaciones extraterritoriales	22	0,0%	0	0,0%
Ignorado	2	0,0%	0	0,0%
Total	253.742	100,0%	2.220	100,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2002.

A nivel regional, otras ramas de actividad de importancia son las correspondientes a comercio, construcción y transporte y comunicación. En Marchigüe, destacan industria, comercio, construcción, enseñanza y servicio doméstico, entre otros. En la Tabla 5.5-34 se presenta la evolución de la población de la comuna de Marchigüe de acuerdo a las cifras presentadas en los cinco últimos censos de población efectuados por INE.

Tabla 5.5-34 Población Total (Habitantes)

Año	Hombres	Mujeres	Total
1970	2.826	2.676	5.502
1982	2.886	2.746	5.632
1992	3.299	2.910	6.209
2002	3.549	3.355	6.904
2017	3.745	3.563	7.308

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE Años 1970, 1982, 1992, 2002 y 2017.

De ésta se desprende que la población total del área al año 1970 sumaba 5.502 habitantes y en 2017 ésta se elevó a 7.308 habitantes, lo que arroja una tasa interanual de crecimiento en ese período del orden de 0,606%. Este indicador para el género masculino asciende a 0,601% y para el femenino a 0,611%.

Tomando en consideración la caracterización de la comuna de Marchigüe por Condición de Actividad, Rama de Actividad Económica y la tasa interanual de crecimiento de la población, se estimó para el año 2018 la mano de obra disponible para trabajar en el sector agrícola. Estos antecedentes se presentan en la Tabla 5.5-35.

Tabla 5.5-35 Proyección Población Año 2018 (Habitantes)

Item	Hombres	Mujeres	Total
Total Area de Estudio (Año 2017)			
Población Total Area Estudio	3.745	3.563	7.308
Población de 15 años y más	3.119	2.932	6.051
Representatividad	83,3%	82,3%	82,8%
Población Económicamente Activa	2.186	654	2.840
Representatividad Población Activa (año 2002)	70,1%	22,3%	47,2%
Población Ocupada	2.025	566	2.591
Tasa de Ocupación (año 2002)	92,6%	86,6%	91,2%
No Activos	933	2.278	3.211
Quehaceres Hogar	69	1.670	1.739
Representatividad No Activos (año 2002)	29,9%	77,7%	52,8%
Representatividad Quehaceres Hogar (año 2002)	7,4%	73,3%	53,9%
Ocupados Sector Agrícola	1.090	63	1.153
Participación Sector Agrícola	53,8%	11,1%	44,5%
Total Area de Estudio (Año 2018)			
Tasa Interanual Crecimiento (1970-2017)	0,601%	0,611%	0,606%
Población Total Area Estudio	3.768	3.810	7.577
Población de 15 años y más	3.138	3.135	6.273
Población Económicamente Activa	2.200	699	2.899
Población Ocupada	2.037	605	2.642
No Activos	938	2.436	3.374
Quehaceres Hogar	69	1.786	1.855
Ocupados Sector Agrícola	1.097	67	1.164

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2002 y 2017.

De esta manera, se calculó que la población total existente al año 2018 sería de 7.577 habitantes, de los cuales 3.768 corresponden al género masculino y 3.810 al femenino. Aplicando a estos montos la proporción de población de 15 años o más, la laboralmente activa y la empleada en el sector agrícola, se obtiene que al año 2018 la mano de obra disponible es de 1.164 personas, de las cuales 1.097 unidades corresponden al género masculino y 67 al femenino.

Entretanto, se debe tener en consideración que la proporción de población inactiva es de 29,9% en hombres y 77,7% en mujeres, de los cuales el 7,4% y 73,3%, respectivamente se ocupa en los quehaceres del hogar. Se estima que una fracción de esos hombres y mujeres, estarían dispuestos a emplearse como personal temporal en el sector agrícola.

e) Pichilemu

En la Tabla 5.5-36 se presenta la población de más de 15 años según condición de actividad. De ésta se desprende que en la VI Región la proporción de población económicamente activa asciende al 50%, mientras que en la comuna de Pichilemu es del orden del 48,5%. No obstante, tanto el porcentaje de cesantes como el de ocupados es relativamente semejante en ambos segmentos.

En consecuencia, la población no económicamente activa alcanza la mayor proporción en la comuna de Pichilemu con el 51,5% de la población de 15 años y más. En ambos niveles político administrativo, la proporción de los distintos tipos de habitantes sin actividad económica difiere, ya que, si bien el más importante es el de quehaceres del hogar, a nivel regional el segundo

corresponde a estudiantes, pero en Pichilemu el de mayor cuantía es el correspondiente a jubilados, debido a la mayor longevidad de la población.

Tabla 5.5-36 Población de 15 años y más según Condición de Actividad

Condición de Actividad	VI Región		Pichilemu	
	Número	Part.	Número	Part.
Total	571.337		9.121	
Activos:	291.412	51,0%	4.424	48,5%
Ocupados	258.270	88,6%	3.904	88,2%
Cesantes	33.142	11,4%	520	11,8%
No Activos:	279.925	49,0%	4.697	51,5%
Quehaceres Hogar	153.059	54,7%	2.374	50,5%
Estudiando	51.130	18,3%	724	15,4%
Jubilado	47.825	17,1%	1.091	23,2%
Otra	27.911	10,0%	508	10,8%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2002.

Por otra parte, los antecedentes de población ocupada por Rama de Actividad Económica, presentados en la Tabla 5.5-37, indican que el grupo correspondiente al sector agrícola es el que concentra el mayor número de personas en ambos niveles político-administrativos, con más del 25% y 27% de las ocupaciones, en la VI Región y la comuna de Pichilemu, respectivamente.

Otras ramas de actividad de importancia son las correspondientes a comercio, industria, construcción y transporte y comunicación.

Tabla 5.5-37 Población Ocupada de 15 años y más por Rama de Actividad Económica

Rama de Actividad Económica	VI Región		Pichilemu	
	Número	Part.	Número	Part.
Agricultura, ganadería y silvicultura	64.733	25,5%	1.185	27,7%
Pesca	314	0,1%	86	2,0%
Explotación minas y canteras	6.600	2,6%	14	0,3%
Industria	27.948	11,0%	279	6,5%
Suministro electricidad, agua y gas	1.626	0,6%	14	0,3%
Construcción	18.012	7,1%	329	7,7%
Comercio	45.308	17,9%	615	14,4%
Hoteles y restaurantes	4.607	1,8%	171	4,0%
Transporte y comunicación	16.406	6,5%	161	3,8%
Intermediación financiera	2.407	0,9%	28	0,7%
Actividad inmobiliaria y empresarial	15.099	6,0%	146	3,4%
Adm. Pública y defensa	8.785	3,5%	233	5,4%
Enseñanza	14.055	5,5%	146	3,4%
Servicio social y de salud	8.120	3,2%	233	5,4%
Otras actividades sociales	8.040	3,2%	262	6,1%
Servicio doméstico	11.658	4,6%	84	2,0%
Organizaciones extraterritoriales	22	0,0%	131	3,1%
Ignorado	2	0,0%	166	3,9%
Total	253.742	100,0%	4.283	100,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2002.

En la Tabla 5.5-38 se presenta la evolución de la población de la comuna de Pichilemu de acuerdo con las cifras presentadas en los cinco últimos censos de población efectuados por INE.

Tabla 5.5-38 Población Total (Habitantes)

Año	Hombres	Mujeres	Total
1970	3.884	3.862	7.746
1982	4.425	4.419	8.844
1992	5.469	5.041	10.510
2002	6.440	5.952	12.392
2017	8.289	8.105	16.394

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE Años 1970, 1982, 1992, 2002 y 2017.

De ésta se desprende que la población total del área al año 1970 sumaba 7.746 habitantes y en 2017 ésta se elevó a 16.394 habitantes, lo que arroja una tasa interanual de crecimiento en ese período del orden de 1,608%. Este indicador para el género masculino asciende a 1,626% y para el femenino a 1,590%.

Tomando en consideración la caracterización de la comuna de Pichilemu por Condición de Actividad, Rama de Actividad Económica y la tasa interanual de crecimiento de la población, se estimó para el año 2018 la mano de obra disponible para trabajar en el sector agrícola. Estos antecedentes se presentan en la Tabla 5.5-39.

Tabla 5.5-39 Proyección Población Año 2018 (Habitantes)

Item	Hombres	Mujeres	Total
Total Area de Estudio (Año 2017)			
Población Total Area Estudio	8.289	8.105	16.394
Población de 15 años y más	6.666	6.628	13.294
Representatividad	80,4%	81,8%	81,1%
Población Económicamente Activa	4.540	1.796	6.336
Representatividad Población Activa (año 2002)	68,1%	27,1%	48,5%
Población Ocupada	4.008	1.581	5.589
Tasa de Ocupación (año 2002)	88,3%	88,0%	88,2%
No Activos	2.126	4.832	6.958
Quehaceres Hogar	234	2.207	2.441
Representatividad No Activos (año 2002)	31,9%	72,9%	51,5%
Representatividad Quehaceres Hogar (año 2002)	11,0%	69,6%	50,5%
Ocupados Sector Agrícola	1.517	152	1.669
Participación Sector Agrícola	37,8%	9,6%	29,9%
Total Area de Estudio (Año 2018)			
Tasa Interanual Crecimiento (1970-2017)	1,626%	1,590%	1,608%
Población Total Area Estudio	8.424	8.234	16.658
Población de 15 años y más	6.774	6.733	13.508
Población Económicamente Activa	4.613	1.825	6.438
Población Ocupada	4.074	1.606	5.679
No Activos	2.161	4.909	7.070
Quehaceres Hogar	238	3.416	3.654
Ocupados Sector Agrícola	1.542	155	1.696

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2002 y 2017.

De esta manera, se calculó que la población total existente al año 2018 sería de 16.658 habitantes, de los cuales 8.424 corresponden al género masculino y 8.234 al femenino. Aplicando a estos montos la proporción de población de 15 años o más, la laboralmente activa y la empleada en el sector agrícola, se obtiene que al año 2018 la mano de obra disponible es de

1.696 personas, de las cuales 1.542 unidades corresponden al género masculino y 155 al femenino.

Entretanto, se debe tener en consideración que la proporción de población inactiva es de 31,9% en hombres y 72,9% en mujeres, de los cuales el 11% y 69,6%, respectivamente se ocupa en los quehaceres del hogar. Se estima que una fracción de esos hombres y mujeres, estarían dispuestos a emplearse como personal temporal en el sector agrícola.

f) Paredones

En la Tabla 5.5-40 se presenta la población de más de 15 años según condición de actividad. De ésta se desprende que en la VI Región la proporción de población económicamente activa asciende al 51%, mientras que en la comuna de Paredones es del orden del 38%. No obstante, tanto el porcentaje de cesantes como el de ocupados es relativamente semejante en ambos segmentos.

En consecuencia, la población no económicamente activa alcanza la mayor proporción en la comuna de Paredones con el 62% de la población de 15 años y más. En ambos niveles político administrativo, la proporción de los distintos tipos de habitantes sin actividad económica difiere, ya que, si bien el más importante es el de quehaceres del hogar, a nivel regional el segundo corresponde a estudiantes, pero en Paredones el de mayor cuantía es el correspondiente a jubilados, debido a la mayor longevidad de la población.

Tabla 5.5-40 Población de 15 años y más según Condición de Actividad

Condición de Actividad	VI Región		Paredones	
	Número	Part.	Número	Part.
Total	571.337		5.010	
Activos:	291.412	51,0%	1.904	38,0%
Ocupados	258.270	88,6%	1.570	82,5%
Cesantes	33.142	11,4%	334	17,5%
No Activos:	279.925	49,0%	3.106	62,0%
Quehaceres Hogar	153.059	54,7%	1.794	57,8%
Estudiando	51.130	18,3%	289	9,3%
Jubilado	47.825	17,1%	660	21,2%
Otra	27.911	10,0%	363	11,7%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2002.

Por otra parte, los antecedentes de población ocupada por Rama de Actividad Económica, presentados en la siguiente tabla, indican que el grupo correspondiente al sector agrícola es el que concentra el mayor número de personas en ambos niveles político-administrativos, con más del 25% y 38% de las ocupaciones, en la VI Región y la comuna de Paredones, respectivamente. Otras ramas de actividad de importancia a nivel regional son las correspondientes a comercio, industria, construcción, transporte y comunicación, actividad inmobiliaria y enseñanza. Lo mismo ocurre en la comuna, pero luego de comercio son más relevantes las actividades relacionadas con enseñanza, construcción, industria, servicio doméstico y pesca, entre otros.

Tabla 5.5-41 Población Ocupada de 15 años y más por Rama de Actividad Económica

Rama de Actividad Económica	VI Región		Paredones	
	Número	Part.	Número	Part.
Agricultura, ganadería y silvicultura	64.733	25,5%	606	38,6%
Pesca	314	0,1%	63	4,0%
Explotación minas y canteras	6.600	2,6%	7	0,4%
Industria	27.948	11,0%	75	4,8%
Suministro electricidad, agua y gas	1.626	0,6%	25	1,6%
Construcción	18.012	7,1%	92	5,9%
Comercio	45.308	17,9%	211	13,4%
Hoteles y restaurantes	4.607	1,8%	21	1,3%
Transporte y comunicación	16.406	6,5%	91	5,8%
Intermediación financiera	2.407	0,9%	1	0,1%
Actividad inmobiliaria y empresarial	15.099	6,0%	25	1,6%
Adm. Pública y defensa	8.785	3,5%	64	4,1%
Enseñanza	14.055	5,5%	126	8,0%
Servicio social y de salud	8.120	3,2%	32	2,0%
Otras actividades sociales	8.040	3,2%	67	4,3%
Servicio doméstico	11.658	4,6%	64	4,1%
Organizaciones extraterritoriales	22	0,0%	0	0,0%
Ignorado	2	0,0%	0	0,0%
Total	253.742	100,0%	1.570	100,0%

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2002.

En la Tabla 5.5-42 se presenta la evolución de la población de la comuna de Paredones de acuerdo a las cifras presentadas en los cinco últimos censos de población efectuados por INE.

Tabla 5.5-42 Población Total (Habitantes)

Año	Hombres	Mujeres	Total
1970	3.357	3.407	6.764
1982	3.311	3.211	6.522
1992	3.406	3.216	6.622
2002	3.562	3.133	6.695
2017	3.220	2.968	6.188

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE Años 1970, 1982, 1992, 2002 y 2017.

De ésta se desprende que la población total del área al año 1970 sumaba 6.764 habitantes y en 2017 ésta se situó en 6.188 habitantes, lo que arroja una tasa interanual de crecimiento en ese período del orden de -0,278%. Este indicador para el género masculino asciende a -0,130% y para el femenino a -0,430%.

Tomando en consideración la caracterización de la comuna de Paredones por Condición de Actividad, Rama de Actividad Económica y la tasa interanual de crecimiento de la población, se estimó para el año 2018 la mano de obra disponible para trabajar en el sector agrícola. Estos antecedentes se presentan en la Tabla 5.5-43.

Tabla 5.5-43 Proyección Población Año 2018 (Habitantes)

Item	Hombres	Mujeres	Total
Total Area de Estudio (Año 2017)			
Población Total Area Estudio	3.220	2.968	6.188
Población de 15 años y más	2.736	2.473	5.209
Representatividad	85,0%	83,3%	84,2%
Población Económicamente Activa	1.566	392	1.958
Representatividad Población Activa (año 2002)	57,2%	15,9%	38,0%
Población Ocupada	811	206	1.017
Tasa de Ocupación (año 2002)	51,8%	52,6%	51,9%
No Activos	1.170	2.081	3.251
Quehaceres Hogar	87	688	775
Representatividad No Activos (año 2002)	42,8%	84,1%	62,0%
Representatividad Quehaceres Hogar (año 2002)	7,4%	33,1%	23,8%
Ocupados Sector Agrícola	591	29	619
Participación Sector Agrícola	72,8%	13,9%	60,9%
Total Area de Estudio (Año 2018)			
Tasa Interanual Crecimiento (1970-2017)	-0,130%	-0,430%	-0,278%
Población Total Area Estudio	3.216	2.955	6.171
Población de 15 años y más	2.732	2.462	5.195
Población Económicamente Activa	1.563	392	1.954
Población Ocupada	810	206	1.016
No Activos	1.169	2.071	3.240
Quehaceres Hogar	87	685	772
Ocupados Sector Agrícola	590	29	618

Fuente: Elaborado en base a antecedentes del Censo de Población, INE 2002 y 2017.

De esta manera, se calculó que la población total existente al año 2018 sería de 6.171 habitantes, de los cuales 3.216 corresponden al género masculino y 2.955 al femenino. Aplicando a estos montos la proporción de población de 15 años o más, la laboralmente activa y la empleada en el sector agrícola, se obtiene que al año 2018 la mano de obra disponible es de 618 personas, de las cuales 590 unidades corresponden al género masculino y 29 al femenino.

Entretanto, se debe tener en consideración que la proporción de población inactiva es de 42,8% en hombres y 84,1% en mujeres, de los cuales el 7,4% y 33,1%, respectivamente se ocupa en los quehaceres del hogar. Se estima que una fracción de esos hombres y mujeres, estarían dispuestos a emplearse como personal temporal en el sector agrícola.

5.6. Diagnóstico Realidad Agropecuaria de la Zona

5.6.1. Uso y Producción Histórica

Con el propósito de caracterizar el uso y producción histórica del área de estudio de la provincia de Cardenal Caro en la VI Región de O'Higgins, se analizó la información correspondiente a las comunas de Navidad, Litueche, La Estrella, Marchigüe, Pichilemu y Paredones.

Para tales efectos se utilizó como fuente de información el VI y VII Censo Nacional Agropecuario realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas, INE, en las temporadas 1996/97 y 2006/07 y la información del estudio denominado "Diagnóstico para el Plan de Desarrollo Agrícola y Abastecimiento Hídrico en el Secano VI Región" ejecutado por la UTP MdeA Consultores Ltda – Aquaterra Ingenieros Ltda. para la Comisión Nacional de Riego y actualmente en ejecución y que considera la temporada 2017/2018.

En primera instancia, se analizó el uso general del suelo para la provincia Cardenal Caro, por temporada, cuyos resultados se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 5.6-1 Uso del Suelo Provincia Cardenal Caro

Rubros	1997	2007		2017	
	ha	ha	Diferencial	ha	Diferencial
			2007-1997		2017-2007
Cereales	12.235,00	3.465,20	-72,0%	4.066,20	17,0%
Legumbres y tuberculos	887,00	560,90	-37,0%	182,17	-68,0%
Cultivos industriales	2,00	156,10	7705,0%		-100,0%
Semilleros	6,00	156,20	2503,0%		-100,0%
Hortalizas	745,38	411,50	-45,0%	58,37	-86,0%
Flores		75,10	100,0%		-100,0%
Frutales	467,00	2.272,50	387,0%	6.137,62	170,0%
Viñas	671,70	3.720,60	454,0%	6.171,04	66,0%
Forrajeras	4.038,00	5.453,70	35,0%	7.086,14	30,0%
Total	19.052,08	16.271,80	-15,0%	23.701,54	46,0%

Fuente: Elaborado con antecedentes de VI y VII Censo Nacional Agropecuario del INE.

En términos generales, cabe señalar que se constató una contracción de la superficie dedicada a la agricultura entre los años 1997 y 2007, disminución de un 15% con relación a la superficie cultivada el año 1997. Entre los rubros que decrecieron se encuentran los cereales, legumbres y tubérculos y hortalizas. En contraposición, rubros como semilleros, flores, frutales, viñas y forrajeras incrementaron su superficie en el año 2007, pero esta no fue suficiente para evitar la caída de la superficie agrícola total.

Al comparar los años 2017 con el año 2007, se constata un incremento de la superficie total agrícola, del orden de un 46% más que el año 2007. En este crecimiento de la superficie agrícola, son de interés los frutales con un 170%, las viñas con 66%, las forrajeras con 30% y los cereales con 17%. Pese a este incremento de superficie, se ha producido descensos en otros rubros, como es el caso de hortalizas en un -86%, legumbres y tubérculos en un -68% y desaparición del cultivo de flores, semilleros y cultivos industriales.

En relación a la superficie regada, información que se presenta por comuna y para el total de la provincia en la Tabla 5.6-2, se observa un incremento de dicha condición en la mayor parte de las comunas a excepción de Pichilemu y Paredones, donde el riego después de crecer entre el periodo 1997-2007, se produce un retroceso al año 2017.

Tabla 5.6-2 Superficie de Riego por Comuna

Comuna	1997			2007			2017			Diferenciales ha Totales	
	Total	Tecnificado		Total	Tecnificado		Total	Tecnificado		2007-1997	2017-2007
	ha	ha	%	ha	ha	%	ha	ha	%	%	%
Navidad	283,00	1,40	0,0%	411,96	121,90	30,0%	915,41	804,63	88,0%	46%	122%
Litueche	485,20	60,80	13,0%	521,85	389,20	75,0%	1.688,50	1.670,00	99,0%	8%	224%
La Estrella	234,10	123,10	53,0%	1.000,80	852,20	85,0%	4.539,65	4.504,00	99,0%	328%	354%
Marchihue	1.470,20	910,90	62,0%	5.398,71	5.095,81	94,0%	6.492,60	6.310,20	97,0%	267%	20%
Paredones	8,30	0,00	0,0%	237,30	205,50	87,0%	221,70	177,08	80,0%	2759%	-7%
Pichilemu	297,60	141,40	48,0%	349,59	214,66	61,0%	306,90	71,23	23,0%	17%	-12%
Total	2.778,40	1.237,60	45,0%	7.920,21	6.879,27	87,0%	14.164,76	13.537,14	96,0%	185%	79%

Fuente: Elaborado con antecedentes de VI y VII Censo Nacional Agropecuario del INE.

La comuna que ha experimentado un mayor crecimiento del riego es La Estrella, que entre el período 2007-2017 creció un 354%, seguido por Litueche con un 224%.

Con relación al riego tecnificado, de ser en promedio el año 1997 un 45% de la superficie total regada, pasa a un 96% en el año 2017. La comuna con un menor porcentaje de riego tecnificado es Pichilemu, siendo apenas un 23% del total regado, situación que se debe al carácter eminentemente forestal y turístico de esta comuna.

En cuanto a la superficie frutal, información que se presenta en las siguientes tablas (5.6-3 a la 5.6-8), se observa claramente el incremento de dicha actividad, así como también de la actividad vitivinícola.

En efecto, en la comuna de Navidad de 132,2 ha en el año 1997, se pasó a 362,6 ha en 2007 y a 821,79 ha al año 2017. Los principales aumentos se producen en vid vinífera, palto, almendro y arándanos.

Tabla 5.6-3 Superficie de Frutales Comuna de Navidad

Frutales y Vides	1997	2007		2017	
	ha	ha	Diferencial 2007-1997	ha	Diferencial 2017-2007
Almendro	1,00	6,70	570,0%	13,15	96,0%
Arándano		7,00	100,0%	10,24	46,0%
Ciruelo Europeo		10,00	100,0%	9,85	-1,0%
Duraznero	4,30	2,50	-42,0%	1,51	-40,0%
Frutilla				1,71	100,0%
Limonero	7,10	21,50	203,0%	8,97	-58,0%
Mandarina				5,38	100,0%
Naranja	2,80	11,60	314,0%		-100,0%
Nogal	8,20	98,30	1099,0%	0,83	-99,0%
Olivo	0,10	8,70	8600,0%		-100,0%
Palto	15,50	131,80	750,0%	93,65	-29,0%
Huerta Frutal	20,70		-100,0%	4,13	100,0%
Uva de Mesa	0,10	0,70	600,0%		-100,0%
Otros Frutales	0,20	8,40	4100,0%		-100,0%
Vid Vinífera	72,20	55,40	-23,0%	672,37	1114,0%
Total	132,20	362,60	174,0%	821,79	127,0%

Fuente: Antecedentes de INE y Ciren Corfo.

Tabla 5.6-4 Superficie de Frutales Comuna de Litueche

Frutales y Vides	1997	2007		2017	
	ha	ha	Diferencial 2007-1997	ha	Diferencial 2017-2007
Almendro	0,10	54,50	54400,0%		-100,0%
Arándano		10,90	100,0%	2,42	-78,0%
Ciruelo Europeo	0,30	0,30			-100,0%
Duraznero		0,20	100,0%		-100,0%
Frambuesa		0,50	100,0%		-100,0%
Frutilla	22,20	20,10	-9,0%	23,41	16,0%
Limonero		0,70	100,0%		-100,0%
Mandarina				18,55	100,0%
Naranja	0,50	7,20	1340,0%		-100,0%
Nogal	0,20	14,00	6900,0%	110,42	689,0%
Olivo		5,90	100,0%	0,79	-87,0%
Palto		11,50	100,0%	110,85	864,0%
Huerta Frutal	16,40		-100,0%	5,07	100,0%
Otros Frutales	1,20	24,90	1975,0%		-100,0%
Vid Vinífera	12,70	152,84	1103,0%	800,97	424,0%
Total	53,60	303,54	466,0%	1.072,47	253,0%

Fuente: Antecedentes de INE y Ciren Corfo.

En el caso de la comuna de Litueche, de 53 ha en el año 1997 a la fecha existen alrededor de 1.072 ha de frutales y viñas, es decir, un incremento del 2000%. Los cultivos que más han crecido son vid vinífera, palto y nogal. En el caso de la vid vinífera, esta creció del orden de las 790 ha en el período mencionado.

Tabla 5.6-5 Superficie de Frutales Comuna de La Estrella

Frutales y Vides	1997	2007		2017	
	ha	ha	Diferencial	ha	Diferencial
			2007-1997		2017-2007
Almendro	0,10	1,00	900,0%	66,27	6527,0%
Arándano		15,50	100,0%	37,83	144,0%
Ciruelo Europeo	1,00	72,00	7100,0%	186,89	160,0%
Duraznero	0,60	0,80	33,0%	1,28	60,0%
Frambuesa		0,30	100,0%		-100,0%
Frutilla	2,30	2,00	-13,0%		-100,0%
Limonero	0,20	0,50	150,0%	1,36	173,0%
Mandarina				4,80	100,0%
Naranja	0,80	0,50	-38,0%		-100,0%
Nogal	0,40	35,40	8750,0%	281,40	695,0%
Olivo	2,50	638,90	25456,0%	3.808,10	496,0%
Palto	0,20	4,70	2250,0%	29,35	524,0%
Huerta Frutal	7,50		-100,0%		
Uva de Mesa	0,40		-100,0%		
Otros Frutales	2,40	9,10	279,0%	0,45	-95,0%
Vid Vinífera	81,20	107,00	32,0%	78,24	-27,0%
Total	99,60	887,70	791,0%	4.495,96	406,0%

Fuente: Antecedentes de INE y Ciren Corfo.

La comuna de La Estrella es la que ha presentado un mayor crecimiento, 791% entre el período 1997-2007 y 406% en el período 2007-2017. El incremento de superficie es de 4.396 ha entre los años 1997 y 2017. La especie con mayor incremento de superficie es el olivo con 496% entre el período 2007 y 2017. Otras especies con crecimiento significativo son almendro, ciruelo europeo, nogal, arándano, vid vinífera y palto.

En cuanto a Marchigüe, esta comuna si bien porcentualmente entre el año 2007 y 2017 no es relevante, en términos de superficie regada si lo es, al constatarse 5.646 ha regadas en el año 2017. Al comparar la cifra anterior con la superficie existente en el año 1997, de 595 ha, se deduce un incremento relevante, el cual fue significativo al año 2007. La especie de mayor importancia es la vid vinífera con 4.433 ha actualmente cultivadas en la comuna.

Tabla 5.6-6 Superficie de Frutales Comuna de Marchigüe

Frutales y Vides	1997	2007		2017	
	ha	ha	Diferencial 2007-1997	ha	Diferencial 2017-2007
Almendro	0,10	100,20	100100,0%	119,43	19,0%
Arándano		25,60	100,0%	22,98	-10,0%
Ciruelo Europeo	201,10	411,60	105,0%	388,94	-6,0%
Duraznero	0,30	3,00	900,0%	5,16	72,0%
Frambuesa		0,60	100,0%		-100,0%
Frutilla	10,50	0,50	-95,0%		-100,0%
Limonero	1,30	0,10	-92,0%	1,14	1044,0%
Mandarina		0,30	100,0%		-100,0%
Naranja	11,00		-100,0%	2,17	100,0%
Nogal		20,10	100,0%	16,86	-16,0%
Olivo	1,00	185,20	18420,0%	617,65	234,0%
Palto		4,90	100,0%		-100,0%
Huerta Frutal	11,70		-100,0%	5,18	100,0%
Uva de Mesa		36,50	100,0%	10,63	-71,0%
Otros Frutales	5,60	37,10	563,0%	23,69	-36,0%
Vid Vinífera	352,60	3.294,50	834,0%	4.433,15	35,0%
Total	595,20	4.120,20	592,0%	5.646,98	37,0%

Fuente: Antecedentes de INE y Ciren Corfo.

Tabla 5.6-7 Superficie de Frutales Comuna de Pichilemu

Frutales y Vides	1997	2007		2017	
	ha	ha	Diferencial 2007-1997	ha	Diferencial 2017-2007
Almendro		25,60	100,0%		-100,0%
Ciruelo Europeo		12,00	100,0%		-100,0%
Duraznero	0,10		-100,0%		
Frambuesa	43,00	24,60	-43,0%	32,00	30,0%
Frutilla				6,45	100,0%
Limonero	17,00	32,30	90,0%	21,08	-35,0%
Naranja	2,50	0,50	-80,0%		-100,0%
Nogal		20,10			-100,0%
Olivo	0,50	1,40	180,0%		-100,0%
Palto	2,50	1,70	-32,0%		-100,0%
Huerta Frutal	7,90		-100,0%	11,27	100,0%
Uva de Mesa		0,50			-100,0%
Otros Frutales	3,00	8,70	190,0%		-100,0%
Vid Vinífera	0,60	1,80	200,0%		-100,0%
Total	77,10	129,20	68,0%	70,80	-45,0%

Fuente: Antecedentes de INE y Ciren Corfo.

En cuanto a las comunas de Pichilemu y Paredones, los incrementos de superficie de frutales y vides no son significativos, incluso en Pichilemu con un crecimiento negativo. Sólo en Paredones

se produce un aumento significativo para la vid vinífera, al pasar de 120,9 ha en el año 2007 a 289,86 ha en el año 2017, expansión de 140%.

Tabla 5.6-8 Superficie de Frutales Comuna de Paredones

Frutales y Vides	1997	2007		2017	
	ha	ha	Diferencial	ha	Diferencial
			2007-1997		2017-2007
Arándano		3,00	100,0%	2,96	-1,0%
Frutilla		16,30	100,0%	0,49	-97,0%
Limonero	0,20		-100,0%		
Nogal	0,30	8,10	2600,0%	1,24	-85,0%
Olivo		28,20	100,0%	26,47	-6,0%
Palto		0,70	100,0%		-100,0%
Huerta Frutal	10,00		-100,0%	7,32	100,0%
Otros Frutales	18,50	1,70	-91,0%		-100,0%
Vid Vinífera	152,40	120,90	-21,0%	289,86	140,0%
Total	181,40	178,90	-1,0%	328,34	84,0%

Fuente: Antecedentes de INE y Ciren Corfo.

5.6.2. Canales de comercialización

El área de estudio involucra las seis comunas que conforman la provincia de Cardenal Caro, donde el cultivo de praderas está destinado a la alimentación de ganado bovino, ovino y caprino.

En términos generales, cabe señalar que, dentro de los destinos de producción y formas de comercialización de los distintos productos, se destaca la agricultura de venta directa en molinos, ferias ganaderas y agroindustrias, la de exportación, la de contrato y la formulada por los intermediarios que adquieren la producción directamente en el predio.

A continuación, se presenta una descripción del destino de la producción y los canales de comercialización que enfrentan hoy en día los productores de la zona en cada comuna en estudio.

a) Navidad

En la comuna de Navidad, una parte de la cosecha de los diferentes rubros se destina a autoconsumo. En cultivos anuales, los productos con comercialización son garbanzo, papa, poroto y trigo, cuyas ventas tienen lugar en el predio. Asimismo, en hortalizas, todas las ventas se realizan en el predio, las especies comercializadas son arveja verde, choclo, lechuga, tomate, poroto verde y granado.

En pecuarios, las ventas de cordero son en el predio, entre los meses de septiembre y diciembre.

En frutales el arándano, se vende a exportadoras ubicadas en San Fernando, mientras que la producción de frutilla (oct-may), mandarina y palta (oct-mar), se transan en el predio. La vid vinífera, por su parte, registra transacciones tanto de chicha, en el predio, como de uva, en plantas vitivinícolas de Curicó.

b) Litueche

El grupo de cultivos anuales está representado por trigo, producto que se transa en los mismos predios.

En el rubro ganadero, las ventas de novillos se efectúan durante todo el año; tanto en la feria ganadera de Melipilla como puesto predio. Los corderos se transan a nivel predial, entre septiembre y diciembre, y los caprinos se venden durante el año, en el predio.

En frutales, en el caso de aceituna, se vende procesada para consumo, en el predio, entre los meses de mayo y septiembre. La frutilla, se vende en el predio, mientras que las nueces, se transan tanto en el predio, como en exportadora ubicada en Buin, ambas con cáscara. La vid vinífera, se vende a la viña Concha y Toro u otras viñas ubicadas en la zona.

c) La Estrella

En cultivos anuales, destacan las ventas de grabanzo y trigo; el primero, se transa en el predio, en tanto que el segundo, se comercializa en molinos de Melipilla y a nivel predial.

En el rubro ganadero, los productores de ganado bovino, venden en el predio, así como también ovinos y caprinos.

En hortalizas, la venta de sandías y melones ocurre en el predio. Los frutales, entretanto, representados por ciruelo europeo y nogal, en la primera especie, la venta ocurre en el predio y exportadora de Requínoa. Las nueces, entretanto, se destina el producto con cáscara a una exportadora ubicada en Requínoa.

d) Marchigüe

Los cultivos anuales están representados por trigo y maíz grano; en el primero, el 75% vende toda la cosecha en diciembre en molinos de Melipilla y el resto transa el 80% de la producción, en el predio. En maíz, transan toda la cosecha en Agrosuper, en abril.

En el rubro ganadero, el ganado bovino, se vende tanto en Feria de San Fernando como a nivel de predio, durante el año. En ovinos, las transacciones se realizan en el mismo predio, entre septiembre y diciembre.

En hortalizas, el principal punto de ventas es la feria de Marchigüe, durante todo el año.

En frutales, las almendras, se venden en abril, en el predio, con cáscara y pelón. Los arándanos, registran ventas entre septiembre y diciembre, en el predio. Las ciruelas deshidratadas, registran ventas en abril a exportadoras de Buin y VI Región. En olivo, se transa la aceituna para consumo en abril, directamente en el predio.

La producción de vid vinífera, para aquellos que no tienen la capacidad de vinificar, venden la uva entre marzo y abril, directamente a empresas vitivinícolas ubicadas en Peumo y El Huique, otros transan en el predio.

e) Pichilemu

En la comuna de Pichilemu, entre los cultivos anuales con ventas destaca la presencia de papas, quínoa y trigo. En el primero, se transa toda la producción, al detalle en Pichilemu. La quínoa, se vende todo el año en el predio, los intermediarios llevan el producto a Santiago. En trigo, la mayoría vende toda la cosecha, entre enero y marzo, tanto en el predio como en el molino de Melipilla.

En pecuarios, los bovinos se transan en el predio, durante todo el año, como también los corderos, entre los meses de septiembre y diciembre.

En hortalizas, destaca la lechuga, con ventas todo el año, tanto en el predio como en el mercado o feria de Pichilemu; el tomate, con transacciones entre noviembre y abril, en el mercado de Pichilemu.

Los frutales están representados por frambuesa, frutilla y limón. En la primera, las ventas ocurren entre diciembre y abril, en el predio, los intermediarios llevan la fruta a Chimbarongo. La frutilla, se vende entre septiembre y marzo; despachan la fruta a la feria y también la transan en el predio. El limón, se comercializa toda la cosecha, entre octubre y marzo, en el predio.

f) Paredones

En la comuna de Paredones, los cultivos anuales están representados por trigo, donde la venta de toda la producción ocurre entre diciembre y febrero, o la transacción del 50 a 60% de la cosecha en el predio. En hortalizas, entretanto, destaca la venta de arveja verde en el predio.

En pecuarios se constata la venta de bovinos y ovinos. Los primeros pueden ser comercializados en las ferias ganaderas de Curicó y San Fernando, aunque también venden en el predio. Los corderos, se venden en el predio entre los meses de septiembre y febrero.

Los frutales, corresponden a arándano, frutilla y nogal. El primero se transa en el predio, la frutilla se vende en Vichuquén y las nueces, con cáscara, se comercializan en el predio.

En el caso de la vid vinífera, se transa toda la cosecha entre marzo y abril, algunos casos corresponden a la cepa País, vendida en el predio y otros son cultivares finos como Sauvignon

Blanc y Pinot Noir, las que se despachan a plantas vitivinícolas ubicadas en San Fernando y Santa Cruz.

g) Conclusiones

En el área de estudio se identifican diferentes modos de comercialización, los que varían según la comuna involucrada. En términos generales, cabe señalar que, en cultivos anuales, como papas, garbanzo, poroto y quínoa, éstos se venden en el predio, tanto a agentes intermediarios como a consumidores. En trigo, la mayor parte se vende directamente en los molinos, especialmente en el caso de los productores de mayor tamaño, mientras que el maíz se transa en Agrosuper. En todas estas especies existen productores que dejan una parte de la cosecha para autoconsumo.

En pecuarios, el ganado bovino se comercializa tanto en el predio como en ferias ganaderas, estas últimas situadas en Melipilla, San Fernando y Curicó. Los ovinos y caprinos se transan en el predio, mayoritariamente entre septiembre y diciembre. Algunos productores venden parte de su producción de fardos de alfalfa, en el predio.

Las hortalizas, representadas por arveja verde, choclo, melón, lechuga, poroto verde y granado, sandía y tomate, se transan mayoritariamente en el predio, en algunos casos venden en feria. En frutales, existen especies de exportación como arándano y ciruelo europeo, que son despachadas a empresas exportadoras. En otros como nogal y almendro, algunas se transan en el predio y otras a plantas. En olivo, se constató la elaboración de aceite de oliva, la venta de aceitunas a plantas de aceite de oliva y los productores que procesan y venden las aceitunas preparadas para consumo. En otras especies como limonero, naranjo, palto y frutilla, entre otras, se detectó principalmente la venta en el predio.

De esta manera, en materia de comercialización, queda un amplio margen por mejorar, ya que si los productores se asociaran podrían mejorar sus precios, como es el caso de los productos vendidos en el predio donde el intermediario es el que se lleva la mayor ganancia y no corre el riesgo de los agricultores en cuanto a inversión, trabajo y eventos climáticos que pueden dañar las cosechas.

En frutales de exportación los agricultores entregan la fruta directamente a las empresas exportadoras, el descarte de ésta se destina a la agroindustria o al mercado interno. Cabe destacar que las empresas exportadoras prestan asesoría técnica a los productores, y en algunos casos pueden anticipar parte del pago de la cosecha, situación que depende de las condiciones del contrato. Al momento de la liquidación, los anticipos son descontados, al igual que los intereses. Existen diferentes modalidades de contrato para la comercialización de cada especie, tanto para la fruta de exportación como para la agroindustria, todo dependerá de las perspectivas de cada temporada. En este sentido, cabe señalar que lo óptimo es que cada productor negocie directamente con la empresa exportadora o agroindustria, para lo cual debe estar informado de que sucede en el ámbito internacional respecto de sus productos.

La uva vinífera, por su parte, presenta diferentes modos de comercialización. En efecto, la uva puede ser adquirida en estado fresco o como vino por las distintas empresas vitivinícolas. Asimismo, existe la alternativa que el predio sea de propiedad de una empresa vitivinícola y ésta elabore su propio vino y lo exporte o bien lo transe en el mercado nacional. También existe la posibilidad de que el productor venda la uva o el vino directamente en el predio.

En el caso de las hortalizas de consumo fresco, cabe señalar que la mejor alternativa es comercializar los productos directamente en las ferias o mercados mayoristas.

Para todos los rubros señalados la VI Región cuenta con una adecuada infraestructura de comercialización, lo ideal es que los productores vendan directamente sus productos, ya sea en las empresas exportadoras, agroindustria o mercados mayorista, ya que para obtener mejores precios de venta es necesario no realizar transacciones con intermediarios.

En efecto, en el ámbito frutícola la Región de Bernardo O'Higgins dispone de líneas de procesamiento, selección, embalaje, almacenamiento, congelados, pulpas y jugos de fruta. En el rubro de exportación, es importante señalar que existen numerosas empresas que participan activamente dentro de la región, entre las cuales se pueden mencionar, Del Curto S.A, Pacifics S.A, Río Blanco Ltda., Frusan, Unifrutti Traders Ltda., Prize Ltda., etc.

En este contexto es importante señalar que existe una amplia gama de posibilidades de elaboración de productos agroindustriales, como son vinos, mermeladas, conservas, congelados, deshidratados, pulpas y jugos, entre otros. Para estos productos los poderes de compra están dados por las viñas Misiones de Rengo, Torreón de Paredes, Morandé y la empresa de jugos concentrados Patagonia Fresh de IANSA, ubicada en San Fernando.

Por otra parte, cabe señalar que, los distintos acuerdos comerciales suscritos por Chile han sido beneficiosos para el sector agrícola, ya que se espera un crecimiento de las exportaciones hacia los distintos nichos comerciales.

Se debe tener en consideración que países como Estados Unidos y los que conforman la Unión Europea subsidian la producción agrícola y las exportaciones, especialmente en rubros como cereales. Lo anterior se traduce en una reducción artificial de los precios internacionales y en una disminución de la competitividad de los países que no subsidian su agricultura, como es el caso de Chile.

No obstante, como consecuencia de la firma de los TLC y de las reuniones ministeriales sostenidas en diversos foros, se ha instado a la eliminación de los subsidios agrícolas, situación que en el mediano plazo se materializará, por lo cual no es relevante analizar el efecto de los subsidios en los productos importados por Chile desde esos orígenes.

En la Tabla 5.6-9 se presentan las perspectivas para cada rubro analizado en el mediano a largo plazo, es decir, cuando los Tratados de Libre Comercio actualmente vigentes concluyan su desgravación arancelaria. El signo "+" corresponde a perspectivas favorables, el signo "-" a desfavorables. El signo "0", representa un escenario neutral, por cuanto se trata de productos

como carne y garbanzo, en que Chile tradicionalmente había sido un importador neto, pero con el crecimiento de la producción y adopción de nuevas tecnologías nuestro país se encuentra incursionando en las exportaciones hacia otros mercados, lo que contribuiría a mantener estables los precios en el mercado interno.

Tabla 5.6-9 Perspectivas en el Mediano a Largo Plazo

Producto	Perspectiva
Avena	+
Garbanzo	0
Maíz Grano	-
Poroto	+
Trigo	-
Carne bovina	0
Carne ovina	+
Alfalfa	+
Arveja congelada	+
Choclo Congelado	+
Tomate	+
Arándano	+
Almendro	+
Ciruela Deshidratada	+
Duraznos Procesados	+
Frambuesa congelada	+
Frutilla congelada	+
Limón	+
Mandarina	+
Naranja	+
Nueces	+
Palta	+
Uva de Mesa	+
Aceite de Oliva	+
Vinos	+

Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que las exportaciones de frutas frescas y procesadas, hortalizas, aceite de oliva y vinos, debieran continuar con la tendencia creciente constatada actualmente, lo que se fundamenta en que, con motivo de los acuerdos comerciales, éstas podrán competir en mejor pie en el mercado internacional, debido a la rebaja de aranceles de internación.

En cuanto a la carne bovina, se debe señalar que las exportaciones si bien son recientes, la apertura de exigentes mercados tanto en aspectos sanitarios como de calidad, transformarán la producción doméstica. Tendrá lugar una reorientación del mercado, ya que lo más probable es que las importaciones continúen aumentando, pero los precios internos se mantendrán estables, en la medida que se consoliden los mercados de exportación.

Así, en carne, los países de destino son diferentes a los de origen, estos últimos son nichos más exigentes que buscan un producto de una calidad determinada y con un alto estándar sanitario.

Asimismo, en el caso de la carne bovina, si bien no se espera un aumento de los precios en el ámbito nacional, se estima que los alcanzados actualmente se mantendrán estables, por cuanto las exportaciones lograrán contrarrestar el efecto de las importaciones. En trigo y maíz la situación es más compleja, ya que las internaciones inciden directamente en el precio del mercado nacional. Sólo se mantendrán vigentes los productores que logren economías de escala, situación que tendrá lugar en todas las áreas productoras del país, especialmente en aquellas con condiciones climáticas más favorables para el desarrollo de estas especies.

5.6.3. Infraestructura Agroindustrial

Cabe señalar que las comunas analizadas comprenden dentro de su infraestructura agroindustrial lo necesario para el proceso de fruta fresca, seca, elaboración de aceite de oliva, mermeladas, jugos y deshidratados, como también plantas de embalaje, frío y prefrío para la exportación de las diferentes especies frutales desarrolladas en el área de estudio.

Para efectos de utilizar la información de infraestructura agroindustrial de CIREN CORFO se dividió el área de estudio, según ubicación geográfica, para presentar este tipo de infraestructura en las comunas involucradas y otras aledaños. Así, en el primer grupo se encuentra La Estrella, Litueche y Navidad, con las cercanas correspondientes a Pichidegua, Las Cabras, Peumo, San Vicente, Rengo y Malloa. Esta información se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 5.6-10 Plantas Agroindustriales Frutícolas

Comuna	Tipo de Agroindustria	N° de Empresas	Tipo de Proceso	Capacidad de Proceso	Especie
La Estrella	Planta Agroindustrial	1	Elab. Aceite	18.300 kilos/día	Olivo
Las Cabras	Planta Agroindustrial	1	Proceso Fruta Seca	350.000 kilos/día	Nogal
	Planta frío	6	Frío y Prefrío	364 – 14.976 m ³	s/i
Rengo	Planta Embalaje	15	Embalaje	851 – 150.000 kilos/día	Cerezo, Uva de Mesa Arándano, Nogal y Almendro
	Planta Agroindustrial	1	Deshidratado	10.000 kilos/día	Ciruelo Europeo
	Planta Agroindustrial	3	Proceso Fruta Seca	3.350- 6.100 kilos/día	Almendro
	Planta frío	15	Frío y Prefrío	366-19.200 m ³	s/i
Peumo	Planta Embalaje	28	Embalaje	3.500 – 50.000 kilos/día	Cerezo, Manzano, Uva de Mesa Duraznero, Nectarino, Ciruelo Japonés y Peral
	Planta Agroindustrial	1	Deshidratado	230.000 kilos/día	Ciruelo Europeo
	Planta frío	8	Frío y Prefrío	217-8.317 m ³	s/i
Malloa	Planta Embalaje	23	Embalaje	125 – 24.000 kilos/día	Arándano, Uva de Mesa Naranja, Damasco, Palto y Limonero
	Planta Agroindustrial	2	Mermeladas	25.000 - 27.500 kilos/día	Damansco y Duraznero
	Planta Agroindustrial	1	Elab. Aceite	30.000 kilos/día	Olivo
	Planta frío	5	Frío	378 – 9.728 m ³	s/i
San Vicente	Planta Embalaje	8	Embalaje	1.000 – 60.000 kilos/día	Cerezo, Manzano, Uva de Mesa Arándano, Duraznero y Ciruelo Japonés
	Planta Agroindustrial	1	Confitado	100 kilos/día	Almendro
		2	Deshidratado	8.000 - 10.000 kilos/día	Dur. Conservero y Ciruelo Europeo
		1	Congelado IQF	5.000 kilos/día	Frambuesa
	Planta Agroindustrial	1	Proceso Fruta Seca	1.400 kilos/día	Almendro
Planta frío	19	Frío y Prefrío	55 – 11.232 m ³	s/i	
Pichidegua	Planta Embalaje	37	Embalaje	3.800 – 74.400 kilos/día	Ciruelo Japonés, Duraznero Uva de Mesa, Damasco, Kiwi, Nectarino, Peral y Naranja
	Planta Embalaje	14	Embalaje	600 – 41.000 kilos/día	Uva de Mesa, Naranja, Arándano, Limonero

Fuente: Elaborado con antecedentes del Directorio Agroindustrial Frutícola de Chile, CIREN-CORFO, VI Región Año 2009.

El segundo grupo está constituido por las comunas de Marchigüe, Paredones y Pichilemu, donde además de considerar la existencia de infraestructura en ellas, se incluyó la presente en las comunas de Santa Cruz, Nancagua, Chépica, Peralillo, Palmilla y San Fernando. Esta información se presenta en la tabla siguiente.

En el ámbito frutícola la región de Bernardo O'Higgins dispone de líneas de procesamiento, selección, embalaje y almacenamiento de fruta. En el rubro de exportación, es importante señalar que existen a lo menos doce empresas que participan activamente dentro de la región, entre las cuales se pueden mencionar Del Curto S.A, Pacifics S.A, Río Blanco Ltda., Unifrutti Traders Ltda., Prize Ltda., etc.

Por otra parte, cabe señalar que la región dispone de la presencia molinos de trigo, poderes compradores de maíz y ferias ganaderas.

Tabla 5.6-11 Plantas Agroindustriales Frutícolas

Comuna	Tipo de Agroindustria	N° de Empresas	Tipo de Proceso	Capacidad de Proceso	Especie
Lolol	Planta Agroindustrial	2	Elab.Aceite	1.500- 500.000 kilos/día	Olivo
	Planta Embalaje	6	Embalaje	3.994 – 16.224 kilos/día	Uva de Mesa
Pumanque	Planta frío	2	Frío y Prefrío	256 – 2.142 m ³	s/i
	Planta Embalaje	4	Embalaje	540 – 57.000 kilos/día	Uva de Mesa Arándano
Marchigüe	Planta Agroindustrial	1	Elab.Aceite	8.000 kilos/día	Olivo
	Planta Agroindustrial	3	Deshidratado	20.000- 110.000 kilos/día	Ciruelo Europeo
	Planta frío	1	Frío	60 m ³	s/i
	Planta Embalaje	4	Embalaje	750 – 1.000 kilos/día	Arándano
Paredones	Planta frío	1	Frío	72 m ³	s/i
Pichilemu	Planta Embalaje	1	Embalaje	860 kilos/día	Frambuesa
Santa Cruz	Planta Agroindustrial	16	Deshidratado	1.200 - 300.000 kilos/día	Ciruelo Europeo
	Planta frío	2	Frío	4.258 – 25.000 m ³	s/i
	Planta Embalaje	8	Embalaje	720 – 17.000 kilos/día	Uva de Mesa Arándano,
Nancagua	Planta Agroindustrial	12	Deshidratado	500 - 50.000 kilos/día	Ciruelo Europeo
	Planta frío	1	Frío	2.100 m ³	s/i
	Planta Embalaje	27	Embalaje	360 – 50.669 kilos/día	Uva de Mesa Arándano,
Chépica	Planta Agroindustrial	3	Deshidratado	12.000 - 40.000 kilos/día	Ciruelo Europeo
	Planta Embalaje	9	Embalaje	3.600 – 28.000 kilos/día	Uva de Mesa Naranja
Palmilla	Planta Agroindustrial	6	Deshidratado	3.000 - 36.000 kilos/día	Ciruelo Europeo
	Planta frío	1	Prefrío	1.600 m ³	s/i
	Planta Embalaje	12	Embalaje	1.679 – 61.600 kilos/día	Uva de Mesa, Peral, Ciruelo Europeo y Duraznero
Peralillo	Planta Agroindustrial	1	Elab.Aceite	5.000 kilos/día	Olivo
	Planta Agroindustrial	5	Deshidratado	1.600- 12.000 kilos/día	Ciruelo Europeo
	Planta Embalaje	3	Embalaje	825 – 11.088 kilos/día	Arándano, Uva de Mesa y Ciruelo Europeo
San Fernando	Planta Agroindustrial	2	Deshidratado	10.000 - 15.000 kilos/día	Ciruelo Europeo
	Planta Agroindustrial	1	Jugo	400.000 kilos/día	Manzano
	Planta frío	5	Frío y Prefrío	20 – 14.491 m ³	s/i
	Planta Embalaje	30	Embalaje	500 – 39.400 kilos/día	Cerezo, Manzano, Uva de Mesa, Arándano, Peral y Kiwi

Fuente: Elaborado con antecedentes del Directorio Agroindustrial Frutícola de Chile, CIREN-CORFO, VI Región Año 2009.

Además, es importante destacar que existe una amplia gama de posibilidades de elaboración de productos agroindustriales, como son vinos, aceite de oliva, mermeladas, conservas, congelados, deshidratados, pulpas y jugos, entre otros. Para estos productos los poderes de compra están dados por las viñas Misiones de Rengo, Torreón de Paredes, Morandé y la empresa de jugos concentrados Patagoinia Fresh de IANSA, ubicada en San Fernando.

En el caso de las hortalizas, para las especies congeladas las principales empresas contratantes corresponden a Agrinova y Bonduelle, y las frescas cuentan con las ferias de Rengo, Rancagua y San Fernando, entre otras, como también la Comunidad Feria Lo Valledor ubicada en Santiago.

5.6.4. Potencial Productivo

De acuerdo a los antecedentes recopilados en un recorrido de terreno efectuado en el área de estudio, a la información extraída del Estudio del Secano Costero de la VI Región, actualmente en ejecución, a la proporcionada por las oficinas de Prodesal e Indap en las distintas comunas y la contenida en el Catastro Frutícola de Ciren Corfo, se constató una amplia gama de rubros agropecuarios desarrollados en las diferentes comunas.

En efecto, en la comuna de Navidad, entre las especies frutales detectadas figuran arándano, frutilla, mandarina y palto, además existen plantaciones de vid vinífera. En hortalizas destacan arveja verde, choclo, lechuga, poroto verde, poroto granado y tomate. Los cultivos anuales están representados por garbanzo, papa, poroto y trigo. En pecuarios, se desarrolla la ganadería bovina, ovina y caprina. Agentes consultados señalan que además de las especies frutales desarrolladas ven con potencial a almendro, nogal, ciruelo europeo y cítricos.

Asimismo, en Litueche, destacan las plantaciones de olivo y vid vinífera, seguidos a distancia por nogal y frutilla. A través del catastro frutícola de Cirén se constató la existencia de almendro, mandarina y palto; en tanto que al arándano lo recomiendan como una especie que podría incorporarse al patrón frutal señalado. En cultivos, lo más relevante es trigo, y se desarrolla además los tres tipos de ganado señalados en Navidad.

En La Estrella, en frutales existen plantaciones de ciruelo europeo, nogal olivos, frutilla y vid vinífera. Agentes consultados informan que otras especies a desarrollar con una mayor dotación de agua de riego serían almendro y arándano. Las hortalizas se desarrollan en baja escala y corresponden a pequeñas extensiones de melón y sandía. En cultivos destacan garbanzo y trigo. En ganadería desarrollan bovinos, ovinos y caprinos.

En Marchigüe, entretanto, las plantaciones frutales corresponden a olivo, almendro, arándano, ciruelo europeo, duraznero, nogal, uva de mesa y vid vinífera. Entre los cultivos, figuran trigo y maíz; en hortalizas lo más relevante es lechuga. El ganado está representado por bovinos y caprinos.

En Pichilemu, el rubro de frutales está representado por frambuesa, frutilla y limonero, en tanto que en hortalizas figuran arveja verde, lechuga y tomate. Los cultivos, tanto de riego como de secano, entre los más relevantes se encuentran avena, trigo y quínoa. En pecuarios, se desarrolla ganado bovino y ovino.

Por último, en Paredones, los frutales detectados en terreno fueron arándano, frutilla, nogal y vid vinífera, esta última con la mayor superficie. Agentes consultados informan que otra especie a desarrollar con una mayor dotación de agua de riego sería almendro y aumentar el área de arándanos. En cultivos, desarrollados en secano, los más relevantes son trigo, garbanzo y quínoa. En ganadería desarrollan bovinos y ovinos.

5.6.5. Estructura predial

Para obtener la estructura predial se utilizó principalmente las ortofotos de propiedades de Ciren Corfo en formato digital para ArcGis en escala 1:20.000 y actualizadas al año 2012. Junto con lo anterior se contó con la base de datos predial del S.I.I. con información del Rol, nombre de propietario y predio y las superficies por Clase de Capacidad de Uso de riego y secoano.

El área de riego se subdividió en las seis comunas que conforman la provincia de Cardenal Caro. Según lo anterior se conformaron las siguientes áreas de estudio predial:

- Comuna de Navidad
- Comuna de Litueche
- Comuna de La Estrella
- Comuna de Marchigüe
- Comuna de Pichilemu
- Comuna de Paredones

La determinación de los estratos de tamaño debe representar en la forma más real posible la situación que actualmente enfrenta la zona. La estratificación se realiza con información obtenida de estudios previos efectuados en la zona.

Según la experiencia que posee el consultor en la VI Región, se ha determinado la siguiente estratificación:

- Sitios y minifundios: Representa a predios menores de 1,0 ha, que se dedican esencialmente al cultivo de chacras y hortalizas. Este estrato generalmente corresponde a predios con escaso nivel tecnológico.
- Subfamiliar: Representa a predios entre 1,01 y 5,0 ha, que se dedican esencialmente al cultivo de cereales, chacras, hortalizas y algunos frutales. En este estrato coexisten predios con escaso y adecuado nivel tecnológico.
- Familiar: Representa a predios entre 5,01 y 15,0 ha. Estos predios se dedican básicamente al cultivo de cereales, chacras, hortalizas, frutales y ganadería. Presentan un mayor nivel tecnológico que el grupo anterior.
- Mediano: Representa a predios entre 15,01 y 50,0 ha. Estas explotaciones poseen generalmente un nivel tecnológico medio a alto, existiendo una mayor intensificación en el manejo de cereales, frutales y ganadería.
- Grande: Representa a predios mayores de 50 ha. Estos predios se dedican esencialmente a la fruticultura, viñas y ganadería con un nivel tecnológico medio a alto.

Un resumen, por comuna y estrato de tamaño, se presenta a continuación en la siguiente tabla.

Al respecto en el área del Secano Costero e Interior de la VI Región, específicamente en la provincia de Cardenal Caro, existe un total de 3.734 propiedades, las cuales ocupan una superficie total de 254.413 ha, lo que significa un tamaño promedio de 68,1 ha.

Las comunas que concentran el mayor número de predios son Paredones y Marchigüe, con 1.061 y 979 predios cada una. En cambio, las comunas con menor número de propiedades son La Estrella y Navidad, con 276 y 341, respectivamente.

En relación a la superficie regada (según condición de suelo del Servicio de Impuestos Internos), la comuna que presenta mayor cantidad de superficie regada es Marchigüe con 1.143,4 ha, seguida en orden de importancia por Litueche con 347,9 ha. Se debe señalar que la comuna de Paredones, según el S.I.I. es la única comuna de las seis en estudio que no posee superficie en riego.

Tabla 5.6-12 Número de Predios y Superficies por Comuna y Estratificación Predial

Comuna	Estrato de Tamaño	Número de Predios	Superficies (ha) (Según S.I.I.)													
			Total	Riego				Secano								
				RI	R II	R III	R IV	SI	S II	S III	S IV	SV	S VI	S VII	S VIII	
Navidad	0 a 1 ha	69	15,50	0,00	2,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,70	4,10	0,00	1,00	5,00	1,30
	1,01 a 5 ha	80	233,69	3,80	11,40	15,52	0,00	0,00	0,00	0,00	61,61	64,80	0,00	7,85	61,51	7,20
	5,01 a 15 ha	76	687,42	0,00	6,00	6,10	0,00	13,22	0,00	82,58	222,57	0,00	22,40	332,75	1,80	
	15,01 a 50 ha	83	2.326,53	0,00	10,80	1,90	0,70	18,80	27,50	202,50	1.024,71	15,60	113,67	905,35	5,00	
	Mayor de 50 ha	33	4.664,47	0,00	13,10	14,50	0,00	0,00	0,00	86,00	1.211,80	0,00	783,90	2.422,87	132,30	
Total Comuna de Navidad		341	7.927,61	3,80	43,70	38,02	0,70	32,02	27,50	434,39	2.527,98	15,60	928,82	3.727,48	147,60	
Litueche	0 a 1 ha	103	13,45	0,00	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	4,44	3,20	0,00	2,76	1,75	0,00	
	1,01 a 5 ha	95	261,82	0,00	4,80	0,00	0,00	0,00	0,00	33,50	113,10	0,00	67,73	42,69	0,00	
	5,01 a 15 ha	98	872,13	0,00	3,60	3,90	0,00	0,00	0,00	71,61	374,35	0,00	136,48	273,69	8,50	
	15,01 a 50 ha	102	2.879,47	0,00	8,20	5,60	0,00	0,00	0,00	91,66	1.002,06	0,00	618,40	1.128,76	24,79	
	Mayor de 50 ha	118	48.344,76	0,00	3,70	316,80	0,00	0,00	0,00	213,47	9.423,97	209,60	10.422,53	25.878,29	1.876,40	
Total Comuna de Litueche		516	52.371,63	0,00	21,60	326,30	0,00	0,00	0,00	414,68	10.916,68	209,60	11.247,90	27.325,18	1.909,69	
La Estrella	0 a 1 ha	54	8,47	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	2,38	0,00	3,99	1,30	0,00	
	1,01 a 5 ha	57	152,01	0,00	0,32	19,06	0,00	0,00	0,00	7,75	47,19	0,00	50,47	27,22	0,00	
	5,01 a 15 ha	45	355,77	0,00	0,00	36,14	0,00	0,00	0,00	0,00	117,91	0,00	191,33	10,39	0,00	
	15,01 a 50 ha	33	856,51	0,00	3,40	12,70	0,00	0,00	0,00	5,30	158,60	0,00	481,55	194,96	0,00	
	Mayor de 50 ha	87	33.565,75	0,00	58,48	87,50	0,90	0,00	0,00	449,02	3.851,24	0,00	11.200,49	16.239,12	1.679,00	
Total Comuna de La Estrella		276	34.938,51	0,00	62,20	156,20	0,90	0,00	0,00	462,07	4.177,32	0,00	11.927,83	16.472,99	1.679,00	
Marchigue	0 a 1 ha	150	48,12	0,00	0,00	0,35	0,97	1,30	0,00	2,59	37,29	0,00	4,52	1,10	0,00	
	1,01 a 5 ha	266	740,26	0,00	5,60	46,05	10,28	7,60	0,00	69,78	402,28	0,00	131,79	64,58	2,30	
	5,01 a 15 ha	188	1.713,70	0,00	4,80	128,61	18,48	0,00	0,00	200,31	810,72	0,00	365,89	182,99	1,90	
	15,01 a 50 ha	170	4.941,88	0,00	4,80	9,80	61,64	0,00	0,00	176,51	2.158,77	4,00	1.131,61	1.383,45	11,30	
	Mayor de 50 ha	205	56.280,94	0,00	1,40	361,20	489,42	0,00	68,00	890,50	9.569,87	2,80	14.600,25	29.832,15	465,35	
Total Comuna de Marchigue		979	63.724,90	0,00	16,60	546,01	580,79	8,90	68,00	1.339,69	12.978,93	6,80	16.234,06	31.464,27	480,85	
Pichilemu	0 a 1 ha	127	43,04	0,00	0,30	0,00	0,00	16,00	0,00	15,26	5,78	0,00	3,10	2,60	0,00	
	1,01 a 5 ha	151	416,74	0,00	3,00	0,00	0,00	13,60	0,00	89,76	114,46	4,80	91,50	96,72	2,90	
	5,01 a 15 ha	112	1.087,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	76,26	358,30	10,78	267,83	370,43	4,20	
	15,01 a 50 ha	94	2.643,85	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	246,00	478,83	26,30	697,08	1.168,14	26,00	
	Mayor de 50 ha	77	43.051,18	0,00	0,00	0,00	160,60	0,00	0,00	1.927,78	2.104,58	237,18	8.072,71	29.878,03	670,30	
Total Comuna de Pichilemu		561	47.242,61	0,00	4,80	0,00	160,60	29,60	0,00	2.355,06	3.061,95	279,06	9.132,22	31.515,92	703,40	
Paredones	0 a 1 ha	106	26,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,16	6,66	0,50	2,79	15,65	0,00	
	1,01 a 5 ha	271	777,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,87	137,05	16,46	67,76	539,50	0,00	
	5,01 a 15 ha	271	2.436,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,07	322,68	19,21	267,04	1.812,49	0,00	
	15,01 a 50 ha	241	6.909,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	44,20	347,06	16,30	870,63	5.631,26	0,00	
	Mayor de 50 ha	172	38.057,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	797,11	1.522,80	577,60	4.593,59	30.261,16	305,50	
Total Comuna de Paredones		1.061	48.208,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	874,41	2.336,25	630,07	5.801,81	38.260,06	305,50	
Total Área de Estudio		3.734	254.413,36	3,80	148,90	1.066,53	742,99	70,52	95,50	5.880,30	35.999,11	1.141,13	55.272,64	148.765,90	5.226,04	

Fuente: Elaborado con información del SII

6. REUNIONES EFECTUADAS

El día 10 de octubre de 2018 se realizó una reunión en el Salón Comunitario de la comuna de Marchihue con profesionales de Indap, Prodesales de La Estrella, Marchigüe, Paredones, Pichilemu, Litueche y con el coordinador regional de riego de la CNR don Homero Peralta.

En esta reunión se realizó una exposición de los objetivos del estudio, enfocado a exponer los criterios que deben primar para escoger los sitios de microtrancques. La idea es que cada uno de los Prodesales entreguen listados de posibles beneficiarios, para analizar en gabinete y en terreno si es factible el diseño de un minitrancque (frontal o lateral). Los Prodesales se comprometieron a enviar los listados a más tardar el miércoles 17 de octubre de 2018. El acta de asistencia se puede ver en el Anexo 6-1, mientras que a continuación se muestran algunas fotografías de la reunión efectuada.

Fotografía 6-1 Reunión con Indap y Prodesales en Marchigüe (10/10/2018)



Fotografía 6-2 Misma Reunión en Marchigüe



Posteriormente, el día 17 de Octubre de 2018, se realizó la reunión con el Seremi de Agricultura de la VI Región, Sr. Joaquín Arriagada. A dicha reunión asistió también don Patricio Crespo, empresario y dirigente gremial, ex presidente de la Sociedad Nacional de Agricultura (SNA) y la Gerenta de la Federación de las Juntas de Vigilancia de la VI Región y Gerenta de la Junta de Vigilancia del Estero Chimbarongo Sra. Graciela Correa.

En esta reunión se detalló al Seremi en qué consiste el estudio, los principales lineamientos, así como también los principales problemas con que se iban a encontrar.

Se discutió largamente el tema de los derechos de aguas superficiales, y los permisos que hay que solicitar a la DGA relacionado con la intervención de cauces; ambos tópicos legales son fundamentales para el buen término de cada uno de los 60 proyectos de microtranques que serán desarrollados.

El Seremi señaló que los temas relacionados con los derechos de aguas superficiales y con los permisos de intervención de cauces ya los había hablado con el Director Regional de la DGA, y que tenía pensado hablar de estos temas con el Director Nacional de la DGA. A continuación, se muestran algunas fotografías de la reunión efectuada.

Fotografía 6-3 Reunión Efectuada en Restaurante



Fotografía 6-4 Misma Reunión



El día 7 de Noviembre de 2011 se llevó a cabo una reunión en oficinas de la DGA VI Región, donde participaron los siguientes profesionales:

- Sr. José Goycolea, Director Regional de la DGA VI Región

- Homero Peralta, encargado de riego, CNR VI Región
- Eugenio Tobar, Aquaterra
- Álvaro Espinoza, Coordinador del estudio, CNR
- Dayana Aravena, DGA VI Región
- Joaquín Arriagada, Seremi de Agricultura VI Región
- Juan José Retamales, CNR VI Región

Los principales temas tratados fueron:

- a) La forma en que hay que solicitar los derechos de aguas superficiales
- b) La DGA sugiere presentar un ejemplo de solicitud antes de efectuar las publicaciones
- c) La DGA sugiere presentar la solicitud en m³/año, sin señalar si es permanente y continuo en l/s
- d) El tiempo que pasa desde que la solicitud ingresa a la Gobernación Provincial de Cardenal Caro hasta que llega a la DGA VI Región es de 3 meses
- e) La dirección de las publicaciones de los derechos será la Seremía de Agricultura de la VI Región

En el Anexo 6-2 se incluye la minuta de la reunión sostenida.

7. VISITAS A TERRENO Y LISTADO PRELIMINAR DE SITIOS

7.1. Visitas a Terreno

Para efectos de llevar a cabo las primeras visitas a terreno, y a través de éstas seleccionar los primeros 80 sitios, se ha procedido a recopilar en gabinete información de posibles beneficiarios a través de diferentes fuentes.

Las fuentes han sido las siguientes:

- a) Listado de sitios descartados del Estudio Básico Identificación de Lugares para Micro Tranques en las Áreas PIRDT, de la Región del Libertador Bernardo O'Higgins, CNR, 2014. Este listado fue entregado por la CNR, y correspondió a 84 sitios, de los cuales sólo 22 están incluidos dentro del área de estudio.
- b) Listado de tranques bonificados y construidos que surgieron del estudio del año 2012: son 15 beneficiarios
- c) Listado de agricultores obtenido del estudio denominado "Aumentar la Resiliencia Frente al Cambio Climático de la Pequeña Agricultura en la Región de O'Higgins (Chile)", Fondo de Naciones Unidas, 2015: 101 agricultores
- d) Listado entregado por Prodesal Paredones: 23 personas
- e) Listado entregado por Prodesal Navidad: 2 personas
- f) Listado entregado por Prodesal Pichilemu: 15 personas
- g) Listado entregado por Prodesal Marchigue: 43 personas
- h) 49 Encuestas efectuadas como parte del estudio en ejecución denominado "Diagnóstico para Plan de Desarrollo Agrícola y Abastecimiento Hídrico en el Secano de la VI Región", CNR.

De todo el universo de posibles beneficiarios, se ubicaron en Google Earth, y se analizó en dicha plataforma, si pudiera ser factible la instalación de un microtranque o bien un tranque lateral.

Así, se fue a terreno con un listado de más de 80 posibles sitios. En cada visita se llenó una encuesta simple, y se tomaron al menos 3 fotografías por sitio. La encuesta que se llenó en cada sitio visitado fue la siguiente:

FECHA:		HORA:		N°	
NOMBRE					
RUT					
DIRECCIÓN					
ROL PROPIEDAD					
SECTOR DONDE RESIDE:				COMUNA:	
PROVINCIA :				FONO:	
E – MAIL :					
Coordenadas		NORTE (m)		ESTE (m)	
Muro (WGS 84)					

1.- La vivienda en que usted reside actualmente, es:

a) Propia:

b) Arrendada: ¿Por cuantos años?:

c) Ocupación Provisoria (Irregular)

2.- ¿Cuántas hectáreas tiene su propiedad (terreno)?

3.- ¿Cuántas hectáreas y qué cultivos le gustaría regar con las aguas del microtrunque?

5.- ¿Tiene derechos de agua superficial o subterránea?

Sí _____ No _____

6.- Observaciones:

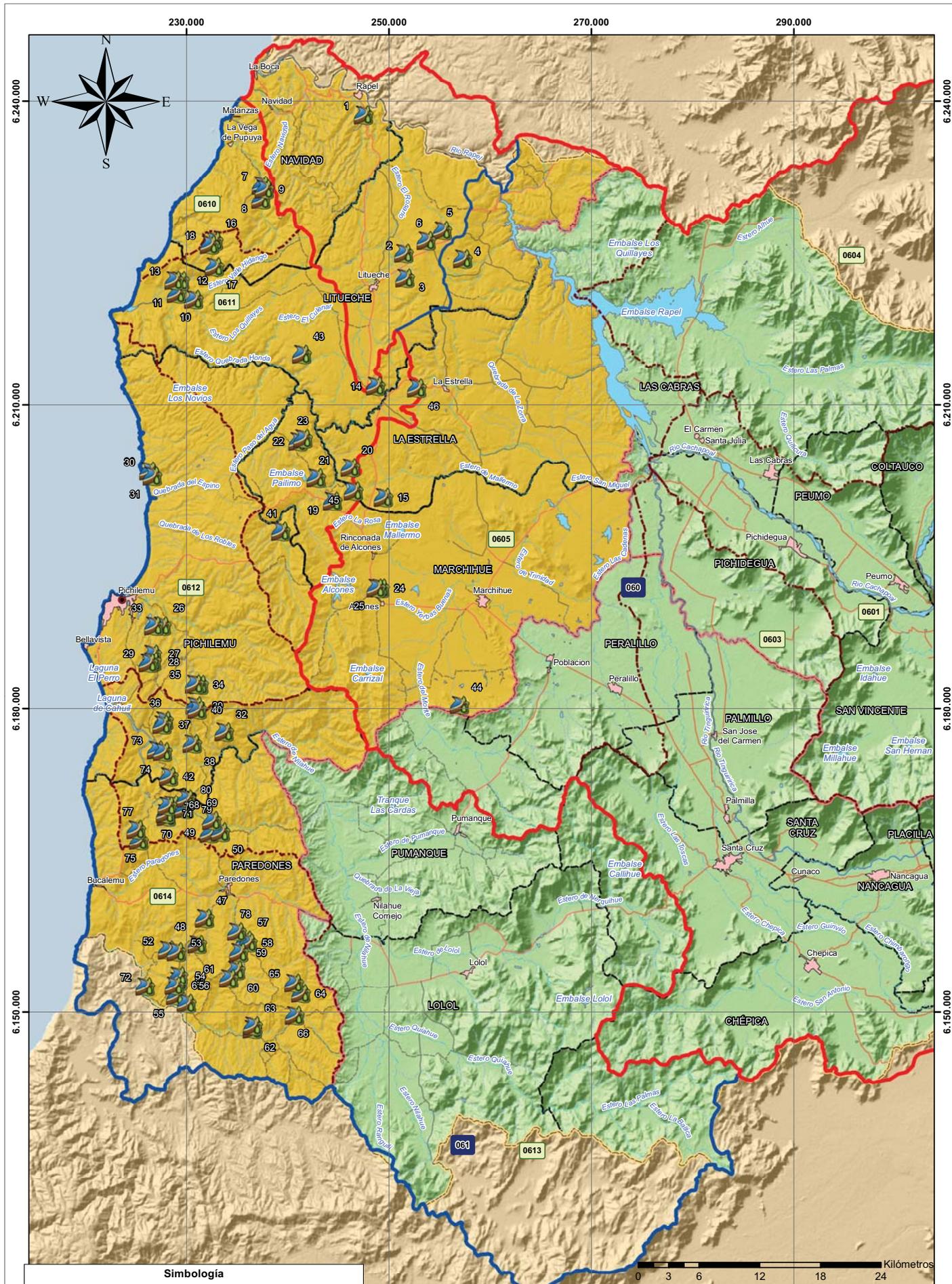
7.2. Listado Preliminar de Sitios

En el Anexo 7-1 se incluyen las fichas y fotos de los 80 sitios visitados, mientras que en la tabla 7-1 se muestra un resumen de los sitios visitados. A su vez, en los planos 7-1 y 9-2 se han ubicado los 80 sitios visitados.

Tabla 7.2-1 Número de Predios y Superficies por Comuna y Estratificación Predial

ID Visita Terreno	ID Encuesta	Fecha	Hora	Comuna	Nombre Encuestado	Rut	Teléfono	Nombre Propietario	Coordenadas Sirgas		Cota Terreno (m)	Tamaño Predio (ha)	Nuevo Riego (ha)	Derechos Agua	Microtranco o Piscina Lateral	Largo Aprox. Muro en Terreno (m)	Dueño
									Norte	Este							
1	1	18-10-2018	12:00	Navidad	María Parraguez		994412404 (E)	Alfonso Parraguez Werham	6.238.582	247.606	20	113,84	10		Microtranco	14	Propio
2	15	18-10-2018	14:22	Litueche	Sergio Ponce Rosales	7.957.766-9	995253789	Sergio Ponce Rosales	6.224.986	251.480	236	128			Microtranco	80	Propio
3	8-A	18-10-2018	15:19	Litueche	Segismundo Soto Mein	10.998.925-8	995634325	Segismundo Soto Mein	6.222.540	251.587	265	80		Si, Subterráneo	Microtranco	30	Propio
4	8-B	18-10-2018	15:49	Litueche	Segismundo Soto Mein	10.998.925-8	995634325	Segismundo Soto Mein	6.224.423	257.292	289	130	20	No	Microtranco	50	Sucesión
5	8-C	18-10-2018	16:22	Litueche	Segismundo Soto Mein	10.998.925-8	995634325	Segismundo Soto Mein	6.227.250	255.265	315	120	10	No	Microtranco	40	Propio
6	14-A	18-10-2018	17:03	Litueche	Ernesto Venegas Prado	4.960.663-4	992203131 (E)	Rosa Mireya Prado Pino	6.226.236	253.692	332	290	6	Si, Superficial y Subterráneo	Microtranco	50	Propio
7	2-A	19-10-2018	9:50	Navidad	Aquiles Hernán Pérez Romero	11.184.113-6	995429936	Aquiles Hernán Pérez Romero	6.231.658	237.432	50	7	5	No	Piscina Lateral	Sucesión	
8	2-B	19-10-2018	10:11	Navidad	Aquiles Hernán Pérez Romero	11.184.113-6	995429936	Aquiles Hernán Pérez Romero	6.230.316	237.376	60	70	5	No	Piscina Lateral	Sucesión	
9	2-C	19-10-2018	10:48	Navidad	Aquiles Hernán Pérez Romero	11.184.113-6	995429936	Aquiles Hernán Pérez Romero	6.231.366	237.594	63	21	5	No	Microtranco	40	Sucesión
10	6-A	19-10-2018	13:20	Litueche	Rodrigo Abarca		961201629 (E)	Jorge Galmes	6.220.431	230.736	5	7000	40	No	Piscina Lateral	Propio	
11	6-B	19-10-2018	13:28	Litueche	Rodrigo Abarca		961201629 (E)	Jorge Galmes	6.221.012	229.041	0	7000	45	No	Piscina Lateral	Propio	
12	6-C	19-10-2018	13:40	Litueche	Rodrigo Abarca		961201629 (E)	Jorge Galmes	6.222.267	229.376	1	7000	25	No	Piscina Lateral	Propio	
13	6-D	19-10-2018	13:43	Litueche	Rodrigo Abarca		961201629 (E)	Jorge Galmes	6.222.295	228.798	11	7000	30	No	Piscina Lateral	Propio	
14	18	19-10-2018	15:56	Litueche	Damian González	19.216.140-1	981894836 (E)	Ricardo Piraino	6.211.828	248.697	313	320		No sabe	Microtranco	130	Propio
15	9	19-10-2018	16:56	La Estrella	Elvira Fernandez	3.245.052-0	997422126 (E)	Julio Pereira Larrain	6.200.857	249.460	196	600	5	No	Microtranco	240	Propio
16	4	22-10-2018	12:40	Navidad	Aquiles Hernán Pérez Romero	11.184.113-6	995429936	Aquiles Hernán Pérez Romero	6.226.190	232.692	296		18	No	Microtranco	40	Sucesión
17	N1	22-10-2018	14:00	Navidad	Arnoldo Carreño	10.259.513-0	992295719 (E)	José Joaquín Carreño Castro	6.223.647	232.777	218	51,2	10	No	Microtranco	85	Propio
18	N2	22-10-2018	15:06	Navidad	Arnoldo Carreño	10.259.513-0	992295719 (E)	Mireya Contreras Cabello	6.225.832	232.301	262	6,5	4	No	Piscina Lateral	Propio	
19	23	22-10-2018	18:02	Marchihue	Gloria Galvez	7.840.753-0	982140395	Aloria Galvez	6.200.470	244.480	262	11	0,5	No	Microtranco	40	Propio
20	20	22-10-2018	19:20	La Estrella	Hugo Cabezas Pérez	6.354.623-2	722980801	Hugo Cabezas Pérez	6.203.778	246.193	208	37	10	Si, Superficial	Piscina Lateral	Propio	
21	21	23-10-2018	9:46	Marchihue	Iván Huerta	7.483.476-0	983217930 (E)	Juan Huerta	6.202.674	242.870	235	10	2	Si, Superficial y Subterráneo	Microtranco	20	Propio
22	N3	23-10-2018	11:03	Marchihue	Eusebio Lagos	13.203.233-5	997293252 (D)	Alejandro Vargas Silva	6.206.304	241.085	283	38	3	No	Microtranco	35	Propio
23	N4	23-10-2018	11:41	Marchihue	Eusebio Lagos	13.203.233-5	997293252 (D)	Alejandro Vargas Silva	6.206.748	241.465	308	38	3	No	Microtranco	8	Propio
24	N5	23-10-2018	12:54	Marchihue	Luis Hernán Vargas	3.302.516-2	997293252 (D)	Alejandro Vargas Silva	6.191.886	249.123	165	9	6	No	Piscina Lateral	Propio	
25	N6	23-10-2018	13:20	Marchihue	Augusto Melendez	5.795.345-4	992842218	Augusto Melendez Rojas	6.191.885	248.758	150	3	1	No	Piscina Lateral	Propio	
26	26	23-10-2018	17:20	Pichilemu	Eugenio Rafael Lizana Becerra	11.398.907-6	963312989	Angel Miguel Lizana Cornejo	6.188.250	227.581	32	11	3	No	Microtranco	30	Propio
27	27	23-10-2018	18:00	Pichilemu	Eugenio Rafael Lizana Becerra	11.398.907-6	963312989	Miguel Eugenio Lizana Leyton	6.185.392	226.623	100	7,18	3	No	Microtranco	40	Propio
28	25-A	23-10-2018	18:55	Pichilemu	Andrés Gregorio Cornejo Rojas	11.555.075-6	961046761 (E)	Elba Rosa Rojas Lizana	6.184.645	226.594	127	3,5	1	Si, Superficial	Microtranco	30	Propio
29	25-B	23-10-2018	19:18	Pichilemu	Andrés Gregorio Cornejo Rojas	11.555.075-6	961046761 (E)	Elba Rosa Rojas Lizana	6.184.503	226.259	149	34	3,5	Si, Superficial	Piscina Lateral	Propio	
30	40-A	24-10-2018	11:00	Pichilemu	Marcelo Jaramillo	10.328.463-5	997516625 (E)	Renato Jaramillo	6.203.433	226.302	69	89,3	3	No	Microtranco	40	Propio
31	40-B	24-10-2018	12:10	Pichilemu	Marcelo Jaramillo	10.328.463-5	997516625 (E)	Renato Jaramillo	6.202.937	226.651	40	89,3	3	No	Piscina Lateral	Propio	
32	29	24-10-2018	17:11	Pichilemu	Enrique Santiago Pino Piña	7.160.436-5	985990108	Enrique Santiago Pino Piña	6.177.689	233.741	245	32	2	No	Microtranco	34	Propio
33	N7	24-10-2018	19:49	Pichilemu	José Benedicto Lizana Galaz		954914863	José Benedicto Lizana Galaz	6.188.170	226.802	61	18	3	No	Microtranco	10	Propio
34	N8	25-10-2018	10:00	Pichilemu	Iván Patricio Solís Díaz	11.760.934-0	991355410	Iván Patricio Solís Díaz	6.182.355	231.244	189	15	5	No	Microtranco	90	Propio
35	N9	25-10-2018	10:37	Pichilemu	Iván Patricio Solís Díaz	11.760.934-0	991355410	Iván Patricio Solís Díaz	6.182.432	230.837	206	15	5	No	Microtranco	40	Propio
36	30-A	25-10-2018	11:32	Pichilemu	Abraham Clemente Urzúa Cornejo		940262649	Abraham Clemente Urzúa Cornejo	6.178.372	227.782	118	4	0,5	No	Microtranco	30	Propio
37	30-B	25-10-2018	11:48	Pichilemu	Abraham Clemente Urzúa Cornejo		940262649	Abraham Clemente Urzúa Cornejo	6.178.384	227.606	115	4	2	No	Microtranco	65	Propio
38	28	25-10-2018	12:45	Pichilemu	José Daniel Piña Pino	9.360.365-6	993793848	José Daniel Piña Pino	6.176.526	230.605	99	12	6	No	Microtranco	53	Propio
39	N10	25-10-2018	13:35	Pichilemu	César Ignacio Marín González	16.064.856-2	991308500	César Ignacio Marín González	6.180.290	230.889	231	11,5	5	No	Microtranco	90	Propio
40	N11	25-10-2018	13:58	Pichilemu	César Ignacio Marín González	16.064.856-2	991308500	César Ignacio Marín González	6.179.856	231.073	259	11,5	5	No	Microtranco	40	Propio
41	N12	25-10-2018	16:50	Pichilemu	César Ignacio Marín González	16.064.856-2	991308500	César Ignacio Marín González	6.197.524	239.342	297	16	7	No	Microtranco	20	Propio
42	N13	25-10-2018	19:20	Pichilemu	Miguel Ángel Meléndez Cornejo	14.261.535-5	979146357	Miguel Ángel Meléndez Cornejo	6.173.294	228.258	12	15,6	2,5	No	Piscina Lateral	12	Propio
43	16	26-10-2018	10:40	Litueche	Mauricio Alfonso Palma Andrews	5.898.643-7	982333411	Mauricio Alfonso Palma Andrews	6.215.026	241.394	305	501	10	No	Microtranco	140	Propio
44	24	26-10-2018	12:45	Marchihue	Guillermo Marmolejo	10.426.125-6	988285409 (AD)	Raúl Oyarzún (administrador)	6.180.349	256.982	214				Microtranco	35	Propio
45	17	26-10-2018	14:20	La Estrella	Mauricio Antonio Gaete Díaz	12.008.245-0	952048284	José Santos Durán Pino	6.201.475	246.502	214	80	6	No	Piscina Lateral	Sucesión	
46	N14	26-10-2018	16:14	La Estrella	Gustavo Enrique Orellana Cáceres	9.366.164-8	997402165	Gustavo Enrique Orellana Cáceres	6.211.642	252.746	299	22	5	No	Microtranco	225	Propio
47	71	19-10-2018	11:18	Paredones	Gustavo José Muñoz Araya	2.787.146-1	981742146	Gustavo José Muñoz Araya	6.159.272	231.810	73	15,5	5	Si, Superficial	Microtranco	40	Propio
48	57	19-10-2018	12:27	Paredones	Gustavo José Muñoz Araya	2.787.146-1	981742146	Gustavo José Muñoz Araya	6.156.680	231.090	19	50	20	Si, Noria	Microtranco	40	Propio
49	50	19-10-2018	16:09	Paredones	Eduardo Esteban Moore Rodríguez	7.006.881-8	993288874	Eduardo Esteban Moore Rodríguez	6.167.713	232.268	88	200	10	Si, Superficial	Microtranco	80	Propio

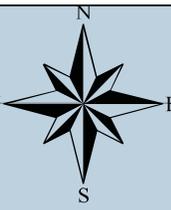
ID Visita Terreno	ID Encuesta	Fecha	Hora	Comuna	Nombre Encuestado	Rut	Teléfono	Nombre Propietario	Coordenadas Sirgas		Cota Terreno (m)	Tamaño Predio (ha)	Nuevo Riego (ha)	Derechos Agua	Microtranche o Piscina Lateral	Largo Aprox. Muro en Terreno (m)	Dueño
									Norte	Este							
50	50-A	19-10-2018	16:18	Paredones	Eduardo Esteban Moore Rodríguez	7.006.881-8	993288874	Eduardo Esteban Moore Rodríguez	6.167.827	233.366	80	200	10	Si, Superficial	Microtranche	130	Propio
51	Nuevo 1	22-10-2018	11:40	Paredones	Celin Antonio Pardo Valenzuela	10.308.846-1	989324068	Celin Antonio Pardo Valenzuela	6.153.062	229.188	41	8,19	2	No	Microtranche	25	Propio
52	76	22-10-2018	16:36	Paredones	Manuel Arsenio Farias Saldaña	6.378.900-3	988811189	Manuel Arsenio Farias Saldaña	6.156.094	228.157	29	33,66	6	No	Microtranche	40	Propio
53	76-A	22-10-2018	17:10	Paredones	Manuel Arsenio Farias Saldaña	6.378.900-3	988811189	Manuel Arsenio Farias Saldaña	6.155.937	229.040	78	30,33	16	No	Microtranche	30	Propio
54	54	23-10-2018	10:30	Paredones	Sergio Enriquez Pardo Valenzuela	9.738.099-6	985526030	Sergio Enriquez Pardo Valenzuela	6.153.580	229.205	84	24	4	No	Microtranche	40	Propio
55	Nuevo 2	23-10-2018	17:06	Paredones	Bernardita Rosa Venegas González	8.655.960-9	989286692	Bernardita Rosa Venegas González	6.151.600	228.971	40	8	4	No	Microtranche	30	Propio
56	Nuevo 3	24-10-2018	9:37	Paredones	Miriam Ester Hernández Muñoz	7.390.833-7	988639819	Miriam Ester Hernández Muñoz	6.150.848	230.036	29	49,8	4	Si, Noria	Microtranche	35	Propio
57	74	24-10-2018	11:50	Paredones	Mauricio Antonio González Araya	10.419.306-4	994206109	Mauricio Antonio González Araya	6.157.130	235.857	88	27,84	4	No	Piscina Lateral		Propio
58	74-A	24-10-2018	12:10	Paredones	Mauricio Antonio González Araya	10.419.306-4	994206109	Mauricio Antonio González Araya	6.156.868	236.065	91	33	4	No	Microtranche	45	Propio
59	75	24-10-2018	13:09	Paredones	Fernando Rojas Vives	7.836.886-1		Fernando Rojas Vives	6.155.863	235.207	107	250	7	No	Microtranche	40	Propio
60	83	24-10-2018	13:50	Paredones	Juan Fernando Parraguez Pavez	5.916.094-k	999014508	Juan Fernando Parraguez Pavez	6.154.129	234.882	111	55,5	7	No	Microtranche	45	Propio
61	67	24-10-2018	15:00	Paredones	Felicindo Jesús López Machuca	8.241.214-k	984750051 (Marcela)	Felicindo Jesús López Machuca	6.153.330	234.196	163	11,5	3	No	Microtranche	45	Propio
62	59	24-10-2018	18:30	Paredones	Rosa Lindoriza Muñoz Canales	7.264.566-9	945322111 (Hijo Osvaldo)	Rosa Lindoriza Muñoz Canales	6.148.290	236.538	71	120	10	Si, Noria	Microtranche	40	Propio
63	Nuevo 4	25-10-2018	10:24	Paredones	Osvaldo Antonio Barros Cáceres	7.249.069-k	945322111 (Hijo Osvaldo)	Osvaldo Antonio Barros Cáceres	6.148.644	236.586	97	7	10	Si, Noria	Microtranche	30	Propio
64	64	25-10-2018	12:43	Paredones	Luis Alberto Guerra Valenzuela	4.168.264-7		Luis Alberto Guerra Valenzuela	6.151.828	241.317	104	25	3	Si, Noria	Piscina Lateral		Propio
65	Nueva 5	25-10-2018	13:55	Paredones	Marcelino Antonio Guerra Romero	10.776.073-3	991667525	Marcelino Antonio Guerra Romero	6.152.875	240.634	121	2,8	2	No	Microtranche	30	Propio
66	51	25-10-2018	15:54	Paredones	Tito Duran Administrador		981951357 (A)	Adriano Diaz Escandon	6.149.654	240.699	92	260	35	No	Microtranche	45	Propio
67	Nuevo 6	26-10-2018	10:40	Paredones	José Toribio Fuenzalida Castro	4.218.371-7		José Toribio Fuenzalida Castro	6.152.621	228.849	42	25	5	Si, 3 Noria	Microtranche	30	Propio
68	20	26-10-2018	16:15	Paredones	Domingo Ignacio Reyes Fredes	7.455.969-7		Domingo Ignacio Reyes Fredes	6.170.468	228.575	67	34	6	No	Microtranche	55	Propio
69	80	26-10-2018	17:30	Paredones	María Lila Galarce Marambio	3.701.677-2	983221225-993274657	María Lila Galarce Marambio	6.168.906	232.522	82	47,2	6	No	Microtranche	60	Propio
70	22	26-10-2018	18:45	Paredones	Gustavo H. Valenzuela Leiva	5.146.501-6	961690216	Gustavo H. Valenzuela Leiva	6.169.330	228.033	77	20	5	No	Microtranche	50	Propio
71	22-A	26-10-2018	19:10	Paredones	Rosa Pérez Piña y Gustavo H. Valenzuela Leiva	12.032.335-0	961690216	Rosa Pérez Piña y Gustavo H. Valenzuela Leiva	6.169.594	227.949	65	20	5	No	Microtranche	80	Propio
72	81	29-10-2018	12:15	Paredones	Cayetano del Carmen Goycochea Valenzuela	6.305.345-7		Cayetano del Carmen Goycochea Valenzuela	6.152.513	225.936	6	13,7	3	Si, Noria	Microtranche	70	Propio
73	32-A	30-10-2018	12:46	Pichilemu	Iván Fernando de Jesús Muñoz Marambio	9.511.451-2	946635451 (Ermosina Hermana)	Iván Fernando de Jesús Muñoz Marambio	6.175.910	227.085	32	110,26	3	No	Piscina Lateral		Propio
74	32	30-10-2018	14:00	Pichilemu	Iván Fernando de Jesús Muñoz Marambio	9.511.451-2	946635451 (Ermosina Hermana)	Iván Fernando de Jesús Muñoz Marambio	6.175.716	227.673	115	26	5	No	Microtranche	40	Arrendada
75	Nuevo 7	31-10-2018	15:40	Paredones	María Del Pilar Vidal Fuenzalida	5.334.480-1	977101460 (María Vargas Hija)	María Del Pilar Vidal Fuenzalida	6.166.943	225.334	85	9,8	3	No	Microtranche	30	Propio
76	Nuevo 8	31-10-2018	17:35	Paredones	Ricardo Antonio Pérez Piña	7.226.118-6	999038961	Ricardo Antonio Pérez Piña	6.170.329	228.122	80	20	3	No	Microtranche	40	Propio
77	Nuevo 9	31-10-2018	18:45	Paredones	Claudia Elisa Mayor Duarte	12.724.039-6	984259944	Claudia Elisa Mayor Duarte	6.168.051	225.057	58	36	4	No	Microtranche	45	Propio
78	Nuevo 10	03-11-2018	11:10	Paredones	Luis Iván Maldonado Muñoz	9.985.304-2	996275485	Luis Iván Maldonado Muñoz	6.157.931	234.982	70	9,35	4	No	Microtranche	45	Propio
79	Nuevo 11	03-11-2018	14:00	Paredones	Pedro José Labarca Ahumada	9.718.782-7	959317844	Pedro José Labarca Ahumada	6.170.056	229.809	74	14,58	4	No	Microtranche	60	Propio
80	Nuevo 12	03-11-2018	14:35	Paredones	Jorge Rafael Carilla Labarca	6.137.417-5	982634128	Jorge Rafael Carilla Labarca	6.171.074	230.001	88	20	3	No	Microtranche	35	Propio



6.240.000
6.210.000
6.180.000
6.150.000

230.000 250.000 270.000 290.000

6.240.000
6.210.000
6.180.000
6.150.000

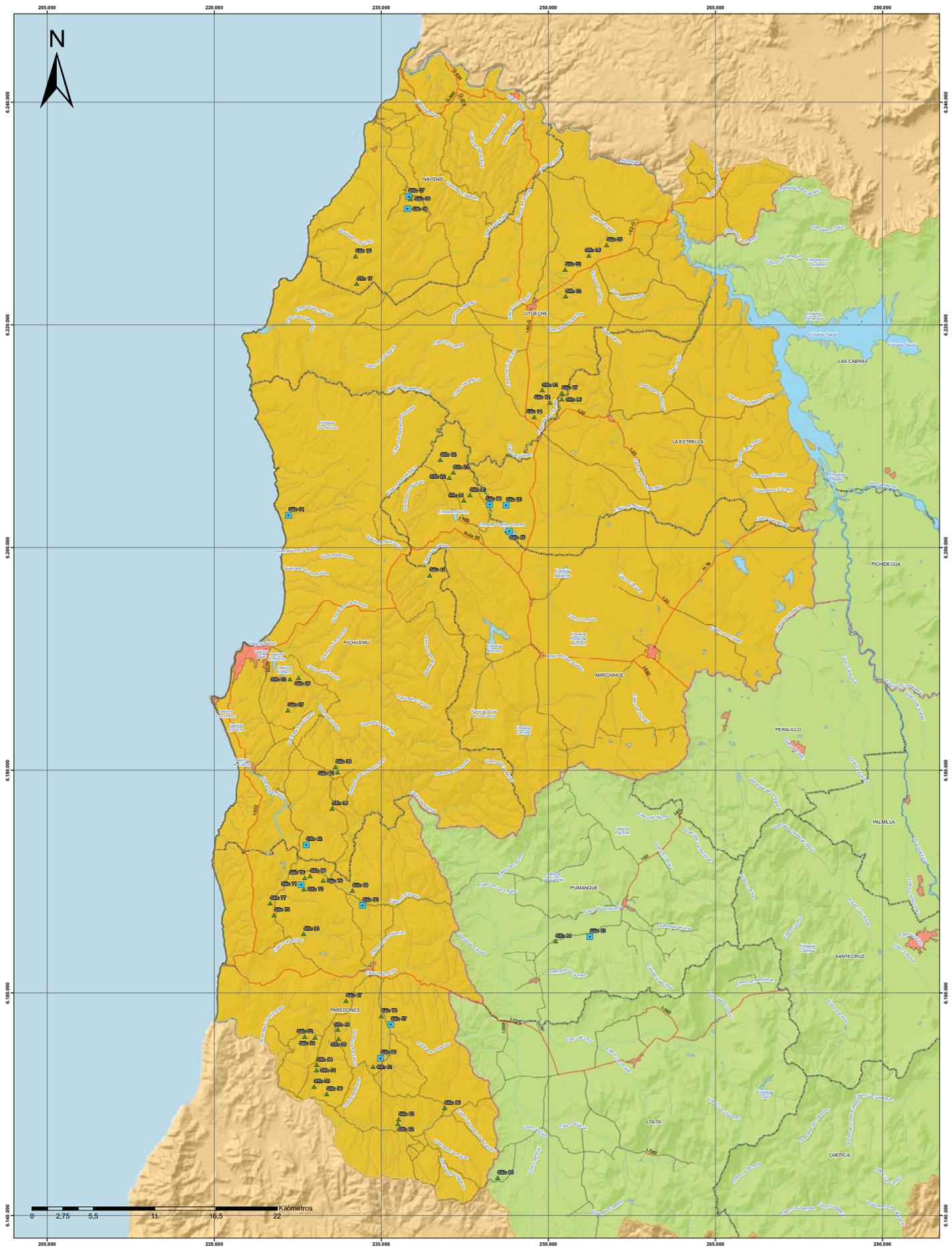


Simbología

- | | | |
|-----------------------|--------------------|--------------------------------|
| Sitos Visitados | Hidrografía | Limites Administrativos |
| Comunas Áreas Estudio | Río | Limite Internacional |
| Cuenca Río Rapel | Estero | Limite Regional |
| SubCuenclas | Quebrada | Limite Provincial |
| | Lagunas y Embalses | Limite Comunal |

0 3 6 12 18 24 Kilómetros

	Estudio "DIAGNÓSTICO DE MICROTRANQUES EN EL SECANO COSTERO DE LA VI REGIÓN"	Título UBICACIÓN 80 SITIOS VISITADOS EN TERRENO
	Escala 1:335.000	Sistema de Referencia SIRGAS UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR; ZONA MUSEO 19
		Fecha Nov. 2018
		Plano 7-1
		Dibujo: SRV Revisó: JVP



Simbología		
Proyectos	Ciudades	Hidrografía
▲ Microtrancque	■ Ciudad	— Río
■ Tranque Acumulación Lateral	— Pavimento	— Estero
■ Comunas Área Estudio	— Ripio	— Quebrada
	— Tierra	— Lagos y Lagunas
		— Límite Administrativo
		— Límite Comunal
		— Límite Provincial
		— Límite Regional
		— Límite Internacional



	Estudio	Título		
	"DIAGNÓSTICO DE MICROTRANQUES EN EL SECAO COSTERO DE LA VI REGIÓN"		UBICACIÓN 60 PROYECTOS DEFINITIVOS SELECCIONADOS	
Escala	Sistema de Referencia SIRGAS UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR: ZONA HUSO 19	Fuente Cartográfica	Fecha	Plano
1:150.000		DGA, MOP	Abril 2020	9-2
			Diseño: SRV	Revisó: JVP

8. ANTECEDENTES DE DERECHOS DE AGUAS SUPERFICIALES

En el Plano 8-1 se ha ubicado los derechos de aguas superficiales constituidas y en trámite, consuntivos y no consuntivos a diciembre de 2017. Esta información también es importante a la hora de escoger los sitios para microembalses. En ese plano se han ubicado también los 80 sitios visitados en terreno.

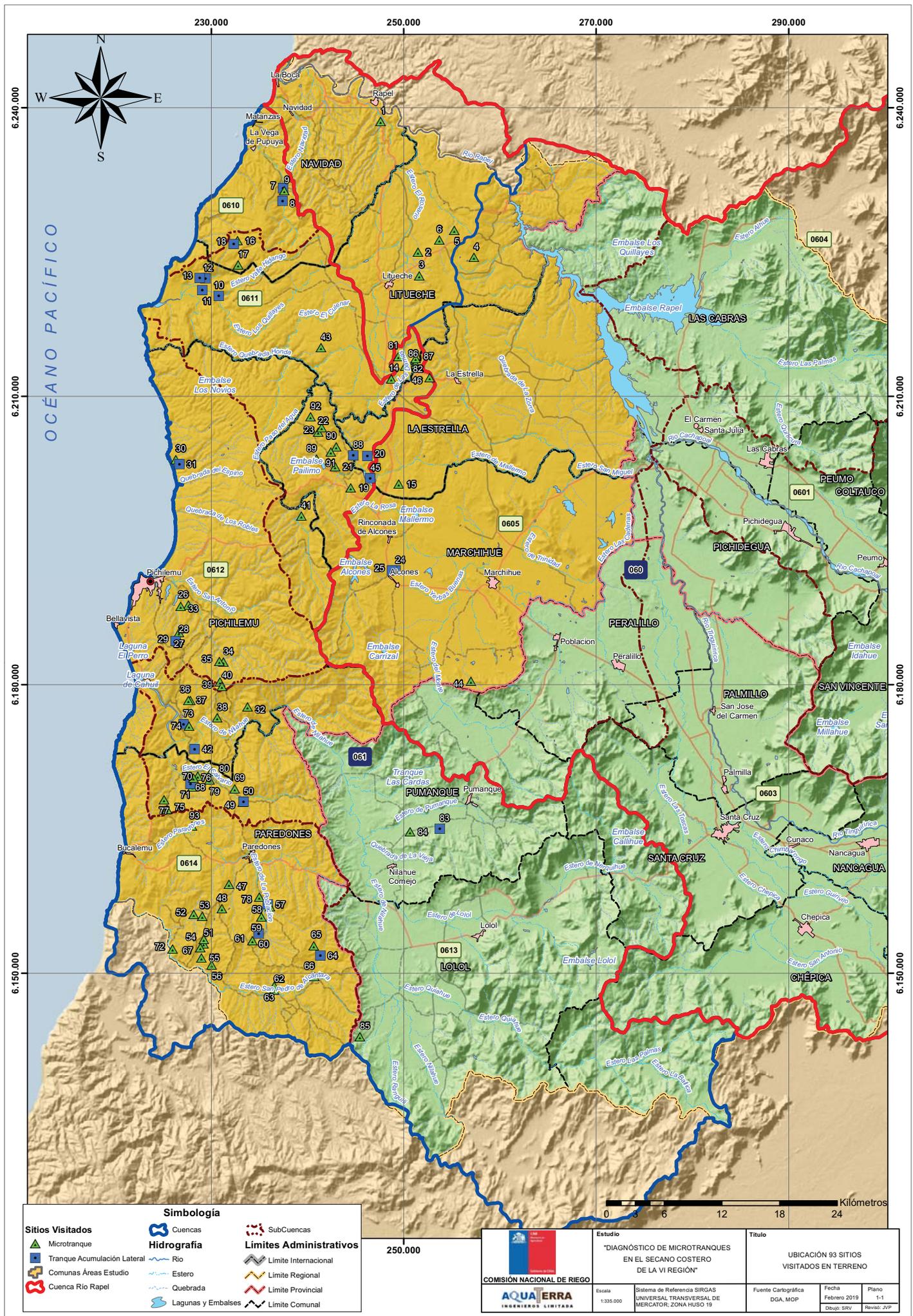
En los Anexos 8-1 y 8-2 se incluye la información plasmada en dichos planos, correspondiente a los derechos de agua superficiales constituidos y en trámite.

9. SELECCIÓN DE SITIOS DE MICROTRANQUES

9.1. Introducción

Posterior a las visitas efectuadas para escoger los 80 sitios, a petición de Prodesales de Pumanque, Lolol y La Estrella, se visitaron 12 nuevos sitios, de los cuales se agregaron 7 a los 80 ya seleccionados (5 de los 12 no eran factibles o bien el beneficiario no deseaba la obra). Adicionalmente, se visitaron 5 nuevos sitios en las comunas de Marchihue y Paredones, obteniendo así un total de 93 sitios a analizar. Las fichas de los sitios nuevos se incluyen en el Anexo 9.1-1.

En el Plano 9-1 se muestra la ubicación de los 93 sitios iniciales seleccionados.



Simbología		
Sitios Visitados	Cuentas	SubCuentas
Microtranque	Hidrografía	Límites Administrativos
Tranque Acumulación Lateral	Río	Límite Internacional
Comunas Areas Estudio	Estero	Límite Regional
Cuenca Río Rapel	Quebrada	Límite Provincial
	Lagunas y Embalses	Límite Comunal

 COMISIÓN NACIONAL DE RIEGO	Estudio "DIAGNÓSTICO DE MICROTRANQUES EN EL SECANO COSTERO DE LA VI REGIÓN"	Título UBICACIÓN 93 SITIOS VISITADOS EN TERRENO
	Escala 1:335.000	Sistema de Referencia SIRGAS UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR; ZONA MUGO 19
		Fecha Febrero 2019
		Plano 1-1
		Dibujo: SRV Revisó: JVP

9.2. Diagnóstico de Sitios

Para cada uno de los 93 sitios seleccionados, a partir del trabajo de gabinete y en terreno se ha recopilado la siguiente información:

- a) Coordenadas UTM WGS 84, Huso 19
- b) Pendiente del lecho de la quebrada
- c) Área de inundación estimada
- d) Cursos de agua que serán intervenidos para captar los recursos que servirán para llenar el microtranque
- e) Distancias referenciales y orientación del sitio con respecto a la infraestructura existente (casas, bodegas, silos, caminos, etc.)
- f) Identificación de los caminos de acceso (nombre de la ruta, si está enrolada), senderos u otro que permita la identificación del lugar de interés
- g) Fotografías del sitio y alrededores
- h) Dimensiones aproximadas de las obras (muro, piscina)
- i) Volumen de agua anual en m³ (volumen anual con probabilidad de excedencia 85%), disponible para almacenar

Parte de la información anterior se entrega en los croquis elaborados para cada uno de los 93 sitios, los que se incluyen en el Anexo 9.2-1.

A continuación, se detalla la metodología utilizada para la recopilación de cada uno de los aspectos antes descritos:

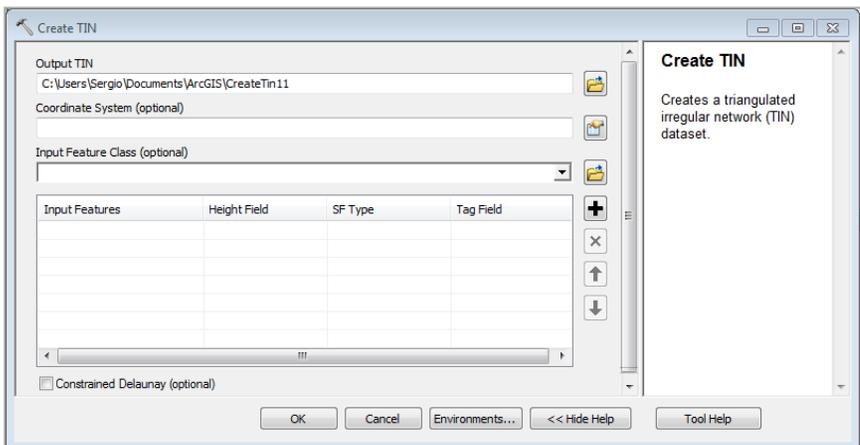
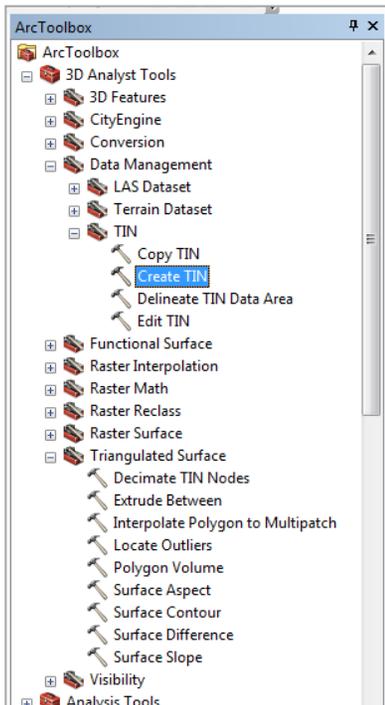
- a) **Coordenadas UTM WGS 84 Huso 19:** se obtiene con GPS navegador en la visita a terreno realizada a cada sitio.
 - b) **Pendiente del lecho de la quebrada:** se obtiene con información de cotas y distancias medidas en Google Earth
 - c) **Estimación del área de inundación:** sobre una imagen Google Earth 2011, se generarán curvas de nivel a través de modelos digitales de elevación (DEM) SRTM (SRTM (**S**huttle **R**adar **T**opography **M**ision) o ASTER (**A**dvanced **S**paceborne **T**hermal **E**mission and **R**eflection **R**adiometer), los cuales son bajados directamente de internet (se usarán pixeles de 30 m x 30 m). La herramienta que será utilizada para la generación de las curvas de nivel será ArcGis 10.1 de ESRI, y las curvas de nivel que se generarán serán cada 1 m. El volumen de acumulación aproximado de cada microtranque será determinado según lo que se explica a continuación.
- **Determinación preliminar aproximada de los volúmenes de cada micro tranque y el área de inundación**

La metodología a emplear para el cálculo de volumen y área de inundación en gabinete para definir los 60 sectores de posibles beneficiarios será mediante la utilización del software "ArcGis 10.5", a través de su herramienta ArcToolbox - Triangulated Surface/Polygon Volume. A continuación, se detalla la metodología que será aplicada:

- Una vez localizado los micro-tranques en ArcGis con sus respectivas coordenadas, es necesario en primer lugar contar con las características geomorfológicas del terreno en donde se encuentran estos microtranques, es decir información de las cotas del terreno (curvas de nivel) y una imagen raster o un MDE (Modelo de elevación digital).
- Como fuente de esta información, ambos elementos se pueden obtener a través del mismo programa ArcGis, sin embargo, en el caso de las curvas de nivel la metodología cuenta con una menor precisión, por ende, se recomienda utilizar el software “Global Mapper”, mediante su herramienta Analysis/Generated countours, que genera las curvas basándose en Modelos Digital de Elevación en línea (Preferencia SRTM Worldwide elevation data).

Con respecto al MDE este puede descargarse desde internet o como se menciona anteriormente, obtenerse directamente desde ArcGis, mediante la herramienta create TIN en ArcToolbox.

ArcToolbox → 3D Analyst Tools → Data Management → TIN → Create TIN



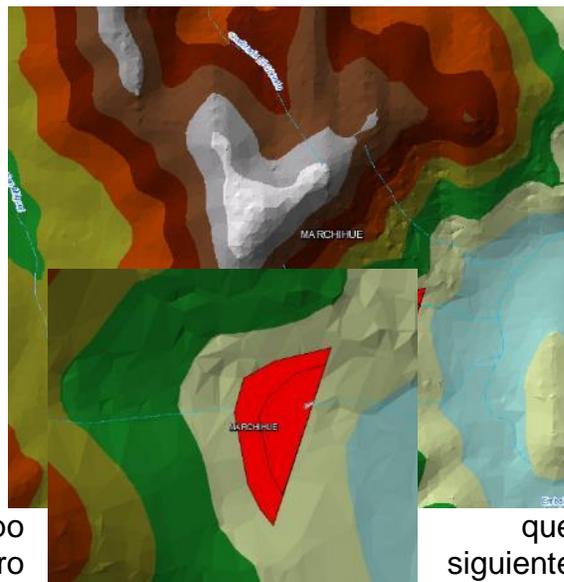
Output TIN: Carpeta destino donde se guardará el MDE, en este caso, también llamado TIN (Triangulated Irregular Network).

-Coordinate System: Se ingresa el sistema de coordenadas del proyecto (WGS84 H19).

-Input Feature Class: Se ingresa la información que contiene las cotas de terreno, es decir, shape con las curvas de nivel.

- Una vez generado el modelo de elevación digital o TIN, se obtiene la geomorfología base del área de estudio (imagen a la derecha), información necesaria (input) para el cálculo del volumen de la cuenca o de inundación del microtranque.

- Además, como segundo input, se debe tener en cuenta la superficie que contiene la curva de nivel de cota máxima que contempla la altura del tranque, para el caso de estudio esta altura máxima es de 5 m. Por lo tanto, el área de inundación se debe dibujar, utilizando como base las curvas de nivel (polígono rojo en la imagen). Se debe mencionar que dentro de la base de datos de esta superficie se debe crear un campo contenga la cota máxima del tranque. En el cuadro se presenta el ejemplo que se analiza: cota de 217 msnm; se analiza para altura de muro de 5 m (cota 222 msnm) y de 11 m (cota 228)

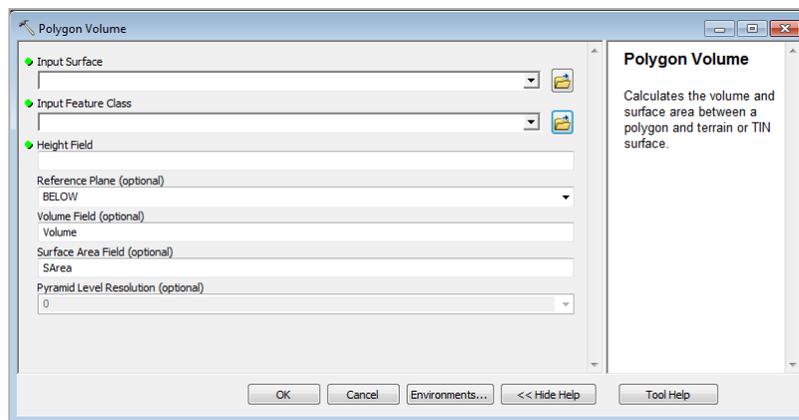
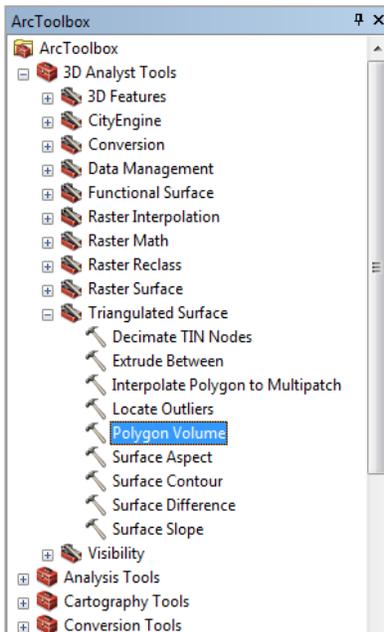


que
siguiente
terreno=

	FID	Shape	Id	Cota
▶	0	Polygon	0	228
	1	Polygon	0	222

- De esta manera, mediante la herramienta Polygon Volume de ArcToolbox se obtiene el volumen de acumulación y el área de inundación, ingresando los datos anteriormente señalados; a continuación, se presentan los pasos a seguir:

ArcToolbox → 3D Analysis Tools → Triangulated Surface → Polygon Volume



-Input

Surface: Se ingresa el MDE o TIN generado anteriormente por el usuario.

-Input Feature Class: Se ingresa el polígono dibujado que contiene el área de inundación del mini-tranque.

-Height Field: Corresponde al campo de cota máxima, creada dentro del polígono del área de inundación.

-Reference Plane: Esta opción corresponde al área y volumen que se quiere obtener desde la de cota máxima; Below (bajo la cota) o Above (sobre la cota).

Se mantiene por defecto.

- Finalmente, el programa arroja el volumen (Volumen) y la superficie de inundación del tranque (SArea).

	FID	Shape	Id	Cota	Volume	SArea
▶	0	Polygon	0	228	195568,633543	34740,393571
	1	Polygon	0	222	42522,373462	15726,534801

En el caso del ejemplo, que corresponde a un tranque hipotético ubicado en una quebrada en la zona de Marchigue, el volumen teórico calculado, para un muro de 5 m de altura, fue de 42.522 m³; si se hace el cálculo en forma simple, se tendrá $V = 5/2 \times 15.727 \text{ m}^2 = 39.318 \text{ m}^3$, valor que difiere en sólo un 8% con el calculado según la metodología propuesta. Por otro lado, en el caso de un muro de 11 m de altura, el volumen calculado en forma simple es de $V = 11/2 \times 34.740 \text{ m}^2 = 191.070 \text{ m}^3$; este valor difiere en sólo un 2% con el calculado según la metodología propuesta (195.569 m³).

- Nombre de los cursos de agua que serán intervenidos para captar los recursos que servirán para llenar el microtranque:** esta información será obtenida de las siguientes fuentes: Cartas 1:50.000 del IGM, SIG de la DGA del MOP versión 2017; SIG de la CNR, imágenes Google Earth, visitas de terreno efectuadas.
- Distancias referenciales y orientación del sitio con respecto a la infraestructura existente (casas, bodegas, silos, caminos, etc.):** esta información se obtiene básicamente de lo observado en terreno y de imágenes Google Earth.
- Identificación de los caminos de acceso (nombre de la ruta, si está enrolada), senderos u otro que permita la identificación del lugar de interés:** esta información

se obtendrá básicamente de Google Earth y del SIG de vialidad que este Consultor dispone.

- g) **Fotografías del sitio y alrededores:** sacadas directamente en las visitas a terreno que han sido efectuadas.
- h) **Dimensiones aproximadas de las obras (muro, piscina):** medidas con distanciómetro en terreno, en la ubicación definida por el equipo de profesionales in-situ.
- i) **Volumen de agua anual en m³ (volumen anual con probabilidad de excedencia 85%), disponible para almacenar:** para determinar este volumen, se genera la estadística de caudales medios mensuales correspondiente a la cuenca del microtranque, dado que estas cuencas no poseen control fluviométrico, utilizando relaciones precipitación - escorrentía conocidas. A continuación, se describe la metodología aplicada:

- **Relaciones de precipitación - escorrentía**

Existen varias fórmulas que establecen una relación entre la escorrentía total anual y la precipitación anual, tales como: Turc, Turc-Pike, Peñuelas, Grunsky, etc., algunas de las cuales también consideran otras variables como la temperatura media anual y la evapotranspiración potencial de la cuenca. En el estudio “Diagnóstico para el Plan de Desarrollo Agrícola y Abastecimiento Hídrico en el Secano VI Región” desarrollado por este consultor para la CNR, se estudió el comportamiento de las distintas relaciones en la zona de interés en dicho estudio, la que coincide con la del presente estudio.

Según lo desarrollado en dicho estudio, se llegó a que la relación recomendada corresponde a la fórmula de Peñuelas, que además es modificada en su constante, reemplazando el factor 0,5 por un factor 0,6876. Esta relación llamada “Peñuelas Modificada” muestra un buen ajuste para las condiciones locales en la zona de estudio.

Por lo tanto, para esta etapa del estudio, se propone utilizar dicha relación, que se expresa con la siguiente fórmula:

$$E = 0,6876 * P^2$$

Donde:

E : Escorrentía anual (mm/año)
P : Precipitación anual (mm/año)

- **Generación de Caudales Medios Mensuales a partir de Escorrentía Anual**

Una vez determinada la escorrentía anual con alguno de los métodos expuestos, se puede convertir dicho valor a volumen anual de escorrentía, para lo que se debe conocer la superficie total de la cuenca en estudio. Este cálculo se puede expresar por medio de la siguiente relación:

$$Vol. Esc. Año = E * A$$

Donde:

Vol. Esc. año : Volumen total de escorrentía del año (m³)
E : Escorrentía anual (m/año)
A : Superficie pluvial aportante de la cuenca (m²)

Una vez determinado este volumen total anual, se lo distribuye a nivel mensual, en base a las precipitaciones medidas en cada mes. Esta distribución se expresa con la siguiente relación:

$$Vol. Esc. mes = Vol. Esc. año * \frac{PP_{mes}}{PP_{año}}$$

Donde:

Vol.Esc.mes : Volumen total de escorrentía del mes (m³)

Vol.Esc.año : Volumen total de escorrentía del año (m³)

PPmes : Precipitación registrada en la estación pluviométrica para el mes (mm)

PPaño : Precipitación registrada en la estación pluviométrica para el año (mm)

Luego, se aplica esta relación a los 30 años en que se tiene estadística pluviométrica y se obtienen los volúmenes de escorrentía para cada mes. Finalmente, los caudales medios mensuales se calculan de acuerdo a las siguientes relaciones:

$$Qmm = \frac{Vol. Esc. mes}{d_{mes} * t_{día}}$$

Donde:

Qmm : Caudal medio mensual (m³/s)

Vol.Esc.mes : Volumen total de escorrentía del mes (m³)

dmes : Días del mes (días)

tmes : Tiempo transcurrido en el día (s/día)

Y el caudal medio anual resulta del promedio de los caudales medios mensuales:

$$QMA = \left(\sum Qmm \right) / 12$$

Donde:

QMA : Caudal medio anual (m³/s)

Qmm : Caudal medio mensual (m³/s)

Finalmente, tomando el caudal medio anual con probabilidad de excedencia del 85%, y multiplicándolo por la cantidad de segundos en un año, se obtiene el volumen anual disponible para ser almacenado en el microtrunque proyectado.

$$Vol (85\%) = QMA(85\%) * t$$

Donde:

Vol (85%) : Volumen anual asociado a una probabilidad de excedencia del 85% (m³)

QMA (85%) : Caudal medio anual (probabilidad de excedencia del 85%) (m³/s)

t : cantidad de segundos en 1 año (31.536.000 seg/año)

9.3. Selección de Sitios Definitivos

Como resultado de los trabajos de diagnóstico antes descritos, se está en condiciones de presentar un listado con a lo menos 60 sitios definitivos que se estudiarán en detalle durante las etapas siguientes, para lo cual se contemplan reuniones tanto con profesionales de la CNR como

la CRR, en las cuales se expongan los resultados de los trabajos ejecutados y, sus principales consideraciones al momento de efectuar la jerarquización de los posibles emplazamientos de los micro embalses.

9.3.1. Criterios de Selección para Microtranques

Se han definido una serie de criterios de selección con su respectiva importancia que se asignará en la evaluación final (ranking). Las variables consideradas son las siguientes:

- Hidrológicas
- Geotécnicas
- Civiles
- Legales
- Económicas
- Capacidad de almacenamiento

A continuación, se describen en detalle las variables a considerar y la importancia que se le ha dado en la evaluación.

a) Criterios hidrológicos (factor= 10%)

Volumen de agua anual en m^3 (volumen anual con probabilidad de excedencia 85%), disponible para almacenar.

Se evalúa el volumen con una escala entre 0 y 100; el valor 100 corresponde al máximo volumen de un determinado microtranque calculado y 0 al mínimo volumen.

Para calcular este volumen, se comienza con la delimitación de las cuencas hidrográficas aportantes en cada uno de los sitios en estudio, usando el software Google Earth. Para la delimitación, se ha considerado como sección de salida de la cuenca, el eje del muro del microtranque propuesto.

Según la metodología descrita anteriormente, se genera la estadística de caudales medios anuales y mensuales para cada sitio utilizando relaciones precipitación-escorrentía, tomando como base la estadística de precipitaciones mensuales disponible en la estación pluviométrica más cercana al sitio en análisis.

Con la serie de caudales construida, se procede a realizar un análisis de frecuencia de los caudales medios anuales, obteniendo el caudal y volumen correspondiente a una probabilidad de excedencia del 85%.

En los Anexos 9.3-1 y 9.3-2 se puede consultar el cálculo hidrológico completo de los 93 sitios analizados.

b) Criterios geotécnicos (factor= 30%)

- Estanqueidad zona a inundar (factor= 10%)

De acuerdo a la información de la visita a terreno del profesional geotécnico, se evalúa el potencial de infiltración en la zona de inundación del tranque proyectado.

Se asignan puntajes en una escala de 0 a 100, en que 0 corresponde a una alta infiltración (baja estanqueidad) y 100 a una baja infiltración (alta estanqueidad).

- Adecuada calidad geotécnica para fundar la presa y construcción de vertedero (factor= 10%)

De acuerdo a la información de la visita a terreno del profesional geotécnico, se evalúa la calidad de los suelos en la zona del futuro muro, respecto a las obras de fundación necesarias para el muro en sí y el vertedero de evacuación de crecidas. Al existir suelos de baja calidad, sería necesario ejecutar obras adicionales de mejoramiento de suelo, fundaciones de mayor profundidad, tabla estaca, etc.

Se asignan puntajes en una escala de 0 a 100, en que 0 corresponde a una baja calidad (mayor costo) y 100 a una alta calidad (menor costo).

- Existencia de materiales cercanos de buena calidad para los rellenos del muro (factor= 10%)

De acuerdo a la información de la visita a terreno del profesional geotécnico, se evalúa la disponibilidad de material que puede ser utilizado como relleno del muro proyectado. Es deseable que dichos materiales estén cerca de la obra del microtranque para reducir costos y tiempos de transporte.

Se asignan puntajes en una escala de 0 a 100, en que 0 corresponde a una baja calidad/cercanía (mayor costo) y 100 a una alta calidad/cercanía (menor costo).

En el Anexo 9.3-3 se incluye un completo análisis geotécnicos de estos 3 factores señalados.

c) Criterios civiles (factor= 25%)

- Ancho del Muro (factor= 10%)

De acuerdo con la información topográfica preliminar (google earth, gabinete) y especialmente las mediciones tomadas en terreno con distanciómetro, se dispone en forma aproximada el valor del ancho del muro.

Se asignan puntajes en una escala de 0 a 100, en que 0 corresponde al muro de mayor longitud, y 100 al de menor longitud.

- **Que el área de inundación no afecte propiedades vecinas (factor= 5%)**

De acuerdo a la información topográfica preliminar (google earth, gabinete), se determina si el área de inundación del microtranque afecta propiedades vecinas. En caso que se afecte, se expone al proyecto a futuras complicaciones técnicas y legales.

Se asignan puntajes en una escala de 0 a 100, en que 0 corresponde a que sí se afectan propiedades vecinas y 100 a que no se afectan propiedades vecinas.

- **Que el área de inundación no provoque interferencia con caminos, postes de alumbrado público, otra infraestructura. (factor= 5%)**

De acuerdo a la información topográfica preliminar (google earth, gabinete), se determina si el área de inundación del microtranque afecta caminos, postes de alumbrado público y otros tipos de infraestructura. En caso de que se afecte, se expone al proyecto a futuras complicaciones técnicas y legales.

Se asignan puntajes en una escala de 0 a 100, en que 0 corresponde a que sí se afecta infraestructura pública y 100 a que no se afecta infraestructura pública.

- **Cercanía con el área de riego del beneficiario (factor= 5%)**

De acuerdo a la información topográfica preliminar (google earth, gabinete), se evalúa la cercanía del microtranque proyectado al área en que el beneficiario del proyecto realizará el riego con las aguas almacenadas. Mientras más lejos se encuentre el área de riego, aumentan los costos de operación del sistema a partir del microtranque.

Se asignan puntajes en una escala de 0 a 100, en que 0 corresponde a la mayor distancia y 100 a la menor distancia.

d) Criterio legal (factor= 10%)

Esta variable tiene que ver con la cantidad (número y monto del caudal) de los derechos de aguas superficiales constituidos y en trámite que puedan existir en el cauce (aguas arriba y/o aguas abajo) donde se localiza el sitio.

Para cada sitio, se determina el valor de:

$$Q \text{ disp.} = Q \text{ 85\%} - Q \text{ (derechos const. y en trámite)} - Q \text{ ecológico}$$

Dicho valor se normaliza para el rango entre 0 a 100.

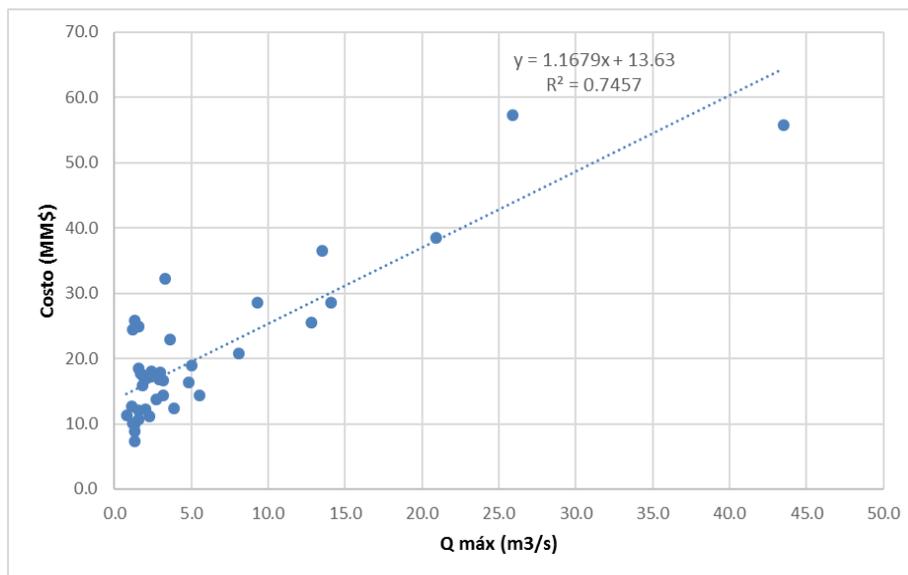
e) Criterio Económico (factor= 10%)

Dentro de las obras que componen un microtrunque, el vertedero de crecidas es una de las obras de mayor costo. En ese sentido, se ha creído conveniente incorporar en forma indirecta el costo aproximado del vertedero del futuro microtrunque, en función del caudal de crecida.

Así, se recopiló información de 38 costos de vertederos de microtranques del estudio de microtranques efectuado el año 2012; se usaron los datos de caudales de diseño de los vertederos, cuando fueran sobre 1 m³/s.

Es importante destacar que el factor “ancho del muro” también tiene involucrado un criterio económico.

En el siguiente gráfico se presenta los costos de vertederos vrs. caudales de crecida.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9.3-1 Costo de Vertedero v/s. Caudal Máximo Instantáneo

Se observa que existe una buena correlación entre las variables que se analizan.

Así, en cada sitio de embalse se calculó el caudal máximo para T= 100 años, y se determinó el costo teórico del vertedero asociado; el máximo costo se le asigna un valor de 0 y al mínimo un valor 100. En el Anexo 9.3-4 se incluye el cálculo de los caudales máximos.

f) Capacidad del Microtranque (factor= 15%)

La capacidad de cada microtranque se ha calculado según metodología explicada anteriormente.

Este valor se normaliza de 0 a 100, donde 0 corresponde al microtranque con menor capacidad y 100 al de mayor capacidad.

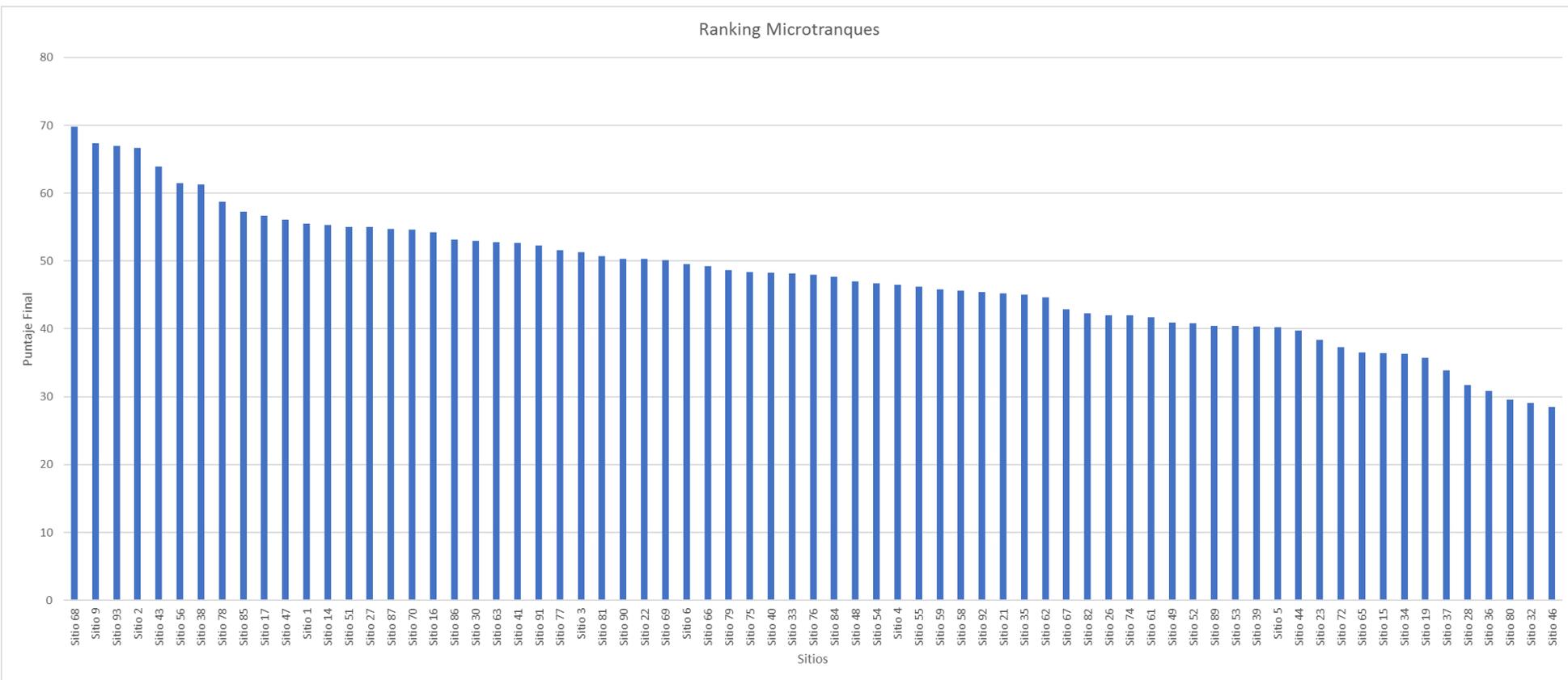
Finalmente, el puntaje final de cada microtranque resulta de la sumatoria de los valores de cada variable ponderados por su peso relativo.

Los resultados del ranking de los microtranques se incluyen en la siguiente tabla y gráfico.

Tabla 9.3-1 Ranking Microtranques

												PUNTAJES										Puntaje Final	
	Vol (m3)	Capacidad (m3)	Estanqueidad	Fundaciones	Relleno	Ancho	Costo Vert	Vecino	Infraestructura	Dist. Riego (m)	Derecho	Vol (m3)	Capacidad (m3)	Estanqueidad	Fundaciones	Relleno	Ancho	Costo Vert	Vecino	Infraestructura	Dist. Riego		Derecho
												10%	15%	10%	10%	10%	10%	10%	5%	5%	10%		
Sitio 68	51.623	31.263	4	5	5	55	17,8	0	0	230	0,66	12,42	61,04	75,00	100,00	100,00	79,74	87,69	100,00	100,00	87,6	7,56	69,78
Sitio 9	135.116	31.193	3	5	5	40	27,2	0	0	100	0,62	33,16	60,89	50,00	100,00	100,00	86,21	57,56	100,00	100,00	96,6	7,16	67,37
Sitio 93	111.912	45.622	4	5	4	110	33,8	0	0	150	1,42	27,40	91,09	75,00	100,00	75,00	56,03	36,28	100,00	100,00	93,1	16,44	66,93
Sitio 2	33.176	35.364	5	4	4	80	16,5	0	0	340	0,34	7,84	69,62	100,00	75,00	75,00	68,97	91,63	100,00	100,00	80,0	3,89	66,68
Sitio 43	31.625	44.279	3	4	4	80	18,3	0	0	350	0,42	7,45	88,28	50,00	75,00	75,00	68,97	85,90	100,00	100,00	79,3	4,78	63,92
Sitio 56	22.400	20.702	4	4	4	35	16,5	0	0	260	0,30	5,16	38,93	75,00	75,00	75,00	88,36	91,70	100,00	100,00	85,5	3,37	61,48
Sitio 38	15.947	21.577	4	4	4	53	15,3	0	0	220	0,22	3,56	40,76	75,00	75,00	75,00	80,60	95,61	100,00	100,00	88,3	2,42	61,25
Sitio 78	9.061	19.043	4	4	3	45	15,0	0	0	50	0,12	1,85	35,46	75,00	75,00	50,00	84,05	96,57	100,00	100,00	100,0	1,34	58,70
Sitio 85	54.270	7.691	4	4	4	25	19,5	0	0	350	0,25	13,08	11,70	75,00	75,00	75,00	92,67	82,18	100,00	100,00	79,3	2,81	57,29
Sitio 17	33.666	27.916	5	4	2	85	17,7	0	0	950	0,35	7,96	54,03	100,00	75,00	25,00	66,81	88,01	100,00	100,00	37,9	4,00	56,68
Sitio 47	11.408	19.599	4	4	4	40	15,3	1	0	190	0,15	2,43	36,63	75,00	75,00	75,00	86,21	95,67	0,00	100,00	90,3	1,64	56,11
Sitio 1	1.849.252	16.130	2	3	3	14	140,4	1	0	385	8,57	100,00	29,36	25,00	50,00	50,00	97,41	0,00	0,00	100,00	76,9	100,00	55,49
Sitio 14	36.257	33.846	3	3	4	130	18,1	0	0	500	0,17	8,60	66,44	50,00	50,00	75,00	47,41	86,51	100,00	100,00	69,0	1,85	55,35
Sitio 51	22.409	13.140	4	4	4	25	17,1	1	0	50	0,30	5,16	23,11	75,00	75,00	75,00	92,67	89,74	0,00	100,00	100,0	3,37	55,06
Sitio 27	5.492	15.164	4	4	4	40	14,5	1	0	110	0,07	0,96	27,34	75,00	75,00	75,00	86,21	98,08	0,00	100,00	95,9	0,69	54,99
Sitio 87	24.023	7.793	4	4	3	55	16,7	0	0	50	0,25	5,56	11,92	75,00	75,00	50,00	79,74	90,96	100,00	100,00	100,0	2,79	54,69
Sitio 70	21.467	12.500	4	3	4	50	15,7	0	0	650	0,28	4,93	21,77	75,00	50,00	75,00	81,90	94,13	100,00	100,00	58,6	3,19	54,61
Sitio 16	42.085	35.623	4	4	2	60	17,7	1	0	500	0,19	10,05	70,16	75,00	75,00	25,00	77,59	87,85	0,00	100,00	69,0	2,11	54,23
Sitio 86	4.178	16.641	3	3	4	95	14,4	0	0	80	0,04	0,63	30,43	50,00	50,00	75,00	62,50	98,59	100,00	100,00	97,9	0,36	53,17
Sitio 30	119.369	12.834	3	3	3	40	20,3	0	0	540	1,51	29,25	22,47	50,00	50,00	50,00	86,21	79,55	100,00	100,00	66,2	17,58	52,94
Sitio 63	3.587	14.743	3	3	3	30	14,3	0	0	110	0,04	0,49	26,46	50,00	50,00	50,00	90,52	98,85	100,00	100,00	95,9	0,41	52,79
Sitio 41	67.575	43.263	1	2	3	20	19,8	0	0	910	0,85	16,38	86,15	0,00	25,00	50,00	94,83	81,28	100,00	100,00	40,7	9,85	52,69
Sitio 91	10.440	14.517	3	3	3	25	14,4	0	0	350	0,11	2,19	25,99	50,00	50,00	50,00	92,67	98,56	100,00	100,00	79,3	1,15	52,32
Sitio 77	113.621	31.128	3	2	2	45	21,4	0	0	900	1,43	27,82	60,75	50,00	25,00	25,00	84,05	76,12	100,00	100,00	41,4	16,65	51,65
Sitio 3	23.651	27.128	2	2	3	30	17,5	0	0	120	0,25	5,47	52,38	25,00	25,00	50,00	90,52	88,53	100,00	100,00	95,2	2,77	51,34
Sitio 81	25.067	29.430	2	3	3	95	17,3	0	0	450	0,28	5,82	57,20	25,00	50,00	50,00	62,50	89,17	100,00	100,00	72,4	3,12	50,76
Sitio 90	97.850	17.213	2	3	3	45	19,1	0	0	500	0,45	23,90	31,63	25,00	50,00	50,00	84,05	83,49	100,00	100,00	69,0	5,15	50,35
Sitio 22	19.613	11.709	3	4	2	35	15,9	0	0	500	0,20	4,47	20,11	50,00	75,00	25,00	88,36	93,69	100,00	100,00	69,0	2,25	50,34
Sitio 69	21.592	11.569	2	3	4	60	17,7	0	0	100	0,28	4,96	19,82	25,00	50,00	75,00	77,59	87,82	100,00	100,00	96,6	3,19	50,16
Sitio 6	29.098	25.796	2	2	3	50	18,5	0	0	140	0,01	6,82	49,59	25,00	25,00	50,00	81,90	85,26	100,00	100,00	93,8	0,00	49,53
Sitio 66	56.355	11.638	3	3	2	45	18,1	0	0	180	0,72	13,60	19,96	50,00	50,00	25,00	84,05	86,54	100,00	100,00	91,0	8,26	49,29
Sitio 79	34.373	28.444	3	3	2	60	16,4	1	0	160	0,46	8,13	55,14	50,00	50,00	25,00	77,59	91,99	0,00	100,00	92,4	5,22	48,68
Sitio 75	4.538	3.324	4	2	3	45	14,5	0	0	160	0,06	0,72	2,56	75,00	25,00	50,00	84,05	98,01	100,00	100,00	92,4	0,55	48,34
Sitio 40	31.596	11.267	4	3	3	40	16,9	1	0	350	0,42	7,44	19,19	75,00	50,00	50,00	86,21	90,54	0,00	100,00	79,3	4,78	48,24
Sitio 33	4.392	22.161	3	3	2	10	14,2	1	0	200	0,06	0,69	41,99	50,00	50,00	25,00	99,14	98,97	0,00	100,00	89,7	0,59	48,22
Sitio 76	6.755	24.614	2	3	3	40	14,5	1	0	110	0,09	1,27	47,12	25,00	50,00	50,00	86,21	98,04	0,00	100,00	95,9	0,90	48,00
Sitio 84	7.064	18.399	2	2	3	65	14,6	0	0	60	0,09	1,35	34,11	25,00	25,00	50,00	75,43	97,95	100,00	100,00	99,3	0,94	47,65
Sitio 48	7.170	23.323	3	3	2	40	14,9	1	0	240	0,10	1,38	44,42	50,00	50,00	25,00	86,21	96,73	0,00	100,00	86,9	1,04	47,04
Sitio 54	6.263	13.300	4	3	2	40	14,9	0	1	150	0,10	1,15	23,44	75,00	50,00	25,00	86,21	96,79	100,00	0,00	93,1	1,04	46,69
Sitio 4	404.130	49.879	0	0	0	40	45,1	0	0	1.300	1,87	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	86,21	0,00	100,00	100,00	13,8	21,72	46,48
Sitio 55	2.897	10.816	2	3	2	40	14,1	0	0	100	0,04	0,31	18,24	25,00	50,00	25,00	86,21	99,39	100,00	100,00	96,6	0,31	46,19
Sitio 59	5.627	9.615	2	2	3	40	14,5	0	0	100	0,08	0,99	15,73	25,00	25,00	50,00	86,21	98,21	100,00	100,00	96,6	0,78	45,81
Sitio 58	2.378	9.957	3	3	3	45	14,1	1	0	120	0,04	0,18	16,44	50,00	50,00	50,00	84,05	99,49	0,00	100,00	95,2	0,31	45,63
Sitio 92	94.561	38.791	2	2	2	60	25,3	1	0	200	0,44	23,09	76,79	25,00	25,00	25,00	77,59	63,49	0,00	100,00	89,7	5,03	45,42
Sitio 21	32.608	7.691	4	4	3	20	18,4	1	1	250	0,33	7,70	11,70	75,00	75,00	50,00	94,83	85,71	0,00	0,00	86,2	3,79	45,27
Sitio 35	3.011	2.100	4	3	3	40	14,2	1	0	350	0,04	0,34	0,00	75,00	50,00	50,00	86,21	99,20	0,00	100,00	79,3	0,41	45,08
Sitio 62	3.072	14.406	2	2	2	40	14,2	0	0	160	0,04	0,36	25,76	25,00	25,00	25,00	86,21	99,20	100,00	100,00	92,4	0,41	44,60
Sitio 67	9.947	7.797	3	2	3	30	15,3	0	1	170	0,14	2,07	11,92	50,00	25,00	50,00	90,52	95,61	100,00	0,00	91,7	1,48	42,84
Sitio 82	10.440	9.772	2	2	2	45	15,5	0	0	290	0,11	2,19	16,06	25,00	25,00	25,00	84,05	95,00	100,00	100,00	83,4	1,15	42,32
Sitio 26	37.352	19.027	2	2	2	30	16,3	1	0	200	0,47	8,87	35,43	25,00	25,00	25,00	90,52	92,37	0,00	100,00	89,7	5,36	42,01
Sitio 74	1.634	5.642	2	2	2	40	13,9	0	0	120	0,02	0,00	7,41	25,00	25,00	25,00	86,21	100,00	100,00	100,00	95,2	0,13	42,00
Sitio 61	14.489	7.000	4	3	3	30	16,1	1	1	400	0,19	3,19	10,26	75,00	50,00	50,00	90,52	93,11	0,00	0,00	75,9	2,16	41,73
Sitio 49	5.998	17.831	2	2	3	80	14,6	1	0	300	0,08	1,08	32,92	25,00	25,00	50,00	68,97	97,66	0,00	100,00	82,8	0,83	40,93
Sitio 52	13.020	18.493	1	2	3	40	15,3	1	0	170	0,17	2,83	34,31	0,00	25,00	50,00	86,21	95,54	0,00	100,00	91,7	1,88	

Figura 9.3-2 Ranking Microtrancques



Es importante mencionar que los sitios 19, 28, 32, 36, 37, 65, 67 y 80 se muestran en el ranking, sin embargo, estos no pueden ser seleccionados dentro de los 60 sitios escogidos, ya que los propietarios manifestaron que ya no tienen interés en la construcción del microtranche (esta manifestación fue anterior o posteriormente a medir los parámetros geotécnicos, es por eso que algunos de estos sitios sí tienen puntuación en estos parámetros y otros no). Por otro lado, los sitios 4, 15 y 44 se encuentran dentro de la cuenca del Río Rapel, por lo que tampoco pueden ser seleccionados dentro de los 60 finales.

9.3.2. Criterios de Selección para Tranques de Acumulación Lateral

Alternativamente a las obras tipo microtranches, se contemplan obras tipo tranque de acumulación lateral, alimentadas a través de un estero cercano; se han identificado 18 de este tipo de obras.

Los parámetros que se han considerado para evaluar un ranking similar al de los microtranches se presenta a continuación.

a) Costo (factor= 25%)

En el cálculo del costo simplificado de un tranque de acumulación lateral se ha considerado el costo de la excavación, del retiro de excedentes y de la geomembrana más geotextil (suministro e instalación). Los precios unitarios considerados han sido obtenidos de los que utiliza la CNR para los concursos de la ley 18.450.

Es importante destacar que en la cubicación de los tranques de acumulación lateral se consideró una superficie acorde a las mediciones in situ que se hicieron con distanciómetro, y suponiendo una profundidad de 3 m.

El costo se normaliza entre 0 y 100, siendo 0 el de mayor costo y 100 el de menor costo.

b) Derechos de Agua (factor= 15%)

Esta variable tiene que ver con la cantidad (número y monto del caudal) de los derechos de aguas superficiales constituidos y en trámite que puedan existir en el cauce (aguas arriba y/o aguas abajo) donde se localizaría la obra de captación que alimentaría el tranque de acumulación lateral.

Para cada tranque de acumulación lateral se determina el valor de:

$$Q \text{ disp.} = Q \text{ 85\%} - Q \text{ (derechos const. y en trámite)} - Q \text{ ecológico}$$

Dicho valor se normaliza para el rango entre 0 a 100.

Los cálculos de los caudales 85% probabilidad de excedencia se pueden consultar en el Anexo 9.3-2.

c) Caudales de Crecida (factor= 15%)

El caudal de crecida (T= 100 años) tiene asociado en forma indirecta el costo de la bocatoma.

Dicho valor se normaliza para el rango entre 0 a 100, siendo 100 el caudal de crecida menor y 0 el mayor caudal de crecida. En el Anexo 9.3-4 se incluye el cálculo de los caudales máximos.

d) Capacidad del Tranque de Acumulación Lateral (factor= 20%)

En este caso corresponde al volumen que podría almacenar un determinado tranque de acumulación lateral, suponiendo una profundidad de 3 m.

Al igual que en los otros casos, el valor se normaliza para el rango entre 0 a 100, siendo 100 el tranque de acumulación lateral de mayor capacidad y 0 la de menor capacidad.

e) Excavabilidad (factor = 10%)

De acuerdo con la información de la visita a terreno del profesional geotécnico, se evalúa la excavabilidad del material del sector del tranque de acumulación lateral. Es deseable un material con menor resistencia a la remoción y arranque (menor dureza) para reducir los costos de excavación.

Se puntúa con notas de 1 a 5, donde 1 corresponde a un material con un alto grado de resistencia y 5 a un material de consistencia/compacidad muy blanda.

Dichos valores se normalizan para el rango entre 0 a 100, siendo 100 el material de consistencia muy blanda y 0 el de mayor resistencia.

f) Adecuada calidad geotécnica para fundar tranque de acumulación lateral (factor= 7%)

De acuerdo con la información de la visita a terreno del profesional geotécnico, se evalúa la capacidad de soporte del material del sector del tranque de acumulación lateral. Es deseable un material con mayor capacidad para resistir las cargas transmitidas por el tranque hacia el terreno de fundación.

Se puntúa con notas de 1 a 5, donde 1 corresponde a un material con baja capacidad de soporte estimada y 5 a un material de muy buena capacidad.

Dichos valores se normalizan para el rango entre 0 a 100, siendo 100 el material de mejor capacidad de soporte y 0 el de menor capacidad.

g) Adecuado material para pretilas de impermeabilización (factor= 8%)

De acuerdo con la información de la visita a terreno del profesional geotécnico, se evalúa la calidad del material del área del tranque de acumulación lateral para construir con él, los pretilas perimetrales. Es deseable materiales bien graduados, sin sobre tamaño, ni formas angulares para construir los pretilas.

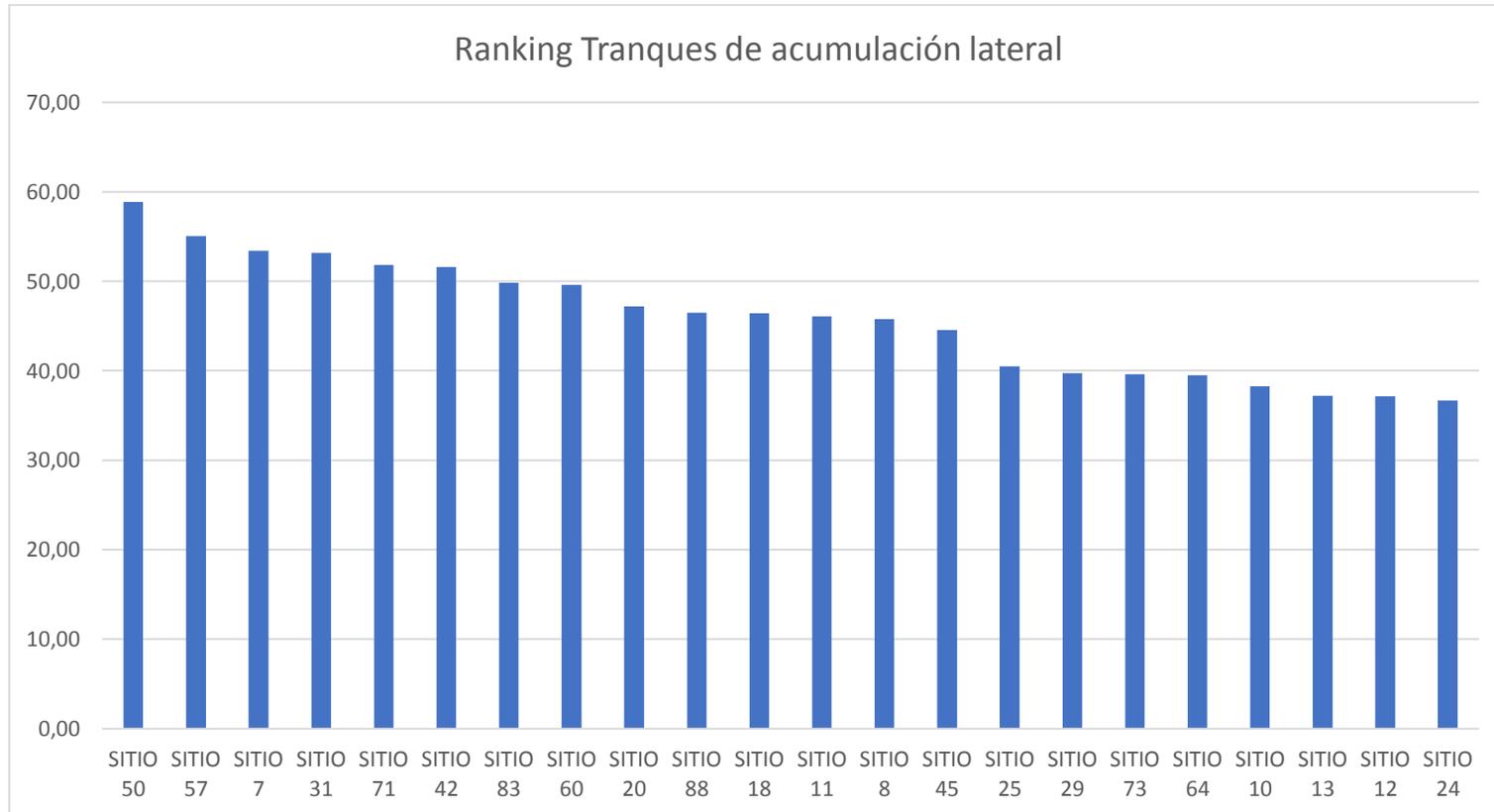
Se puntúa con escala de 1 a 5, donde 1 corresponde a un material con inadecuadas características para construir los pretilas y 5 a un material de muy buena calidad para dicha finalidad.

Dichos valores se normalizan para el rango entre 0 a 100, siendo 100 el material de muy buena calidad para construir los pretilas y 0 el de calidad inadecuada.

Finalmente, el puntaje final de cada tranque de acumulación lateral resulta de la sumatoria de los valores de cada variable ponderados por su peso relativo.

Los resultados del ranking de los tranques de acumulación lateral se incluyen en la siguiente tabla y gráfico.

Figura 9.3-3 Ranking Tranques de acumulación lateral



Es importante mencionar que los sitios 29 y 64 se muestran en el ranking, sin embargo, estos no pueden ser seleccionados dentro de los 60 sitios escogidos, ya que los propietarios manifestaron que ya no tienen interés en la construcción del tranque de acumulación lateral. Por otro lado, los sitios 24 y 25 se encuentran dentro de la cuenca del Río Rapel, por lo que tampoco pueden ser seleccionados dentro de los 60 finales.

Adicionalmente, en la segunda visita a los terrenos, se determinó que los sitios 18 y 73 no presentan las condiciones para construir las obras de acumulación. Los sitios 10, 11, 12 y 13 son todos pertenecientes a la Hacienda Topocalma, por lo que se optó por solo considerar la obra de mayor superficie, correspondiente al sitio 11.

9.4. Sitos Definitivos

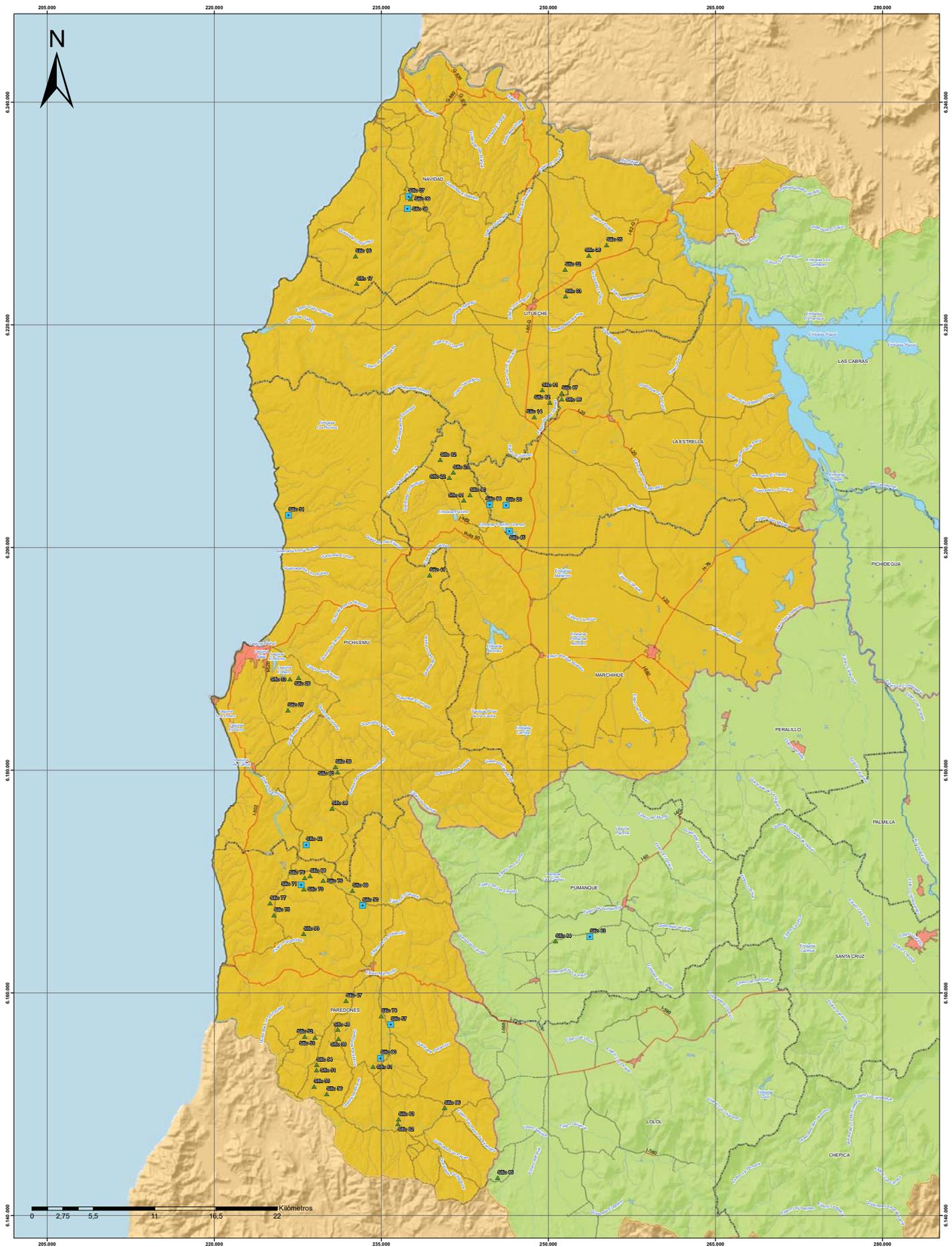
Luego de haber escogido los 60 sitios definitivos para emplazar microtranques y tranques con alimentación lateral, se han realizado algunos cambios, principalmente debido a segundas visitas efectuadas, donde se pudo constatar que el sitio no era el más adecuado para emplazar un microtranque.

En la siguiente tabla se incluyen los 60 sitios definitivos, sobre los cuales se desarrollan los estudios de terreno, (también incluida en el Anexo 9.4-1), mientras que en el Plano 9-2 se puede ver la ubicación de éstos.

Tabla 9.4-1 Sitios Definitivos

						Coordenadas	
						SIRGAS	
Microtranques	Comuna	Nombre Encuestado	Telefono	Nombre Propietario	N	E	
Sitio 02	Litueche	Sergio Ponce Rosales	995253789	Sergio Ponce Rosales	6.224.986	251.480	
Sitio 03	Litueche	Segismundo Soto Mein	995634325	Segismundo Soto Mein	6.222.540	251.587	
Sitio 05	Litueche	Segismundo Soto Mein	995634325	Segismundo Soto Mein	6.227.250	255.265	
Sitio 06	Litueche	Ernesto Venegas Prado	992203131 (E)	Rosa Mireya Prado Pino	6.226.236	253.692	
Sitio 09	Navidad	Aquiles Hernán Pérez Romero	995429936	Aquiles Hernán Pérez Romero	6.231.366	237.594	
Sitio 14	Litueche	Damian González	981894836 (E)	Ricardo Piraino	6.211.828	248.697	
Sitio 16	Navidad	Aquiles Hernán Pérez Romero	995429936	Aquiles Hernán Pérez Romero	6.226.190	232.692	
Sitio 17	Navidad	Arnoldo Carreño	992295719 (E)	José Joaquín Carreño Castro	6.223.647	232.777	
Sitio 22	Marchihue	Eusebio Lagos	997293252 (D)	Alejandro Vargas Silva	6.206.304	241.085	
Sitio 23	Marchihue	Eusebio Lagos	997293252 (D)	Alejandro Vargas Silva	6.206.748	241.465	
Sitio 26	Pichilemu	Eugenio Rafael Lizana Becerra	963312989	Ángel Miguel Lizana Cornejo	6.188.250	227.581	
Sitio 27	Pichilemu	Eugenio Rafael Lizana Becerra	963312989	Miguel Eugenio Lizana Leyton	6.185.392	226.623	
Sitio 75	Paredones	María Del Pilar Vidal Fuenzalida	977101460 (María Vargas Hija)	María Del Pilar Vidal Fuenzalida	6.166.994	225.369	
Sitio 33	Pichilemu	José Benedicto Lizana Galaz	954914863	José Benedicto Lizana Galaz	6.188.170	226.802	
Sitio 38	Pichilemu	José Daniel Piña Pino	993793848	José Daniel Piña Pino	6.176.526	230.605	
Sitio 39	Pichilemu	César Ignacio Marín González	991308500	César Ignacio Marín González	6.180.290	230.889	
Sitio 40	Pichilemu	César Ignacio Marín González	991308500	César Ignacio Marín González	6.179.856	231.073	
Sitio 41	Pichilemu	César Ignacio Marín González	991308500	César Ignacio Marín González	6.197.524	239.342	
Sitio 85	Lolol	Nancy Barros	975587745	Nancy Barros	6.143.395	245.447	
Sitio 47	Paredones	Gustavo José Muñoz Araya	981742146	Gustavo José Muñoz Araya	6.159.272	231.810	
Sitio 48	Paredones	Gustavo José Muñoz Araya	981742146	Gustavo José Muñoz Araya	6.156.680	231.090	
Sitio 51	Paredones	Celín Antonio Pardo Valenzuela	989324068	Celín Antonio Pardo Valenzuela	6.153.062	229.188	
Sitio 52	Paredones	Manuel Arsenio Fariás Saldaña	988811189	Manuel Arsenio Fariás Saldaña	6.156.094	228.157	
Sitio 53	Paredones	Manuel Arsenio Fariás Saldaña	988811189	Manuel Arsenio Fariás Saldaña	6.155.937	229.040	
Sitio 54	Paredones	Sergio Enriquez Pardo Valenzuela	985526030	Sergio Enriquez Pardo Valenzuela	6.153.538	229.201	
Sitio 55	Paredones	Bernardita Rosa Venegas González	989286692	Bernardita Rosa Venegas González	6.151.600	228.962	
Sitio 56	Paredones	Miriam Ester Hernández Muñoz	988639819	Miriam Ester Hernández Muñoz	6.150.848	230.036	
Sitio 59	Paredones	Fernando Rojas Vives		Fernando Rojas Vives	6.155.863	235.207	
Sitio 61	Paredones	Felicindo Jesús López Machuca	984750051 (Marcela)	Felicindo Jesús López Machuca	6.153.352	234.267	
Sitio 62	Paredones	Rosa Lindoriza Muñoz Canales	945322111 (Hijo Osvaldo)	Rosa Lindoriza Muñoz Canales	6.148.265	236.499	
Sitio 63	Paredones	Osvaldo Antonio Barros Cáceres	945322111 (Hijo Osvaldo)	Osvaldo Antonio Barros Cáceres	6.148.634	236.539	
Sitio 66	Paredones	Tito Duran Administrador	981951357 (A)	Adriano Díaz Escandon	6.149.622	240.696	
Sitio 68	Paredones	Domingo Ignacio Reyes Fredes		Domingo Ignacio Reyes Fredes	6.170.468	228.575	
Sitio 69	Paredones	María Lila Galarce Marambio	983221225-993274657	María Lila Galarce Marambio	6.169.189	232.424	
Sitio 70	Paredones	Gustavo H. Valenzuela Leiva	961690216	Gustavo H. Valenzuela Leiva	6.169.330	228.033	
Sitio 76	Paredones	Ricardo Antonio Pérez Piña	999038961	Ricardo Antonio Pérez Piña	6.170.329	228.122	
Sitio 77	Paredones	Claudia Elisa Mayor Duarte	984259944	Claudia Elisa Mayor Duarte	6.168.051	225.057	
Sitio 78	Paredones	Luis Iván Maldonado Muñoz	996275485	Luis Iván Maldonado Muñoz	6.157.931	234.982	
Sitio 79	Paredones	Pedro José Labarca Ahumada	959317844	Pedro José Labarca Ahumada	6.170.056	229.809	
Sitio 81	Litueche	Tulio del Carmen Osorio Cornejo	993668077 (Sra.Ventura)	Tulio del Carmen Osorio Cornejo	6.214.129	249.448	
Sitio 82	Litueche	Sergio Orlando González Vidal	982082302	Sergio Orlando González Vidal	6.213.118	250.149	
Sitio 84	Pumanque	Pedro Zuñiga González	968366291	Pedro Zuñiga Parraguez	6.164.669	250.657	
Sitio 86	Litueche	Marcelo Adrián Oyarzún Osorio	941585807	Leocola del Carmen Osorio	6.213.319	251.223	
Sitio 87	Litueche	Julio Hernán Cáceres Osorio	993208681	Julio Hernán Cáceres Osorio	6.213.891	251.231	
Sitio 90	Marchihue	Jaime Huerta	990885468	Hugo Huerta Vidal	6.204.742	242.965	
Sitio 91	Marchihue	Exequiel Huerta Vargas	989573486	Exequiel Huerta Vargas	6.204.223	242.390	
Sitio 92	Marchihue	Exequiel Huerta Vargas	989573486	Exequiel Huerta Vargas	6.207.841	240.305	
Sitio 93	Marchihue	César Fernández	981990668 (D); 993415709 (E)	Ignacio Gomez Bernaldes	6.165.266	227.997	
						Coordenadas	
						SIRGAS	
Tranques Acumulación	Comuna	Nombre Encuestado	Telefono	Nombre Propietario	N	E	
SITIO 20	La Estrella	Hugo Cabezas Pérez	722980801	Hugo Cabezas Pérez	6.203.778	246.193	
SITIO 31	Pichilemu	Marcelo Jaramillo	997516625 (E)	Renato Jaramillo	6.202.894	226.679	
SITIO 42	Pichilemu	Miguel Ángel Meléndez Cornejo	979146357	Miguel Ángel Meléndez Cornejo	6.173.294	228.258	
SITIO 45	La Estrella	Mauricio Antonio Gaete Díaz	952048284	José Santos Durán Pino	6.201.475	246.502	
SITIO 57	Paredones	Mauricio Antonio González Araya	994206109	Mauricio Antonio González Araya	6.157.130	235.857	
SITIO 60	Paredones	Juan Fernando Parraguez Pavez	999014508	Juan Fernando Parraguez Pavez	6.154.139	234.927	
SITIO 71	Paredones	Rosa Pérez Piña y Gustavo H. Valenzuela Leiva	961690216	Rosa Pérez Piña y Gustavo H. Valenzuela Leiva	6.169.677	227.823	
SITIO 83	Pumanque	Jaqueline Marta Fuentes Burgos	983734055	Ana María Galaz	6.165.031	253.731	
Sitio 88	Marchihue	Orlando del Carmen Cabezas Perez	988457944	Orlando del Carmen Cabezas Perez	6.203.845	244.724	
Sitio 50	Paredones	Eduardo Esteban Moore Rodríguez	993288874	Eduardo Esteban Moore Rodríguez	6.167.826	233.319	
Sitio 08	Navidad	Aquiles Hernán Pérez Romero	995429936	Aquiles Hernán Pérez Romero	6.230.316	237.376	
Sitio 07	Navidad	Aquiles Hernán Pérez Romero	995429936	Aquiles Hernán Pérez Romero	6.231.658	237.432	

Fuente: Elaboración propia.



Simbología		
Proyectos	Ciudades	Hidrografía
▲ Microtrancque	■ Ciudad	— Río
■ Tranque Acumulación Lateral	— Pavimento	— Estero
■ Comunas Área Estudio	— Ripio	— Quebrada
	— Tierra	— Lagos y Lagunas
		— Límite Administrativo
		— Límite Comunal
		— Límite Provincial
		— Límite Regional
		— Límite Internacional



	Estudio	Título		
	"DIAGNÓSTICO DE MICROTRANQUES EN EL SECAO COSTERO DE LA VI REGIÓN"		UBICACIÓN 60 PROYECTOS DEFINITIVOS SELECCIONADOS	
Escala	Sistema de Referencia SIRGAS UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR: ZONA HUSO 19	Fuente Cartográfica	Fecha	Plano
1:150.000		DGA, MOP	Abril 2020	9-2
			Diseño: SRV	Revisó: JVP

10. ESTUDIOS DE TERRENO E HIDROLOGÍA

10.1. Mecánica de Suelos

La campaña de exploración consideró la excavación de 2 calicatas en cada sitio. Una de estas excavaciones fue ejecutada en las cercanías del muro o en sector de la bocatoma, dependiendo del tipo de obra, y tuvo una profundidad de 3,0 m, mientras que la otra excavación se ejecutó en la zona de empréstitos y alcanzó una profundidad de 2,0 m.

Los ensayos ejecutados en terreno y/o en laboratorio se detallan a continuación:

- Densidad in situ (todas las calicatas).
- Infiltración Porchet (calicatas en muro o bocatoma).
- Clasificación completa (todas las calicatas).
- Proctor (calicata empréstito).

10.1.1. Excavación de calicatas

De acuerdo con el alcance del estudio, se ejecutaron las prospecciones requeridas en los sitios del proyecto, siendo excavadas de manera manual o con maquinaria del tipo retroexcavadora.

En las prospecciones se identificaron visualmente los estratos de suelo, se ejecutaron ensayos in situ y se recuperaron muestras de los estratos representativos para la posterior ejecución de ensayos de laboratorio.

A continuación, se detallan los 60 sitios en que se realizó la exploración geotécnica.

Tabla 10.1-1 Sitios Explorados

Sitio	Tipo de obra	Sitio	Tipo de obra	Sitio	Tipo de obra
02	Microtranque	52	Microtranque	84	Microtranque
03	Microtranque	53	Microtranque	85	Microtranque
05	Microtranque	54	Microtranque	86	Microtranque
06	Microtranque	55	Microtranque	87	Microtranque
09	Microtranque	56	Microtranque	90	Microtranque
14	Microtranque	59	Microtranque	91	Microtranque
16	Microtranque	61	Microtranque	92	Microtranque
17	Microtranque	62	Microtranque	93	Microtranque
22	Microtranque	63	Microtranque	07	Tranque alimentación lateral
23	Microtranque	66	Microtranque	08	Tranque alimentación lateral
26	Microtranque	68	Microtranque	20	Tranque alimentación lateral
27	Microtranque	69	Microtranque	31	Tranque alimentación lateral

Sitio	Tipo de obra	Sitio	Tipo de obra	Sitio	Tipo de obra
33	Microtranque	70	Microtranque	42	Tranque alimentación lateral
38	Microtranque	75	Microtranque	45	Tranque alimentación lateral
39	Microtranque	76	Microtranque	50	Tranque alimentación lateral
40	Microtranque	77	Microtranque	57	Tranque alimentación lateral
41	Microtranque	78	Microtranque	60	Tranque alimentación lateral
47	Microtranque	79	Microtranque	71	Tranque alimentación lateral
48	Microtranque	81	Microtranque	83	Tranque alimentación lateral
51	Microtranque	82	Microtranque	88	Tranque alimentación lateral

La descripción estratigráfica de las calicatas ejecutadas se presenta en los Anexos 10.1-A1 y 10.1-A2.

10.1.2. Ensayos ejecutados

De acuerdo con los alcances de la campaña de exploración, se realizó la totalidad de los ensayos de terreno y laboratorio, los cuales se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 10.1-2 Ensayos Ejecutados

Tipo de obra	Clasificación completa	Proctor	Densidad in situ	Porchet
Micro tranque	96	48	96	48
Tranque alimentación lateral	24	12	24	12
TOTAL	120	60	120	60

Para la correcta identificación de las prospecciones ejecutadas, éstas fueron denominadas como **SXX-CZ**; donde **XX** corresponde al sitio de exploración y **Z** corresponde a la calicata respectiva, siendo la calicata C1 la de 3,0 m de profundidad en el cercanías del muro o en el sector de la bocatoma; y la calicata C2 la ejecutada para la exploración de los empréstitos.

Durante el desarrollo de la campaña de exploración, las muestras fueron ingresadas semanalmente al laboratorio para la ejecución de los ensayos correspondientes.

➤ Densidad in situ

En cada una de las calicatas excavadas se ejecutó un ensayo de determinación de densidad en terreno, utilizando el método del cono de arena. Los resultados de los ensayos son presentados a continuación.

Tabla 10.1-3 Densidad In Situ

Muestra	Estrato (m)	Humedad (%)	Densidad húmeda (g/cm ³)	Densidad seca (g/cm ³)	Muestra	Estrato (m)	Humedad (%)	Densidad húmeda (g/cm ³)	Densidad seca (g/cm ³)
S02-C1	1,3-3,0	4,6	1,4	1,3	S55-C1	0,3-2,2	0,4	2,0	2,0
S02-C2	0,0-2,0	15,6	1,4	1,2	S55-C2	0,0-1,8	3,8	1,3	1,3
S03-C1	1,0-3,0	15,0	1,6	1,4	S56-C1	0,9-3,0	9,1	2,0	1,9
S03-C2	0,0-1,2	2,1	1,3	1,3	S56-C2	0,0-2,5	13,3	1,9	1,6
S05-C1	0,2-3,0	2,9	1,8	1,7	S57-C1	1,2-3,0	7,5	1,8	1,7
S05-C2	0,4-2,2	3,1	1,7	1,7	S57-C2	1,8-3,0	8,0	2,3	2,1
S06-C1	0,2-3,0	20,7	1,5	1,3	S59-C1	2,2-3,0	5,5	1,6	1,5
S06-C2	0,3-2,0	21,1	1,5	1,2	S59-C2	0,0-2,2	6,8	1,6	1,5
S07-C1	0,0-3,0	7,8	1,3	1,2	S60-C1	0,3-3,0	1,7	1,5	1,5
S07-C2	0,8-2,2	7,9	1,7	1,6	S60-C2	0,0-2,0	3,8	1,8	1,7
S08-C1	1,0-3,0	31,7	1,6	1,2	S61-C1	1,1-3,5	15,6	1,8	1,6
S08-C2	0,0-1,3	8,7	1,3	1,2	S61-C2	0,4-2,4	10,5	2,0	1,8
S09-C1	0,5-3,0	18,9	1,1	1,2	S62-C1	1,0-3,2	18,5	2,0	1,7
S09-C2	0,2-2,0	34,0	1,1	1,4	S62-C2	0,0-2,0	8,4	2,1	2,0
S14-C1	0,6-3,0	10,3	1,7	1,6	S63-C1	0,0-3,0	6,1	1,7	1,6
S14-C2	0,0-2,0	10,9	1,5	1,4	S63-C2	0,0-2,0	6,3	1,9	1,7
S16-C1	1,0-3,0	34,0	1,6	1,2	S66-C1	1,2-3,5	6,9	1,8	1,7
S16-C2	0,0-2,0	21,8	1,4	1,1	S66-C2	0,2-2,0	6,0	1,9	1,8
S17-C1	1,0-3,0	23,8	1,5	1,2	S68-C1	0,5-3,0	7,1	1,6	1,5
S17-C2	0,1-2,0	30,6	1,8	1,3	S68-C2	0,8-2,5	15,4	1,8	1,6
S20-C1	0,5-3,0	6,4	1,7	1,6	S69-C1	0,3-3,0	4,5	1,8	1,7
S20-C2	0,4-2,0	14,1	1,9	1,7	S69-C2	0,0-1,1	13,3	1,8	1,6
S22-C1	1,3-3,2	9,0	2,0	1,8	S70-C1	0,6-3,0	15,0	1,8	1,5
S22-C2	1,4-2,5	7,7	1,7	1,6	S70-C2	0,0-1,5	15,9	1,8	1,6
S23-C1	0,6-3,0	14,1	1,6	1,4	S71-C1	1,5-3,0	10,8	1,6	1,4
S23-C2	0,4-2,0	15,6	1,6	1,4	S71-C2	1,0-2,3	9,5	1,5	1,4
S26-C1	1,0-3,0	6,9	1,2	1,1	S75-C1	0,8-3,0	15,8	1,6	1,4
S26-C2	0,0-2,2	6,3	1,2	1,2	S75-C2	0,4-2,4	9,1	1,7	1,6
S27-C1	0,0-1,2	6,5	1,3	1,3	S76-C1	0,8-3,0	13,3	1,8	1,6
S27-C2	0,8-2,0	10,9	1,4	1,3	S76-C2	1,0-2,0	15,8	1,6	1,4
S31-C1	0,5-3,0	12,4	1,7	1,5	S77-C1	0,4-3,0	10,3	1,8	1,6
S31-C2	0,3-2,0	12,7	1,7	1,5	S77-C2	0,3-2,0	9,6	1,9	1,7
S33-C1	0,2-3,0	5,9	1,8	1,7	S78-C1	0,2-3,0	7,2	1,5	1,4
S33-C2	0,0-1,5	6,6	1,6	1,5	S78-C2	0,0-2,0	7,6	1,5	1,4
S38-C1	1,0-3,0	6,4	1,7	1,6	S79-C1	0,2-3,0	7,3	1,8	1,7
S38-C2	0,0-1,1	7,2	1,5	1,4	S79-C2	0,0-2,1	9,1	2,0	1,8
S39-C1	0,0-3,0	15,9	1,5	1,3	S81-C1	0,4-3,0	5,2	1,6	1,5
S39-C2	0,0-2,0	14,7	1,6	1,4	S81-C2	0,4-2,2	21,1	1,6	1,3
S40-C1	1,0-3,0	9,2	1,5	1,4	S82-C1	0,3-1,0	10,6	1,7	1,5
S40-C2	0,9-2,0	15,2	1,7	1,4	S82-C2	0,4-2,0	21,4	1,7	1,4
S41-C1	0,0-1,5	1,9	1,4	1,4	S83-C1	1,3-3,0	11,3	2,0	1,8
S41-C2	0,2-2,3	2,1	1,9	1,9	S83-C2	0,4-2,0	9,1	2,1	1,9

Muestra	Estrato (m)	Humedad (%)	Densidad húmeda (g/cm ³)	Densidad seca (g/cm ³)	Muestra	Estrato (m)	Humedad (%)	Densidad húmeda (g/cm ³)	Densidad seca (g/cm ³)
S42-C1	0,0-3,0	11,2	1,7	1,5	S84-C1	0,2-2,4	3,0	1,9	1,8
S42-C2	0,0-2,0	10,0	1,6	1,5	S84-C2	1,0-2,0	7,4	1,7	1,6
S45-C1	0,3-3,0	6,8	1,9	1,8	S85-C1	2,0-3,0	6,1	1,6	1,5
S45-C2	0,2-2,0	7,1	1,8	1,7	S85-C2	0,0-1,5	5,7	1,6	1,6
S47-C1	0,3-3,0	4,0	1,7	1,6	S86-C1	0,3-3,0	15,6	1,7	1,5
S47-C2	0,3-2,0	5,0	1,9	1,8	S86-C2	0,6-2,0	24,0	1,6	1,3
S48-C1	0,0-1,8	7,7	1,7	1,6	S87-C1	0,6-3,0	18,4	1,7	1,5
S48-C2	0,0-2,0	6,2	1,6	1,5	S87-C2	0,6-2,0	15,7	1,3	1,1
S50-C1	0,2-3,0	2,5	1,5	1,4	S88-C1	0,0-1,3	0,9	1,8	1,8
S50-C2	1,0-2,0	3,1	1,5	1,4	S88-C2	0,6-2,0	3,7	1,9	1,8
S51-C1	1,2-3,0	4,6	1,9	1,8	S90-C1	0,3-3,0	15,6	2,0	1,7
S51-C2	0,4-2,2	3,4	1,9	1,8	S90-C2	0,4-2,0	6,4	2,0	1,9
S52-C1	1,2-3,0	6,4	2,2	2,0	S91-C1	0,0-3,2	11,4	1,7	1,5
S52-C2	0,0-2,0	9,6	1,7	1,5	S91-C2	0,4-2,0	13,4	1,9	1,7
S53-C1	0,0-3,0	3,0	1,8	1,8	S92-C1	0,0-1,8	4,4	1,8	1,8
S53-C2	0,0-2,0	5,7	1,7	1,6	S92-C2	0,4-2,0	10,0	2,0	1,8
S54-C1	0,0-3,0	7,5	1,4	1,3	S93-C1	1,2-3,5	17,8	1,7	1,5
S54-C2	0,0-2,0	3,1	1,9	1,8	S93-C2	0,0-2,0	12,9	1,5	1,4

El detalle de los ensayos de densidad realizados se presenta en el Anexo 10.1-B.

➤ Ensayos de infiltración tipo Porchet

Se realizaron 60 ensayos de medición del índice de infiltración del subsuelo, en el sector del eje del muro o bocatoma dependiendo del tipo de obra, mediante el método Porchet.

Los resultados de las pruebas realizadas en terreno se presentan a continuación.

Tabla 10.1-4 Infiltración Porchet

Calicata	S2-C1	S3-C1	S5-C1	S6-C1	S7-C1	S8-C1	S9-C1	S14-C1	S16-C1	S17-C1
Estrato (m)	1,3-3,0	1,0-3,0	0,2-3,0	0,2-3,0	0,0-3,0	1,0-3,0	0,5-3,0	0,6-3,0	1,0-3,0	1,0-3,0
Infiltración (mm/hr)	11	15	0	7	224	19	172	15	0	15
Calicata	S20-C1	S22-C1	S23-C1	S26-C1	S27-C1	S31-C1	S33-C1	S38-C1	S39-C1	S40-C1
Estrato (m)	0,5-3,0	1,3-3,2	0,6-3,0	1,0-3,0	0,0-1,2	0,5-3,0	0,2-3,0	1,0-3,0	0,0-3,0	1,0-3,0
Infiltración (mm/hr)	543	7	6	124	79	0	7	4	0	26
Calicata	S42-C1	S45-C1	S47-C1	S48-C1	S50-C1	S51-C1	S52-C1	S53-C1	S54-C1	S55-C1
Estrato (m)	0,0-3,0	0,3-3,0	0,3-3,0	0,0-1,8	0,2-3,0	1,2-3,0	1,2-3,0	0,0-3,0	0,0-3,0	0,3-2,2
Infiltración (mm/hr)	28	0	0	0	1202	0	14	0	0	0
Calicata	S56-C1	S57-C1	S59-C1	S60-C1	S61-C1	S62-C1	S63-C1	S66-C1	S68-C1	S69-C1

Estrato (m)	0,9-3,0	1,2-3,0	2,2-3,0	0,3-3,0	1,1-3,5	1,0-3,2	0,0-3,0	1,2-3,5	0,5-3,0	0,3-3,0
Infiltración (mm/hr)	0	0	13	50	0	0	2	0	1733	57
Calicata	S70-C1	S71-C1	S75-C1	S76-C1	S77-C1	S78-C1	S79-C1	S81-C1	S82-C1	S83-C1
Estrato (m)	0,6-3,0	1,5-3,0	0,8-3,0	0,8-3,0	0,4-3,0	0,2-3,0	0,2-3,0	0,4-3,0	0,3-1,0	1,3-3,0
Infiltración (mm/hr)	3	0	11	33	14	17	8	50	0	63
Calicata	S84-C1	S85-C1	S86-C1	S87-C1	S88-C1	S90-C1	S91-C1	S92-C1	S93-C1	S41-C1
Estrato (m)	0,2-2,4	2,0-3,0	0,3-3,0	0,6-3,0	0,0-1,3	0,3-3,0	0,0-3,2	0,0-1,8	1,2-3,5	0,0-1,5
Infiltración (mm/hr)	56	34	4	57	1480	4	10	34	1043	0

El detalle de los ensayos de infiltración ejecutados se presenta en el Anexo 10.1-C.

➤ Clasificación completa

Se realizaron ensayos de clasificación completa incluyendo el análisis granulométrico, límites de Atterberg, humedad natural, densidad de partículas sólidas y la clasificación USCS de muestras extraídas desde las calicatas excavadas en cada sitio.

A continuación, se resumen las propiedades índice de los sitios explorados de acuerdo con la disponibilidad de los resultados.

Tabla 10.1-5 Propiedades Índice

Calicata	S02-C1	S02-C2	S03-C1	S03-C2	S05-C1	S05-C2	S06-C1	S06-C2	S07-C1	S07-C2
Clasificación USCS	CL-ML	CL	ML	CL	GM	SM	CL	CL	ML	SM
LL	23	34	34	35	21	18	40	42	29	25
LP	16	21	24	22	--	15	20	23	24	22
IP	7	13	10	13	NP	3	20	19	5	3
Calicata	S08-C1	S08-C2	S09-C1	S09-C2	S14-C1	S14-C2	S16-C1	S16-C2	S17-C1	S17-C2
Clasificación USCS	CL	ML								
LL	37	30	32	36	28	27	48	39	32	34
LP	22	21	23	24	16	18	25	24	16	29
IP	15	9	9	12	12	9	23	15	16	5
Calicata	S20-C1	S20-C2	S22-C1	S22-C2	S23-C1	S23-C2	S26-C1	S26-C2	S27-C1	S27-C2
Clasificación USCS	SM	SM-SC	GC	SM-SC	CL	SC	SM	SM	SM-SC	CL
LL	19	21	27	23	32	27	N/D	N/D	22	31
LP	16	15	15	16	21	19	--	--	15	19
IP	3	6	12	7	11	8	NP	NP	7	12

Calicata	S31-C1	S31-C2	S33-C1	S33-C2	S38-C1	S38-C2	S39-C1	S39-C2	S40-C1	S40-C2
Clasificación USCS	SM-SC	SM-SC	SC	SC	ML	SC	CL	CL	SM	CL
LL	22	23	24	28	N/D	27	29	35	31	35
LP	15	19	16	18	--	17	16	22	--	19
IP	7	4	8	10	NP	10	13	13	NP	16
Calicata	S41-C1	S41-C2	S42-C1	S42-C2	S45-C1	S45-C2	S47-C1	S47-C2	S48-C1	S48-C2
Clasificación USCS	SM-SC	SM	SC	SC	SM-SC	CL	SC	SC	SC	SC
LL	22	N/D	26	26	18	33	25	27	26	33
LP	17	--	16	16	12	15	17	15	16	20
IP	5	NP	10	10	6	18	8	12	10	13
Calicata	S50-C1	S50-C2	S51-C1	S51-C2	S52-C1	S52-C2	S53-C1	S53-C2	S54-C1	S54-C2
Clasificación USCS	SW-SM	SM-SC	SM-SC	SW-SM	SC	SC	CL	CL	SM	SC
LL	N/D	23	27	N/D	34	28	34	35	N/D	23
LP	--	18	20	--	22	16	19	21	--	14
IP	NP	5	7	NP	12	12	15	14	NP	9
Calicata	S55-C1	S55-C2	S56-C1	S56-C2	S57-C1	S57-C2	S59-C1	S59-C2	S60-C1	S60-C2
Clasificación USCS	SM	SC	SC	SM-SC	SM	SC	SM-SC	SC	SM	SW-SM
LL	N/D	23	24	23	23	23	21	33	N/D	N/D
LP	--	13	14	16	20	14	16	17	--	--
IP	NP	10	10	7	3	9	5	16	NP	NP
Calicata	S61-C1	S61-C2	S62-C1	S62-C2	S63-C1	S63-C2	S66-C1	S66-C2	S68-C1	S68-C2
Clasificación USCS	SC	SM	SM-SC	SM-SC	SC	SM	SC	SW-SM	SM	SC
LL	30	N/D	26	27	27	42	25	23	N/D	26
LP	18	--	20	21	19	32	17	18	--	17
IP	12	NP	6	6	8	10	8	5	NP	9
Calicata	S69-C1	S69-C2	S70-C1	S70-C2	S71-C1	S71-C2	S75-C1	S75-C2	S76-C1	S76-C2
Clasificación USCS	SM-SC	SC	SC	SM-SC	SC	SC	SM	SM	SC	SC
LL	24	33	25	27	27	27	27	28	27	26
LP	17	23	17	21	17	19	23	23	19	18
IP	7	10	8	6	10	8	4	5	8	8
Calicata	S77-C1	S77-C2	S78-C1	S78-C2	S79-C1	S79-C2	S81-C1	S81-C2	S82-C1	S82-C2
Clasificación USCS	ML	CL	SC	CL-ML	SM-SC	SC	CL	CL	SM	SM
LL	29	30	26	23	27	27	28	31	27	30
LP	23	22	18	18	20	17	17	19	24	24

IP	6	8	8	5	7	10	11	12	3	6
Calicata	S83-C1	S83-C2	S84-C1	S84-C2	S85-C1	S85-C2	S86-C1	S86-C2	S87-C1	S87-C2
Clasificación USCS	SM-SC	SM-SC	SC	SM-SC	SC	CL-ML	CL	GC	SM	CL
LL	22	20	24	24	26	21	38	36	N/D	25
LP	17	16	14	19	17	15	21	22	--	17
IP	5	4	10	5	9	6	17	14	NP	8
Calicata	S88-C1	S88-C2	S90-C1	S90-C2	S91-C1	S91-C2	S92-C1	S92-C2	S93-C1	S93-C2
Clasificación USCS	SW-SM	SW-SM	CL	SM	SC	SC	SM-SC	GP-GM	CL	SC
LL	N/D	N/D	28	21	27	34	18	N/D	32	28
LP	--	--	15	--	16	22	14	-	20	20
IP	NP	NP	13	NP	11	12	4	NP	12	8

El detalle de los ensayos ejecutados se presenta en el Anexo 10.1-D.

➤ Proctor modificado

El ensayo de compactación Proctor Modificado permite obtener la densidad máxima compactada seca (DMCS) y el porcentaje de humedad óptima requerido para alcanzar dicha compactación. A continuación, se presentan los resultados de los ensayos realizados en las prospecciones ejecutadas en las zonas de empréstitos.

Tabla 10.1-6 Proctor Modificado

Prospección	S02-C2	S03-C2	S05-C2	S06-C2	S07-C2	S08-C2	S09-C2	S14-C2	S16-C2	S17-C2
Humedad óptima (%)	13,1	17,1	9,8	25,7	11,0	16,0	16,3	15,5	23,3	26,0
DMCS (gr/cm³)	1,780	1,656	1,940	1,526	1,900	1,745	1,660	1,841	1,586	1,470
Prospección	S20-C2	S22-C2	S23-C2	S26-C2	S27-C2	S31-C2	S33-C2	S38-C2	S39-C2	S40-C2
Humedad óptima (%)	7,0	7,9	13,2	9,0	16,0	9,4	11,5	11,5	17,0	17,2
DMCS (gr/cm³)	2,002	1,960	1,839	1,951	1,802	1,909	1,940	1,943	1,735	1,755
Prospección	S41-C2	S42-C2	S45-C2	S47-C2	S48-C2	S50-C2	S51-C2	S52-C2	S53-C2	S54-C2
Humedad óptima (%)	11,0	9,0	12,2	8,4	12,6	8,0	7,9	12,8	12,4	8,3
DMCS (gr/cm³)	1,970	2,090	1,913	2,028	1,862	2,057	1,999	1,858	1,814	2,084
Prospección	S55-C2	S56-C2	S57-C2	S59-C2	S60-C2	S61-C2	S62-C2	S63-C2	S68-C2	S69-C2
Humedad óptima (%)	7,7	8,3	7,3	7,3	9,5	7,5	7,9	10,2	9,0	12,3
DMCS (gr/cm³)	2,072	2,080	2,031	2,060	1,984	2,016	2,023	1,822	2,024	1,849

Prospección	S70-C2	S71-C2	S75-C2	S76-C2	S77-C2	S78-C2	S79-C2	S81-C2	S82-C2	S83-C2
Humedad óptima (%)	10,3	10,2	11,0	10,5	11,0	11,4	10,1	14,0	15,9	8,1
DMCS (gr/cm³)	1,981	1,935	1,917	1,970	1,809	1,917	2,069	1,802	1,668	2,072
Prospección	S84-C2	S85-C2	S86-C2	S87-C2	S90-C2	S91-C2	S92-C2	S93-C2	--	--
Humedad óptima (%)	7,8	8,0	16,9	15,0	9,0	17,0	7,4	10,1	--	--
DMCS (gr/cm³)	2,043	2,08	1,665	1,795	2,015	1,753	1,933	2,041	--	--

En las muestras con un contenido de finos menor al 12% no se puede realizar el ensayo de compactación Proctor, en dicho caso se realizó el ensayo de densidad máxima/mínima.

Tabla 10.1-7 Densidad Máxima/Mínima.

Prospección	S66-C2	S88-C2
Densidad máxima (gr/cm³)	1,768	1,993
Densidad mínima (gr/cm³)	1,475	1,637

El detalle de los ensayos se presenta en el Anexo 10.1-D.

10.1.3. Caracterización Geotécnica

De acuerdo con la exploración en terreno y los resultados de los ensayos ejecutados, se pueden establecer los parámetros de suelos que permitan el análisis simplificado de estabilidad del muro de la presa.

Para el material del muro se definen los parámetros considerando el suelo de la prospección para empréstitos (C2), compactado a lo menos a un 95% de la densidad máxima seca del ensayo proctor o un 80% de la densidad máxima, dependiendo de las características del material.

Para el caso del suelo del sector de la bocatoma o del muro, dependiendo del tipo de obra, se consideraron las características del terreno explorado en las prospecciones realizadas en el sector del muro o bocatoma según sea el caso (C1).

Como complemento, se incluye el registro fotográfico de los trabajos en el Anexo 10.1-E.

Tabla 10.1-8 Parámetros Suelo – Tranques Alimentación Lateral

Sitio	S07		S08		S20		S31		S42	
	Suelo	Material								
Sector	Bocatoma	Muro								
Densidad natural (g/cm³)	1,3	2,0	1,6	1,9	1,7	2,0	1,7	2,0	1,7	2,2

Densidad saturada (g/cm ³)	1,7	2,1	1,7	2,0	2,0	2,2	2,0	2,1	2,0	2,2
Cohesión (kg/cm ²)	0	0	0,1	0,1	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Angulo de fricción (°)	28	35	25	23	32	32	32	32	30	30
Sitio	S45		S50		S57		S60		S71	
Sector	Suelo	Material								
	Bocatoma	Muro								
Densidad natural (g/cm ³)	1,9	2,0	1,5	2,1	1,8	2,1	1,5	2,1	1,6	2,0
Densidad saturada (g/cm ³)	2,1	2,1	1,9	2,2	2,1	2,1	1,9	2,2	1,9	2,1
Cohesión (kg/cm ²)	0,01	0,1	0	0,01	0	0,01	0	0	0,01	0,01
Angulo de fricción (°)	32	23	30	32	32	30	29	30	30	30
Sitio	S83		S88		--	--	--	--	--	--
Sector	Suelo	Material								
	Bocatoma	Muro								
Densidad natural (g/cm ³)	2,0	2,1	1,8	1,7	--	--	--	--	--	--
Densidad saturada (g/cm ³)	2,1	2,2	2,1	2,0	--	--	--	--	--	--
Cohesión (kg/cm ²)	0,01	0,01	0	0	--	--	--	--	--	--
Angulo de fricción (°)	32	32	28	30	--	--	--	--	--	--

Tabla 10.1-9 Parámetros Suelo - Microtranques

Sitio	S02		S03		S05		S06		S09	
Sector	Suelo	Material								
	Muro	Muro								
Densidad natural (g/cm ³)	1,4	1,9	1,6	1,8	1,8	2,0	1,5	1,8	1,1	1,8
Densidad saturada (g/cm ³)	1,8	2,0	1,8	1,9	2,1	2,2	1,8	1,9	1,7	2,0
Cohesión (kg/cm ²)	0,05	0,1	0	0,1	0	0	0,1	0,1	0,05	0,1
Angulo de fricción (°)	23	23	30	20	32	35	20	23	20	23
Sitio	S14		S16		S17		S22		S23	
Sector	Suelo	Material								
	Muro	Muro								
Densidad natural (g/cm ³)	1,7	2,0	1,6	1,9	1,5	1,8	2,0	2,0	1,6	2,0
Densidad saturada (g/cm ³)	2,0	2,1	1,7	1,9	1,7	1,8	2,1	2,1	1,9	2,1
Cohesión (kg/cm ²)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0,01	0,05	0,01
Angulo de fricción (°)	25	23	20	23	23	32	32	32	23	30
Sitio	S26		S27		S33		S38		S39	
Sector	Suelo	Material								
	Muro	Muro								
Densidad natural (g/cm ³)	1,2	2,0	1,3	2,0	1,8	2,1	1,7	2,1	1,5	1,9

Densidad saturada (g/cm3)	1,7	2,1	1,8	2,1	2,1	2,2	2,0	2,1	1,8	2,0
Cohesión (kg/cm2)	0	0	0,01	0,1	0,01	0,01	0	0,01	0,05	0,1
Angulo de fricción (°)	32	35	32	23	30	30	30	30	23	23
Sitio	S40		S41		S47		S48		S51	
Sector	Suelo	Material								
	Muro	Muro								
Densidad natural (g/cm3)	1,5	2,0	1,4	2,1	1,7	2,1	1,7	2,0	1,9	2,0
Densidad saturada (g/cm3)	1,8	2,0	1,9	2,2	2,1	2,2	2,0	2,1	2,1	2,2
Cohesión (kg/cm2)	0	0,1	0,01	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0
Angulo de fricción (°)	30	23	35	35	30	30	30	30	32	30
Sitio	S52		S53		S54		S55		S56	
Sector	Suelo	Material								
	Muro	Muro								
Densidad natural (g/cm3)	2,2	2,0	1,8	1,9	1,4	2,1	2,0	2,1	2,0	2,1
Densidad saturada (g/cm3)	2,3	2,1	2,1	2,1	1,8	2,2	2,3	2,2	2,1	2,2
Cohesión (kg/cm2)	0,01	0,01	0,15	0,1	0	0,01	0	0,01	0,01	0,01
Angulo de fricción (°)	30	30	25	23	29	30	35	30	28	32
Sitio	S59		S61		S62		S63		S66	
Sector	Suelo	Material								
	Muro	Muro								
Densidad natural (g/cm3)	1,6	2,1	1,8	2,1	2,0	2,1	1,7	1,9	1,8	1,5
Densidad saturada (g/cm3)	1,9	2,2	2,0	2,2	2,0	2,2	1,9	2,1	2,1	1,9
Cohesión (kg/cm2)	0,01	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0,01	0	0,01	0
Angulo de fricción (°)	29	30	28	35	32	32	28	35	30	30
Sitio	S68		S69		S70		S75		S76	
Sector	Suelo	Material								
	Muro	Muro								
Densidad natural (g/cm3)	1,6	2,1	1,8	2,0	1,8	2,1	1,6	2,0	1,8	2,1
Densidad saturada (g/cm3)	2,0	2,2	2,1	2,1	2,0	2,2	1,9	2,2	2,0	2,1
Cohesión (kg/cm2)	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0	0,01	0,01
Angulo de fricción (°)	29	30	32	30	28	32	32	35	28	30
Sitio	S77		S78		S79		S81		S82	
Sector	Suelo	Material								
	Muro	Muro								
Densidad natural (g/cm3)	1,8	1,9	1,5	2,0	1,8	2,2	1,6	2,0	1,7	1,8
Densidad saturada (g/cm3)	2,1	2,1	1,9	2,1	2,1	2,2	1,9	2,1	2,0	2,0
Cohesión (kg/cm2)	0	0,1	0,01	0,05	0,01	0,01	0,05	0,1	0	0
Angulo de fricción (°)	30	23	28	23	32	30	20	23	35	35

Sitio	S84		S85		S86		S87		S90	
Sector	Suelo Muro	Material Muro								
Densidad natural (g/cm ³)	1,9	2,1	1,6	2,1	1,7	1,8	1,7	2,0	2,0	2,1
Densidad saturada (g/cm ³)	2,1	2,2	1,9	2,2	1,9	2,0	1,9	2,0	2,1	2,2
Cohesión (kg/cm ²)	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0	0	0,1	0,1	0
Angulo de fricción (°)	30	32	28	23	20	33	29	23	23	35
Sitio	S91		S92		S93		--		--	
Sector	Suelo Muro	Material Muro								
Densidad natural (g/cm ³)	1,7	1,9	1,8	2,0	1,7	2,1	--	--	--	--
Densidad saturada (g/cm ³)	1,9	2,0	2,1	2,1	1,9	2,2	--	--	--	--
Cohesión (kg/cm ²)	0,01	0,01	0,01	0	0,03	0,01	--	--	--	--
Angulo de fricción (°)	30	30	28	33	20	30	--	--	--	--

10.2. Topografía

10.2.1. Metodología General

En cada uno de los sectores de potenciales beneficiarios se ha llevado a cabo un levantamiento topográfico de la zona de interés, esto es, el sector donde irá emplazado el muro, el vertedero y el área de inundación según corresponda.

El levantamiento fue ejecutado de manera tal que se cumpla con los requerimientos indicados en el Manual de Procedimientos Geodésicos y Topográficos de la CNR para la escala solicitada.

De acuerdo con las bases, la escala de los planos debiese ser 1:5.000. Para una mejor presentación y visualización, los planos se presentan a escala 1:1.000 (algunos 1:500), con curvas de nivel cada 1 m.

En cada una de las zonas cubiertas por los trabajos de topografía efectuados se identificaron todos los elementos externos existentes, tales como caminos, construcciones, postes de alumbrado eléctrico, entre otros, y cada una de las singularidades existentes para una correcta representación del sector.

El procedimiento general adoptado consistió, en primer lugar, en la construcción de 2 PR's correspondientes a monolitos de hormigón contruidos de acuerdo con la normativa de la CNR, siendo estos intervisibles entre sí.

Para llevar a cabo el proceso de georreferenciación, en cada uno de los PR's indicados se posesionó un equipo GPS del tipo "Navegador GNSS" con precisión de 3 m aprox. durante un tiempo determinado para de esta manera obtener las coordenadas UTM de cada uno de ellos.

Durante el proceso de cálculo se fijó como origen la coordenada X,Y,Z obtenida de uno de los dos PR's y se calculó la coordenada del segundo utilizando el azimut obtenido de la medición GPS y la distancia medida directamente en terreno con instrumental tradicional (Estación Total). Estos 2 PR's formaron la base de partida de la poligonal, desde la cual se midieron todos los puntos necesarios para cubrir toda el área de interés.

Es importante mencionar que el sistema de coordenadas definitivo no fue vinculado a ningún sistema en particular, específicamente IGM, SHOA, SERVIU, etc.

10.2.2. Instrumentación

El instrumental utilizado para las labores de levantamiento fue una Estación Total marca TRIMBLE de la serie 3600 de procedencia norteamericana, con capacidad interna para 3.000 puntos y autonomía de 9 horas, que cuenta con una precisión angular de 5 segundos centesimal y precisión lineal de $\pm 3\text{mm} + 3\text{ppm}$, más todos sus accesorios (juegos de prismas, plataforma nivelante, jalones, etc.). El certificado de calibración de los instrumentos se incluye en el Anexo 10.2-1.

Los datos de los puntos capturados con la estación total durante el desarrollo del levantamiento topográfico son registrados automáticamente, sin intervención del operador en la memoria interna de la estación, la cual permite retener coordenadas transitorias, tanto de vértices adyacentes como de puntos de relleno, hasta que se realiza la reciprocidad entre vértices, de manera que, si alguna coordenada varía, los puntos asociados varían con ella.

Cada uno de los puntos capturados es individualizado por sus coordenadas, y además es identificado utilizando un sistema de codificación.

El procesamiento de los datos es automatizado mediante el uso de software especializado. Los puntos de captura son traspasados directamente al computador y procesados por medio de un software para la generación de un modelo 3D del levantamiento efectuado, creando archivos de extensión DWG compatibles con AutoCad, con los layers y bloques correspondientes, a partir de los cuales se generaron las láminas de la Base Topográfica.

El mismo software realiza la interpolación de los puntos tomados en terreno, y a partir del modelo 3D, se generan las curvas de nivel que se representan en la base topográfica general; las curvas de nivel fueron generadas cada 0,5 m.

A la fecha se está en proceso de la generación de los planos topográficos de cada uno de los sectores donde se diseñarán los microtranques y tranques con alimentación lateral, así como las monografías de los PRs.

En el Anexo 10.2-1 se incluye:

- a) 60 Levantamientos topográficos, incluyendo los puntos topográficos medidos
- b) 120 monografías (2 PR's por sitio)

10.3. Estudios Hidrológicos

Los estudios hidrológicos han sido desarrollados con los siguientes objetivos específicos:

- Conocer la disponibilidad de recursos hídricos para ser embalsados en el microtrunque (caudales medios mensuales para distintas probabilidades de excedencia). Ello servirá además para efectos de validar la solicitud de derechos de aguas superficiales, en caso de que el beneficiado no los disponga, y que no pueda acogerse al artículo 10 o el artículo 2º transitorio del Código de Aguas.
- Calcular los caudales máximos instantáneos para efectos del diseño del vertedero de crecidas.

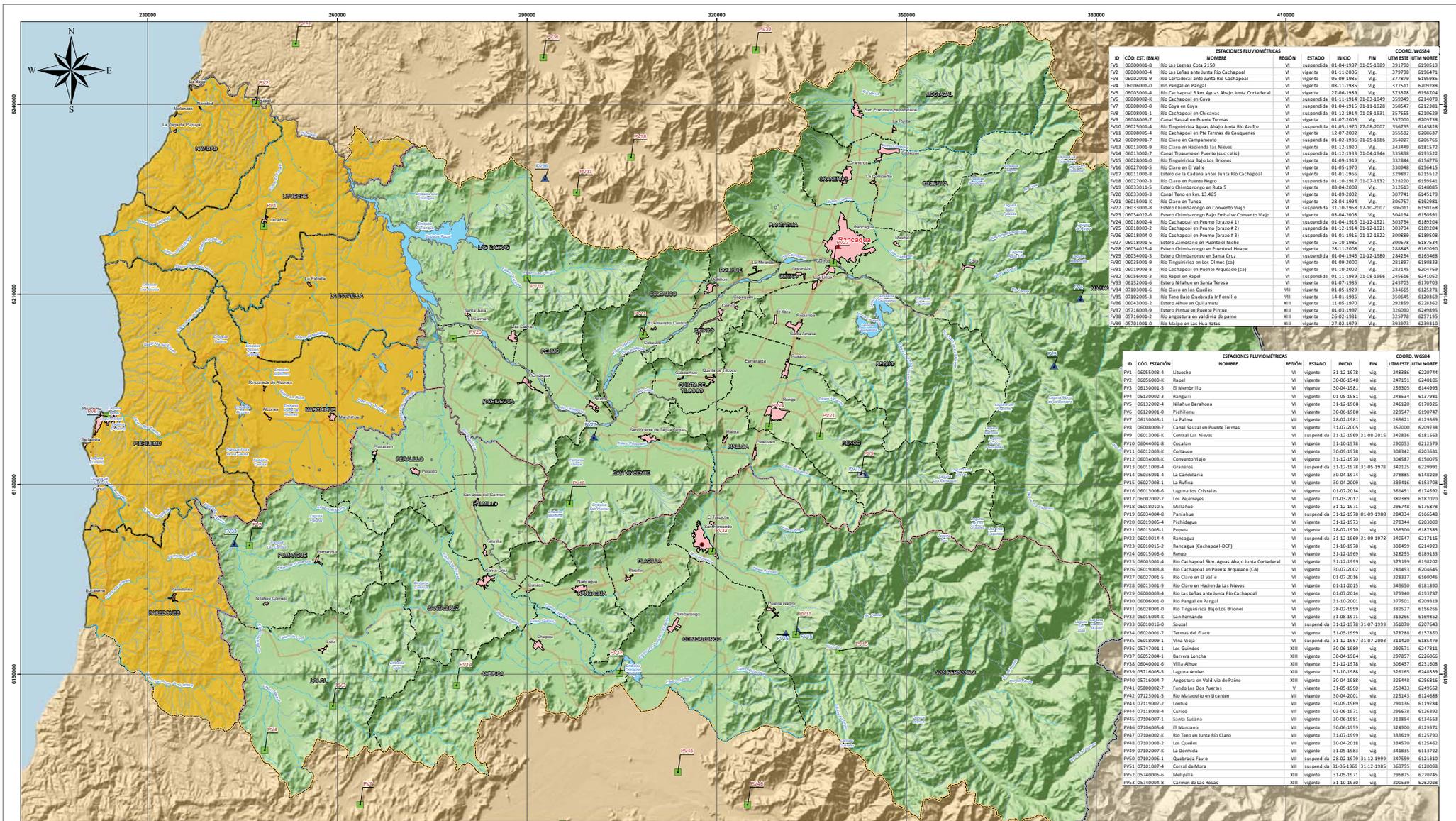
La metodología que se propone para alcanzar los objetivos señalados se presenta a continuación.

10.3.1. Recopilación de Antecedentes Pluviométricos

Se consideraron las estaciones pluviométricas de la red hidrométrica DGA que cumplen con las siguientes condiciones:

- i. Localización: aquellas que se encuentran en las cercanías del área general del interés del estudio y/o sean útiles para efectos de correlación entre estaciones.
- ii. Series de precipitaciones mensuales: aquellas que cuentan con registros históricos de longitud mínima aceptable y escasez de vacíos; se ha considerado una longitud de datos medidos aceptable de 15 años como mínimo, salvo excepciones justificadas.
- iii. Vigencia: se consideran indistintamente las estaciones vigentes y suspendidas, siempre que cumplan con lo establecido en los puntos (i) y (ii) precedentes.
- iv. Grado de actualización de las series: sin perjuicio de los puntos precedentes, se consideran preferentemente –salvo excepciones que lo justifiquen– aquellas estaciones que poseen registros a la fecha actual.

En el Plano 10-1 se muestra la ubicación de las estaciones identificadas.

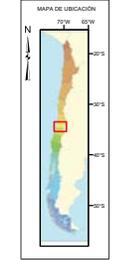


ID	CÓD. EST. (BNA)	NOMBRE	REGIÓN	ESTADO	INICIO	FIN	COORD. UTM X	COORD. UTM Y
PV1	0600001-8	Río Las Lagunas Cota 2150	VI	Suspendida	01-04-1987	01-05-1989	391790	619519
PV2	0600003-4	Río Las Lajas ante Junta Río Cachapoal	VI	Vigente	01-12-2006	Vig.	379738	619671
PV3	0600001-9	Río Cortaderal ante Junta Río Cachapoal	VI	Vigente	06-09-1985	Vig.	378729	619985
PA4	0600601-0	Río Pangal en Pangal	VI	Vigente	08-11-1985	Vig.	377511	620928
PV5	0600301-4	Río Cachapoal 5 Km. Aguas Abajo Junta Cortaderal	M	Vigente	27-06-1989	Vig.	373378	620874
PV6	0600802-K	Río Cachapoal en Coye	VI	Suspendida	01-11-1914	01-03-1949	359949	6214078
PV7	0600803-8	Río Coya en Coya	VI	Suspendida	01-04-1915	01-11-1924	358457	621281
PA8	0600801-1	Río Cachapoal en Chicayas	VI	Suspendida	01-12-1914	01-08-1931	357655	621458
PV9	0600809-7	Canal Saizal en Puente Termas	VI	Vigente	01-07-2005	Vig.	357000	6209738
PA10	0600200-5	Río Tringirritica Aguas Abajo Junta Río Adufe	VI	Suspendida	01-19-1970	01-08-2007	356781	6144588
PV11	0600805-4	Río Cachapoal en Pto. Termas de Caequehue	VI	Vigente	12-07-2002	Vig.	355532	6208617
PV12	0600901-7	Río Claro en Campamento	VI	Suspendida	01-02-1986	01-05-1986	354027	6206746
PV13	0601301-9	Río Claro en Las Nieves	VI	Vigente	01-12-1920	Vig.	344449	6216172
PV14	0601302-7	Canal Tripaque en Puente (sac cellos)	VI	Suspendida	01-12-1933	01-04-1944	345838	6193152
PV15	0602301-4	Río Tringirritica Bajo Los Briones	VI	Vigente	01-09-1970	Vig.	343844	6216172
PV16	0602700-5	Río Claro en El Valle	VI	Vigente	01-05-1970	Vig.	340948	6154415
PV17	0601101-8	Estero de la Cadena ante Junta Río Cachapoal	VI	Vigente	01-01-1966	Vig.	328897	6215152
PA18	0602700-3	Río Claro en Puente Negro	VI	Suspendida	01-10-1917	01-08-1931	328220	6159541
PV19	0603101-5	Estero Chimbangro en Ruta 5	VI	Vigente	03-04-2008	Vig.	312613	6148085
PV20	0603300-3	Canal Tana en km. 83.65	VI	Vigente	01-09-2002	Vig.	307781	6145179
PV21	0601500-1-K	Río Claro en Tanca	VI	Vigente	28-04-1994	Vig.	306757	6192981
PV22	0603301-8	Estero Chimbangro en Convento Viejo	VI	Suspendida	13-10-1968	17-10-2007	306011	6150168
PV23	0603402-6	Estero Chimbangro Bajo Estribo Convento Viejo	M	Vigente	03-04-2008	Vig.	304194	6150051
PA24	0601802-4	Río Cachapoal en Puño (Brazo #1)	VI	Suspendida	01-04-1916	01-12-1931	303734	6189204
PA25	0601803-2	Río Cachapoal en Puño (Brazo #2)	VI	Suspendida	01-12-1914	01-12-1931	303734	6189204
PV26	0601900-4	Río Cachapoal en Puño (Brazo #3)	VI	Suspendida	01-01-1915	01-12-1932	300889	6189508
PV27	0601801-6	Estero Zamorano en Puente el Niche	VI	Vigente	16-10-1985	Vig.	300578	6187534
PA28	0602402-4	Estero Chimbangro en Puente el Trague	VI	Vigente	28-11-2008	Vig.	297952	6162000
PV29	0603401-3	Estero Chimbangro en Santa Cruz	VI	Suspendida	01-04-1945	01-12-1980	284234	6165468
PV30	0602501-9	Río Tringirritica en Los Orosos (La)	VI	Vigente	01-09-2000	Vig.	281897	6168333
PV31	0601900-3	Río Cachapoal en Puente Arquero (ca)	VI	Vigente	01-10-2002	Vig.	281445	6204769
PV32	0605601-3	Río Rapel en Rapel	VI	Suspendida	01-11-1989	01-08-1986	246164	6204102
PA33	0613001-6	Estero Nihue en Santa Teresa	VI	Vigente	01-07-1985	Vig.	242700	6127030
PV34	0710101-6	Río Claro en Los Quelfes	VI	Vigente	01-05-1929	Vig.	314665	6125271
PV35	0710201-3	Río Teno Bajo Quebrada Infernillo	VII	Vigente	14-10-1980	Vig.	300465	6202869
PV36	0604301-2	Estero Añel en Quilmea	XII	Vigente	28-02-1987	Vig.	292851	6200000
PV37	0716001-9	Estero Pirhué en Puente Pirhué	XIII	Vigente	01-03-1997	Vig.	324090	6249895
PA38	0716001-2	Río Rapel en valdeña de agua	XIII	Vigente	26-02-1981	Vig.	323778	6217195
PV39	0720101-0	Río Maipo en Los Huilaitas	VI	Vigente	27-02-1979	Vig.	319371	6233110

ID	CÓD. ESTACIÓN	NOMBRE	REGIÓN	ESTADO	INICIO	FIN	COORD. UTM X	COORD. UTM Y
PV1	0605503-4	Lituche	VI	Vigente	31-12-1978	Vig.	248886	6220744
PV2	0605603-K	Rapel	VI	Vigente	30-06-1940	Vig.	247511	6240106
PV3	0613001-5	El Mamberrillo	VI	Vigente	30-04-1981	Vig.	259305	6144993
PA4	0610001-3	Banquito	VI	Vigente	01-05-1981	Vig.	248454	6147961
PV5	0613002-4	Nihue-Barahona	VI	Vigente	31-12-1968	Vig.	246120	6170236
PV6	0610001-0	Pichilmu	VI	Vigente	30-06-1980	Vig.	223547	6190747
PA7	0610001-1	La Palma	VI	Vigente	28-02-1987	Vig.	223621	6121949
PV8	0600809-7	Canal Saizal en Puente Termas	VI	Vigente	31-07-2005	Vig.	357000	6209738
PA9	0601300-K	Central Las Nieves	VI	Suspendida	31-12-1969	31-08-2015	342836	6185163
PV10	0604401-8	Cadacán	VI	Vigente	31-03-1978	Vig.	290051	6212579
PV11	0603301-K	Catolaje	VI	Vigente	30-09-1978	Vig.	301842	6209831
PV12	0601401-K	Convento Viejo	VI	Vigente	31-12-1970	Vig.	304587	6150075
PV13	0601101-4	Gruarano	VI	Suspendida	31-12-1978	31-05-1978	342125	6229991
PA14	0605601-4	La Candelaria	VI	Vigente	30-04-1974	Vig.	278865	6148129
PV15	0602700-1	La Rufina	VI	Vigente	30-04-2009	Vig.	339416	6153708
PV16	0601300-K	Laguna Los Cristales	VI	Vigente	01-07-2014	Vig.	361491	6174592
PV17	0600201-7	Los Pequeños	VI	Vigente	01-02-2017	Vig.	362389	6187000
PV18	0600801-5	Mitilhue	VI	Vigente	31-12-1971	Vig.	296748	6176878
PV19	0600804-8	Pantihue	VI	Suspendida	31-12-1978	01-09-1988	284834	6166548
PV20	0605001-4	Pichilmu	VI	Vigente	31-12-1975	Vig.	279244	6200000
PV21	0601300-1	Popoya	VI	Vigente	28-02-1970	Vig.	336300	6187583
PV22	0601001-4	Rancagua	VI	Suspendida	31-12-1969	31-09-1978	340547	6217115
PV23	0601001-2	Rancagua (Cachapoal-DCP)	VI	Vigente	31-10-1978	Vig.	338459	6214923
PA24	0605503-6	Rengo	VI	Vigente	31-12-1969	Vig.	332655	6189131
PV25	0600301-4	Río Cachapoal 5km. Aguas Abajo Junta Cortaderal	VI	Vigente	31-12-1989	Vig.	373199	6198202
PV26	0601900-3	Río Cachapoal en Puente Arquero (CA)	VI	Vigente	30-07-2002	Vig.	281453	6204645
PV27	0602700-5	Río Claro en El Valle	VI	Vigente	01-07-2016	Vig.	328337	6160246
PV28	0601301-9	Río Claro en Hacienda Las Nieves	VI	Vigente	01-11-2015	Vig.	341650	6181890
PV29	0600003-4	Río Las Lajas ante Junta Río Cachapoal	VI	Vigente	01-07-2014	Vig.	379940	6199787
PV30	0600001-9	Río Cortaderal ante Junta Río Cachapoal	VI	Vigente	31-10-2001	Vig.	377550	6209139
PV31	0600801-0	Río Tringirritica Bajo Los Briones	VI	Vigente	28-02-1999	Vig.	332527	6156246
PV32	0601604-K	San Fernando	VI	Vigente	31-08-1971	Vig.	319266	6169362
PA33	0600101-4	Saizal	VI	Suspendida	31-12-1978	31-07-1999	351070	6207943
PA34	0602001-7	Terminos del Fisco	VI	Suspendida	31-05-1999	Vig.	317828	6137850
PV35	0601809-1	Villa Vieja	VI	Suspendida	31-12-1957	31-07-2003	311420	6185479
PV36	0574700-1	Los Guindos	XIII	Vigente	30-06-1989	Vig.	292571	6247311
PV37	0602301-1	Barros Lucocha	XIII	Vigente	30-04-1984	Vig.	297952	6206066
PV38	0604001-6	Villa Añel	XIII	Vigente	31-12-1978	Vig.	306437	6233608
PA39	0571600-5	Laguna Aculeo	XIII	Vigente	31-10-1988	Vig.	326165	6248539
PA40	0571600-7	Angostura en Volcán del Parí	XIII	Vigente	30-04-1988	Vig.	325448	6256165
PA41	0580002-7	Fundo Las Dos Puercas	V	Vigente	31-05-1990	Vig.	253493	6249552
PA42	0712301-5	Río Mataquén en Licantén	VII	Vigente	30-04-2001	Vig.	225143	6124688
PA43	0711901-2	Lontué	VI	Vigente	30-09-1969	Vig.	291136	6139784
PA44	0711801-4	Curiñó	VI	Vigente	03-06-1971	Vig.	295678	6126392
PA45	0720601-1	Santa Susana	VI	Vigente	30-06-1981	Vig.	311854	6134553
PA46	0710401-4	El Manzano	VI	Vigente	30-06-1959	Vig.	324900	6193971
PA47	0718401-K	Río Teno ante Ruta Claro	VI	Vigente	31-07-1999	Vig.	313619	6125780
PA48	0710301-2	Los Quelfes	VI	Vigente	30-04-2018	Vig.	341670	6125462
PA49	0710201-K	La Dormida	VI	Vigente	31-05-1983	Vig.	341835	6113722
PA50	0710201-1	Quebrada Favelo	VI	Suspendida	28-02-1979	31-12-1991	347559	6131130
PV51	0710101-4	Corral de Mora	VI	Suspendida	31-06-1969	31-12-1985	363755	6120098
PV52	0574001-6	Mulipita	XIII	Vigente	31-05-1971	Vig.	295875	6270745
PV53	0574001-8	Campan de Las Boas	XIII	Vigente	31-10-1930	Vig.	300330	6262028

Simbología

▲ Capital Regional	▲ Estaciones Fluviométricas Vigente	— Río	— Límites Administrativos
● Capitales Provinciales	▲ Estaciones Fluviométricas Suspendida	— Estero	— Límite Internacional
● Ciudades	■ Estaciones Pluviométricas Vigente	— Quebrada	— Límite Regional
■ Comunas Áreas Estudio	■ Estaciones Pluviométricas Suspendida	— Lagos, Lagunas y Embalses	— Límite Provincial
— Red Vial			— Límite Comunal



	Estudio "DIAGNÓSTICO DE MICROTRANQUES EN EL SECANO COSTERO DE LA VI REGION"	Título UBICACIÓN ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS Y PLUVIOMÉTRICAS
	Escala: 1:280.000 Sistema de Referencia SIRGAS UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR, ZONA SUR 19	Fuente Cartográfica: DGA, MOP Año: 2016 Dibujó: SPV

De esta forma, las estaciones pluviométricas que se consideraron para el proceso estadístico son las que se indican en la siguiente tabla, totalizando 6 estaciones seleccionadas.

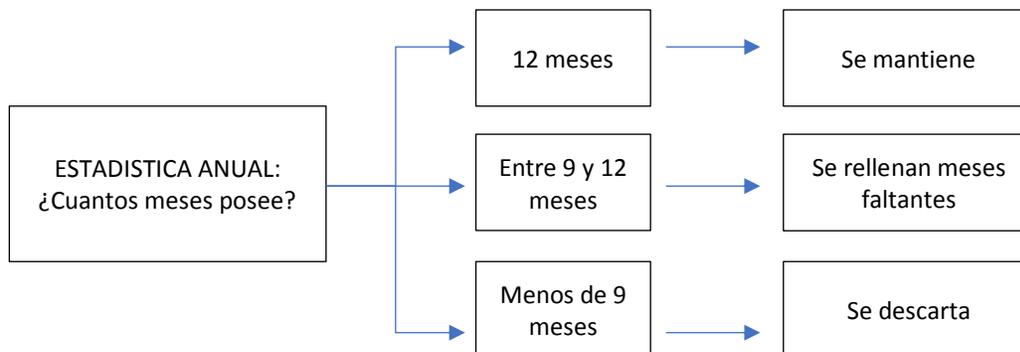
Tabla 10.3-1 Estaciones pluviométricas DGA consideradas en análisis estadístico de precipitaciones mensuales y anuales (UTM Datum WGS84)

Código BNA	Nombre Estación	ESTADO	Huso	UTM ESTE	UTM NORTE
06055003-4	Litueche	vigente	19	248.245	6.221.536
06056003-K	Rapel	vigente	19	247.305	6.240.222
06130001-5	El Membrillo	vigente	19	261.027	6.145.067
06130002-3	Ranguili	vigente	19	248.656	6.138.317
06132002-4	Nilahue Barahona	vigente	19	246.214	6.170.763
06120001-0	Pichilemu	vigente	18	775.140	6.191.054

Ref.: Elaboración propia con base en datos DGA-MOP, 2018

10.3.2. Relleno de las Estadísticas Pluviométricas

De las 6 estaciones pluviométricas consideradas en el análisis estadístico, Pichilemu y Ranguili presentan información en todos los meses de los 31 años estudiados. Para el resto de las estaciones, para los años con información mensual parcial, se evaluó la factibilidad de rellenar los datos mensuales faltantes, siguiendo el siguiente esquema:



El relleno de las estadísticas de precipitaciones se realizó a través de los denominados módulos pluviométricos, según el cual, en una estación pluviométrica, la relación entre la precipitación P_x desconocida de un mes m y el promedio de las precipitaciones de ese mes, puede ser aproximada a la misma relación existente en una estación vecina. En el cálculo de los promedios se deben considerar los mismos años.

La relación más general empleada en este método tiene la siguiente forma:

$$\frac{P_x}{M_x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \frac{P_i}{M_i}$$

donde:

- n : Número de estaciones vecinas consideradas
- P_x : Precipitación mensual de la estación que se está rellenando
- M_x : Promedio de precipitaciones en el mes, de la estación que se está rellenando
- P_i : Precipitación mensual de la estación “i”
- M_i : Promedio de precipitaciones en el mes, de la estación “i”.

Es importante señalar que, en la aplicación del método, los valores de entrada utilizados corresponden en su totalidad a mediciones reales, descartándose los caudales mensuales generados por fórmulas.

Al efectuar el relleno de la estadística mensual, los pares de estaciones fueron seleccionados bajo los criterios usuales en este tipo de cálculo, priorizando entonces las estaciones que fueran similares en los siguientes aspectos: ubicación de cuenca hidrográfica, régimen hidrológico de la cuenca, altitud de la estación, morfología de la cuenca, entre otros. En general, se selecciona la estación más cercana, en la siguiente tabla se muestran las distancias entre las estaciones.

Tabla 10.3-2 Distancia entre estaciones pluviométricas

Distancia (km)	Rapel	Litueche	Pichilemu	Nilahue Barahona	Ranguili	El Membrillo
Rapel	-	19	55	75	104	96
Litueche	19	-	39	56	83	77
Pichilemu	55	39	-	33	60	58
Nilahue Barahona	75	56	33	-	25	28
Ranguili	104	83	60	25	-	13
El Membrillo	96	77	58	28	13	-

A continuación, se presentan los valores de precipitación en cada estación, destacando en amarillo los meses en los que se relleno información utilizando el método de módulos pluviométricos.

Tabla 10.3-3 Relleno con Módulos Pluviométricos en Estación Litueche (mm)

LITUECHE													
AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1987	0,0	0,0	16,0	1,0	107,0	33,5	594,5	234,0	40,5	70,0	0,0	0,0	1096,5
1988	0,0	0,0	15,5	5,0	4,5	85,0	84,0	162,5	18,0	0,0	15,0	1,0	390,5
1989	0,0	0,0	0,0	0,0	26,0	42,0	166,5	116,5	12,5	9,5	0,5	10,0	383,5
1990	0,0	0,0	28,5	11,0	31,5	6,5	99,0	49,0	60,0	31,5	7,5	0,5	325,0
1991	0,0	0,0	1,0	39,0	238,5	227,0	111,5	15,5	94,0	31,0	1,5	32,0	791,0
1992	0,0	0,0	13,5	32,0	368,0	386,5	20,5	189,0	46,0	0,0	1,5	0,0	1057,0
1993	0,0	0,0	0,0	81,5	164,0	150,5	95,0	31,5	0,0	11,5	9,5	11,0	554,5
1994	0,0	0,0	0,0	72,5	88,0	117,0	89,5	19,5	31,0	31,5	0,0	3,0	452,0
1995	0,0	2,5	0,0	99,5	0,0	130,5	187,5	78,5	21,5	12,5	0,0	0,0	532,5
1996	0,0	0,0	17,5	23,0	20,0	116,5	165,5	170,0	9,5	0,0	3,0	19,0	544,0
1997	0,0	0,0	0,0	28,5	120,5	526,5	86,5	172,5	139,0	153,0	25,0	0,0	1251,5
1998	0,0	0,5	0,0	40,0	48,0	49,0	0,0	2,0	83,5	0,0	0,0	0,0	223,0
1999	1,5	1,5	11,0	13,5	61,5	113,0	47,0	158,0	185,8	7,0	0,0	0,0	599,8
2000	0,0	28,0	0,0	5,5	20,0	651,0	11,5	10,0	194,0	2,0	1,5	0,0	923,5
2001	0,0	0,0	0,5	37,0	145,0	25,5	428,5	177,0	11,0	0,5	1,5	0,0	826,5
2002	0,0	17,0	77,5	16,5	243,5	163,0	198,0	327,0	65,5	18,5	3,5	0,5	1130,5
2003	1,0	0,0	0,0	0,0	153,0	220,5	106,5	15,0	34,0	24,0	59,5	1,5	615,0
2004	0,0	0,0	18,5	43,5	50,5	109,0	290,0	124,5	95,0	8,0	14,5	1,5	755,0
2005	0,0	0,0	19,0	6,0	250,0	249,5	146,5	209,5	53,0	16,0	19,0	0,0	968,5
2006	0,0	0,0	0,0	14,0	71,0	287,5	332,5	123,5	17,5	73,0	0,5	0,0	919,5
2007	0,0	35,0	0,0	1,5	14,0	103,5	93,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	347,0
2008	0,0	0,0	7,0	26,5	357,0	151,0	137,5	172,8	20,0	0,0	0,0	0,0	871,8
2009	0,0	0,0	0,0	0,0	17,0	142,0	47,5	157,0	55,0	17,0	16,0	0,0	451,5
2010	0,0	0,0	0,0	0,0	57,0	216,0	136,0	20,5	20,5	10,7	4,0	0,0	464,7
2011	10,5	0,0	7,0	67,5	0,0	126,1	99,0	131,0	10,0	0,0	7,0	0,0	458,1
2012	0,0	0,0	0,0	0,0	245,5	279,0	27,5	95,0	1,5	40,6	19,0	50,0	758,1
2013	0,0	0,0	0,0	0,0	151,5	98,0	135,0	57,5	1,0	0,0	0,0	0,0	443,0
2014	0,0	0,0	12,0	20,0	117,6	247,5	61,0	101,0	61,0	0,0	13,0	5,0	638,1
2015	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	8,5	121,8	205,0	73,5	60,0	10,0	0,0	485,8
2016	5,0	0,0	0,0	112,0	57,0	10,0	154,0	1,0	5,0	48,5	0,0	0,0	392,5
2017	0,0	0,0	0,0	13,5	150,5	388,0	94,0	163,0	35,0	59,0	6,5	0,0	909,5

Nota: El relleno del mes de Julio 2015 se basó en la Estación Rapel, por ser la más cercana.

Tabla 10.3-4 Relleno con Módulos Pluviométricos en Estación Rapel (mm)

RAPEL													
AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1987	0,5	0,5	7,5	0,5	96,0	27,9	278,9	160,3	44,6	36,5	0,0	0,0	653,2
1988	0,0	0,0	13,0	2,3	2,1	91,2	99,3	138,8	19,3	0,0	11,3	1,0	378,3
1989	0,0	0,0	0,0	0,0	21,5	35,0	124,3	74,1	8,3	9,1	0,2	1,3	273,8
1990	0,0	0,0	34,8	8,9	3,6	4,1	76,8	39,3	54,1	40,7	6,2	0,0	268,5
1991	0,0	0,0	0,7	11,8	155,9	179,1	101,7	14,3	52,3	22,4	0,0	26,0	564,2
1992	0,0	0,0	11,3	30,5	286,0	284,4	20,8	158,7	37,0	0,0	0,0	0,0	828,7
1993	0,0	0,0	0,0	76,1	136,0	128,9	80,5	23,4	0,9	7,0	8,5	5,0	466,3
1994	0,0	0,0	0,0	52,0	54,9	82,1	77,6	14,1	28,7	21,4	0,2	10,0	341,0
1995	0,0	0,0	0,0	86,2	1,1	97,9	121,6	64,6	17,8	10,0	0,3	0,0	399,5
1996	0,0	0,0	4,0	15,0	16,0	88,4	110,1	116,2	3,0	0,0	1,0	17,5	371,2
1997	0,0	0,0	0,0	9,0	103,0	385,2	73,2	156,5	128,0	103,3	18,0	0,0	976,2
1998	0,0	0,0	0,0	29,5	43,0	21,6	0,0	2,0	68,7	0,0	0,0	0,0	164,8
1999	0,0	4,0	17,4	5,0	48,4	88,5	51,6	123,6	156,1	5,0	0,0	0,0	499,6
2000	0,0	18,0	0,0	4,0	19,0	479,9	18,5	6,6	167,8	1,2	0,8	0,0	715,8
2001	0,0	0,7	0,0	27,2	119,0	14,7	376,9	186,5	12,0	10,0	0,0	0,0	747,0
2002	0,0	12,0	56,0	16,5	140,8	137,3	158,0	257,3	66,3	12,0	0,0	0,0	856,2
2003	2,0	0,0	0,0	0,0	109,0	170,6	46,8	14,0	28,0	6,0	51,0	1,0	428,4
2004	0,0	0,0	10,0	38,5	41,1	70,2	191,5	101,5	63,2	4,5	27,5	0,5	548,5
2005	0,0	0,3	24,3	4,0	143,2	209,0	105,0	211,0	39,0	9,3	16,0	0,0	761,1
2006	0,0	0,0	0,0	13,5	43,0	152,0	208,7	109,0	36,0	59,5	0,0	0,0	621,7
2007	0,0	31,0	0,0	0,5	28,0	74,0	68,5	32,0	0,0	0,0	0,0	0,0	234,0
2008	0,0	0,0	0,6	11,0	230,0	96,0	161,0	147,8	10,0	0,0	0,0	0,0	656,4
2009	0,0	0,0	0,0	0,0	19,8	131,0	44,7	101,0	52,0	0,0	12,0	0,0	360,5
2010	0,0	0,0	0,0	0,0	18,8	197,0	103,5	2,0	24,5	17,0	3,0	0,0	365,8
2011	0,0	0,0	18,0	32,5	0,0	99,0	89,0	119,0	6,0	0,0	4,0	0,0	367,5
2012	0,0	0,0	0,0	0,0	168,0	240,0	0,0	81,0	0,0	34,0	17,0	38,0	578,0
2013	0,0	0,0	0,0	0,0	135,0	75,0	141,0	51,0	1,0	1,5	0,0	0,0	404,5
2014	0,0	0,0	7,0	5,0	74,0	247,0	41,0	111,0	26,1	0,0	5,0	6,0	522,1
2015	0,0	0,0	0,0	5,0	10,0	11,0	92,0	154,0	26,0	52,0	4,0	0,0	354,0
2016	3,0	0,0	0,0	122,0	52,0	15,0	162,5	0,0	0,0	39,0	2,0	12,0	407,5
2017	0,0	0,0	0,0	13,0	139,0	196,0	74,0	108,0	7,7	37,0	7,0	0,0	581,7

Nota: El relleno del mes de Septiembre de 2007 se basó en la Estación Litueche.

Tabla 10.3-5 Relleno con Módulos Pluviométricos en Estación El Membrillo (mm)

EL MEMBRILLO													
AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1987	0,0	0,0	46,1	10,1	84,6	42,5	312,6	154,1	80,4	60,2	0,0	0,0	790,6
1988	0,0	0,0	40,1	5,1	19,5	112,7	123,6	254,8	46,6	8,5	9,1	0,0	620,0
1989	0,0	0,0	0,0	0,0	25,3	103,1	140,5	151,5	38,5	11,0	0,0	27,0	496,9
1990	0,0	0,0	79,0	44,0	31,0	30,0	104,6	36,1	120,3	40,1	15,0	0,0	500,1
1991	5,0	0,0	0,0	34,1	212,6	218,7	191,0	58,0	75,0	45,0	0,0	37,0	876,4
1992	0,0	0,0	27,6	58,0	339,0	267,0	9,0	120,0	39,0	0,0	1,2	0,0	860,8
1993	0,0	0,0	0,0	86,0	195,0	196,0	132,0	39,0	10,0	23,0	19,0	3,0	703,0
1994	0,0	0,0	0,0	80,0	102,0	103,0	127,0	15,0	70,0	39,0	0,0	19,5	555,5
1995	0,0	0,0	0,0	109,2	12,0	180,6	234,8	149,3	19,1	33,1	0,0	0,0	738,1
1996	0,0	0,0	0,0	54,0	23,0	97,1	48,0	143,0	5,0	10,0	6,0	14,0	400,1
1997	0,0	0,0	0,0	42,0	110,0	436,0	48,0	100,0	113,0	240,0	45,0	0,0	1134,0
1998	0,0	0,0	0,0	50,0	59,0	30,0	0,0	7,0	70,0	0,0	0,0	0,0	216,0
1999	0,0	5,0	5,0	50,0	57,0	154,0	60,0	129,0	193,0	10,0	0,0	0,0	663,0
2000	0,0	45,0	0,0	0,0	16,0	620,0	12,0	3,5	252,0	0,0	2,0	0,0	950,5
2001	16,0	0,0	0,0	54,6	175,0	20,0	390,0	210,0	0,0	0,0	0,0	0,0	865,6
2002	0,0	10,0	130,0	22,0	210,0	100,0	190,0	420,0	85,0	10,0	0,0	0,0	1177,0
2003	19,5	0,0	0,0	0,0	60,0	229,9	75,0	19,0	42,0	50,0	54,0	0,0	549,4
2004	0,0	0,0	28,0	60,0	30,0	75,8	203,0	92,0	67,0	35,0	12,0	0,0	602,8
2005	0,0	0,0	17,0	10,0	282,0	257,0	120,0	257,9	50,0	0,0	60,0	0,0	1053,9
2006	0,0	0,0	0,0	14,0	39,0	280,0	268,0	152,0	37,0	75,0	0,0	0,0	865,0
2007	0,0	55,0	0,0	0,0	10,0	119,0	81,0	103,0	19,0	0,0	0,0	0,0	387,0
2008	0,0	0,0	5,0	34,0	269,0	120,0	119,0	132,0	25,0	0,0	0,0	0,0	704,0
2009	0,0	0,0	0,0	0,0	36,0	183,0	105,0	135,0	108,0	20,0	25,0	0,0	612,0
2010	0,0	0,0	0,0	0,0	71,0	185,9	95,0	49,0	52,0	37,0	14,0	0,0	503,9
2011	6,0	0,0	14,0	58,0	0,0	107,8	77,0	119,0	10,0	0,0	12,0	0,0	403,8
2012	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	179,8	28,0	80,0	0,0	115,0	10,0	80,0	498,3
2013	0,0	10,0	0,0	0,0	167,0	65,0	109,0	60,0	18,0	5,0	0,0	0,0	434,0
2014	0,0	0,0	17,0	5,0	168,0	219,0	39,0	96,0	88,0	4,0	11,0	9,8	656,8
2015	0,0	0,0	0,0	24,0	16,0	29,0	138,0	173,0	74,0	135,0	10,0	0,0	599,0
2016	0,0	0,0	0,0	159,0	59,0	14,0	157,0	1,0	9,0	51,0	0,0	17,0	467,0
2017	1,0	0,0	0,0	0,0	90,0	233,0	74,0	111,5	18,0	15,0	10,0	0,0	552,5

Nota: El relleno del mes de Diciembre de 2014 se basó en la Estación Ranguili.

Tabla 10.3-6 Relleno con Módulos Pluviométricos en Estación Ranguili (mm)

RANGUILI													
AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1987	0,0	0,0	38,7	7,5	91,5	56,4	397,7	136,3	60,7	48,5	0,0	0,0	837,3
1988	0,0	0,0	29,4	2,6	15,9	165,8	108,2	166,7	39,3	3,4	4,3	0,0	535,6
1989	1,0	0,5	0,2	0,0	24,6	103,5	169,0	109,8	15,3	16,5	0,0	25,2	465,6
1990	0,2	0,5	101,0	26,5	22,5	19,8	69,7	21,4	113,3	25,8	7,3	0,3	408,3
1991	6,5	0,0	0,3	45,5	204,7	180,0	189,5	33,3	44,0	42,8	2,3	34,5	783,4
1992	0,0	1,0	30,5	68,5	468,5	327,9	31,0	117,7	42,2	2,6	1,2	0,0	1091,1
1993	4,5	0,0	0,0	86,3	160,8	131,8	90,9	41,7	9,9	29,5	15,7	8,0	579,1
1994	0,0	0,0	0,0	69,0	71,8	127,5	146,5	12,6	55,3	18,4	0,8	3,0	504,9
1995	0,0	0,0	0,0	127,0	11,0	141,1	237,0	93,4	15,5	23,0	0,0	0,0	648,0
1996	0,0	0,0	0,8	45,4	23,5	79,5	72,5	97,5	7,5	9,5	6,3	15,3	357,8
1997	0,0	1,0	0,0	47,5	140,5	326,5	72,5	104,0	124,9	136,0	29,0	28,0	1009,9
1998	0,0	0,0	0,0	40,7	56,6	22,5	4,5	7,0	74,0	0,0	0,0	0,0	205,3
1999	0,0	6,0	3,0	18,5	74,5	179,5	58,0	125,0	211,3	7,5	0,0	0,0	683,3
2000	0,0	31,5	0,0	2,0	18,2	502,9	15,8	14,0	191,7	13,0	4,5	0,0	793,6
2001	9,0	0,0	0,0	40,2	178,5	41,2	352,2	170,0	25,0	1,8	7,0	0,0	824,9
2002	0,0	17,5	116,7	15,8	220,4	146,5	146,0	328,2	71,5	42,7	3,0	4,0	1112,3
2003	21,0	0,0	0,0	4,0	99,5	124,9	74,5	36,2	49,5	27,5	65,5	5,0	507,6
2004	0,0	0,0	19,5	53,0	21,5	78,5	195,5	63,0	75,5	34,1	16,0	15,0	571,6
2005	0,0	0,0	18,0	1,8	195,0	278,5	84,5	207,0	47,0	12,5	48,0	1,5	893,8
2006	0,2	1,2	0,0	14,0	39,0	318,5	198,5	129,5	12,5	62,5	0,5	11,0	787,4
2007	5,0	28,0	2,2	7,7	18,5	100,0	97,0	77,0	9,0	0,0	0,0	0,0	344,4
2008	0,0	0,0	4,5	42,9	270,5	158,6	135,5	163,0	28,3	0,5	0,0	0,0	803,8
2009	0,0	0,0	0,0	0,0	51,8	184,0	88,0	120,6	89,5	17,0	22,5	0,0	573,4
2010	0,2	0,0	0,0	0,0	86,5	158,2	92,5	37,0	32,0	26,9	13,0	15,5	461,8
2011	11,5	1,0	14,0	53,9	20,5	121,0	84,7	138,8	17,0	1,5	11,5	0,0	475,4
2012	0,0	1,0	0,0	0,0	136,0	100,8	12,0	73,0	2,3	66,5	8,0	51,5	451,1
2013	0,0	6,5	0,0	0,0	148,5	62,5	117,5	59,0	22,8	7,0	0,5	0,0	424,3
2014	0,0	0,0	19,5	5,0	205,3	249,0	61,0	96,0	60,2	4,0	19,0	11,7	730,7
2015	0,0	0,0	0,5	21,5	22,5	19,5	154,5	167,5	52,0	114,0	1,2	0,0	553,2
2016	0,0	0,0	0,0	132,5	72,5	6,5	128,0	6,7	6,5	38,0	4,5	17,0	412,2
2017	0,0	0,0	0,0	13,0	119,0	190,5	73,5	165,5	39,0	42,5	5,5	0,0	648,5

Nota: En esta estación no fue necesario rellenar ningún mes.

Tabla 10.3-7 Relleno con Módulos Pluviométricos en Estación Nilahue Barahona (mm)

NILAHUE BARAHONA													
AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	ANUAL
1987	0,0	0,0	42,5	14,0	73,5	36,5	287,1	100,8	37,5	20,0	0,0	0,0	611,9
1988	0,0	0,0	24,5	2,5	4,5	126,0	95,5	124,5	30,5	2,0	1,0	0,0	411,0
1989	0,0	0,0	0,0	0,0	33,0	52,0	141,0	88,5	11,5	8,0	0,0	10,5	344,5
1990	1,5	0,0	58,5	17,0	15,5	13,5	75,5	25,0	69,6	25,0	9,0	7,0	317,1
1991	6,5	0,0	0,0	34,5	138,5	143,0	176,0	24,0	32,5	27,5	1,0	43,0	626,5
1992	0,0	0,0	12,0	47,5	309,0	253,0	24,0	104,5	38,0	0,0	2,0	0,0	790,0
1993	0,0	0,0	0,0	87,5	134,9	107,0	63,5	28,5	3,0	18,5	14,5	4,2	461,6
1994	0,0	0,0	0,0	53,5	49,5	76,0	106,5	16,0	32,0	26,5	0,0	0,0	360,0
1995	0,0	0,0	0,0	73,5	0,0	100,0	126,0	70,0	14,0	25,0	0,0	0,0	408,5
1996	0,0	0,0	0,0	39,0	26,5	79,0	127,0	128,0	3,0	1,5	5,5	12,0	421,5
1997	0,0	0,0	0,0	27,0	87,0	374,0	127,0	125,5	77,0	127,1	32,5	4,0	981,1
1998	0,0	0,0	0,0	15,5	40,0	49,5	2,0	0,0	41,5	0,0	0,0	0,0	148,5
1999	0,0	5,5	2,8	26,5	65,5	104,5	45,0	84,5	156,0	9,5	1,0	0,0	500,8
2000	0,0	27,5	0,0	0,0	12,0	465,0	5,0	9,5	207,0	3,0	0,0	0,0	729,0
2001	2,5	0,0	0,0	49,5	136,0	23,5	291,0	152,5	19,0	2,0	0,0	0,0	676,0
2002	0,0	15,0	53,0	23,0	179,0	101,0	120,0	300,0	73,0	17,0	0,0	1,0	882,0
2003	14,5	0,0	0,0	10,5	102,5	99,9	88,5	29,0	43,5	23,5	51,0	2,5	465,4
2004	0,0	0,0	23,5	29,0	53,0	74,0	148,5	82,0	46,0	13,0	12,0	5,0	486,0
2005	0,0	0,0	25,5	7,5	212,0	204,0	64,5	182,0	29,0	13,0	24,5	0,0	762,0
2006	0,0	0,0	0,0	7,0	25,0	175,5	201,0	89,0	16,0	53,0	0,0	0,0	566,5
2007	0,0	37,0	0,0	0,0	20,0	73,0	101,0	78,0	4,0	0,0	0,0	0,0	313,0
2008	0,0	0,0	6,5	33,0	161,5	100,0	126,0	72,1	22,0	0,0	0,0	0,0	521,1
2009	0,0	0,0	0,0	0,0	33,5	142,5	67,0	106,5	81,0	16,0	6,0	0,0	452,5
2010	0,0	0,0	0,0	0,0	60,5	131,0	95,5	14,0	21,0	27,5	0,0	0,0	349,5
2011	10,0	0,0	10,0	54,0	7,0	120,0	72,8	120,5	17,5	0,0	5,0	0,0	416,8
2012	0,0	0,0	0,0	0,0	116,0	111,8	9,0	95,0	9,0	92,0	6,0	47,5	486,3
2013	0,0	0,0	0,0	0,0	124,0	47,5	99,0	55,0	6,0	6,0	0,0	0,0	337,5
2014	0,0	0,0	14,5	0,0	160,0	203,5	31,5	80,0	54,5	6,0	15,0	8,0	573,0
2015	0,0	0,0	2,5	21,0	30,0	16,0	118,0	170,0	94,0	131,0	0,0	0,0	582,5
2016	0,0	0,0	0,0	116,0	80,5	8,0	120,0	5,0	0,0	24,3	0,0	10,7	364,5
2017	0,0	0,0	0,0	10,5	99,0	152,4	76,5	111,0	31,0	0,0	0,0	0,0	480,4

Nota: El relleno de todos los meses rellenados se basó en la Estación Ranguili.

Tabla 10.3-8 Relleno con Módulos Pluviométricos en Estación Pichilemu (mm)

PICHILEMU													
AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Annual
1987	0,0	0,0	32,9	23,5	126,7	55,4	319,4	124,4	36,8	35,2	11,1	0,0	765,4
1988	2,0	2,4	19,1	3,1	20,9	109,5	98,5	139,5	15,0	1,4	10,6	0,0	422,0
1989	0,0	0,0	0,0	0,0	38,1	50,0	127,2	80,5	19,7	17,8	0,0	9,4	342,7
1990	0,0	0,0	52,3	17,5	15,8	11,4	75,3	19,8	58,8	26,3	5,2	9,5	291,9
1991	4,1	0,0	0,0	33,2	121,2	107,9	131,0	14,8	31,0	21,4	8,0	25,8	498,4
1992	0,0	0,6	5,5	40,5	257,9	244,5	14,1	75,7	44,6	3,0	2,0	0,0	688,4
1993	0,0	0,0	0,0	101,7	111,3	81,3	48,9	22,5	8,6	28,9	8,5	5,1	416,8
1994	0,0	0,0	0,0	35,0	22,5	77,3	71,3	22,0	21,5	19,0	0,0	7,7	276,3
1995	0,0	9,0	0,0	80,2	3,0	110,5	137,5	65,8	12,0	29,5	0,0	0,0	447,5
1996	0,0	0,0	1,5	30,5	25,5	93,0	195,5	118,1	0,0	7,3	10,0	31,0	512,4
1997	0,0	0,0	0,0	17,0	75,5	257,5	75,3	61,5	80,7	113,0	20,0	2,5	703,0
1998	0,0	0,0	0,0	13,5	68,5	45,5	0,0	2,0	34,7	0,0	0,0	0,0	164,2
1999	3,3	8,2	8,6	8,0	61,0	88,5	49,0	85,5	109,0	1,0	4,3	0,0	426,4
2000	0,0	25,5	0,0	1,0	13,1	451,0	8,5	10,5	108,2	1,0	1,5	0,0	620,3
2001	6,0	0,0	0,0	42,0	107,2	18,5	323,0	130,5	44,5	1,5	1,5	1,0	675,7
2002	0,0	23,5	66,0	41,0	194,5	82,3	116,5	243,0	66,5	18,5	3,5	3,0	858,3
2003	6,5	0,0	0,0	2,5	30,6	103,7	89,9	33,0	36,0	15,5	57,0	2,0	376,7
2004	0,0	0,0	9,5	26,5	39,5	62,5	146,0	74,0	38,0	9,5	29,5	4,0	439,0
2005	0,0	0,0	26,0	3,0	179,3	154,8	78,5	162,5	26,5	7,7	26,8	0,0	665,1
2006	0,0	0,0	0,0	11,0	24,7	108,0	162,5	94,2	20,0	56,5	0,0	0,0	476,9
2007	2,0	17,0	0,0	2,5	7,2	37,2	76,5	38,0	4,0	0,0	0,0	0,0	184,4
2008	0,0	0,0	3,5	10,0	160,5	79,0	100,5	104,0	25,0	1,0	0,0	0,0	483,5
2009	0,0	0,0	0,0	0,0	27,7	99,0	42,5	93,8	47,5	11,5	4,6	0,0	326,6
2010	0,0	0,0	0,0	0,0	36,5	133,0	124,5	30,0	22,5	23,0	14,0	0,0	383,5
2011	23,0	0,0	13,5	46,5	0,0	119,0	79,5	103,0	15,0	0,0	9,0	0,0	408,5
2012	0,0	2,5	0,0	0,0	91,5	172,0	3,5	93,0	3,0	50,0	5,5	52,1	473,1
2013	0,0	0,0	1,0	0,0	82,5	56,5	82,0	53,5	6,5	2,0	0,0	0,0	284,0
2014	0,0	0,0	32,5	9,5	162,5	232,5	31,0	79,5	34,5	3,0	8,0	6,4	599,4
2015	0,0	0,0	0,0	19,0	25,4	29,6	79,7	260,8	66,6	185,8	9,4	2,2	678,5
2016	1,0	0,2	0,0	78,5	85,6	9,4	123,9	1,4	4,2	23,3	0,0	8,7	336,2
2017	0,2	1,8	0,0	17,3	84,7	135,9	88,4	129,2	25,6	33,0	1,4	0,0	517,5

Nota: En esta estación no fue necesario rellenar ningún mes.

Luego de finalizado el proceso de relleno de los meses faltantes, la estadística anual disponible, incluyendo los años completados es la siguiente.

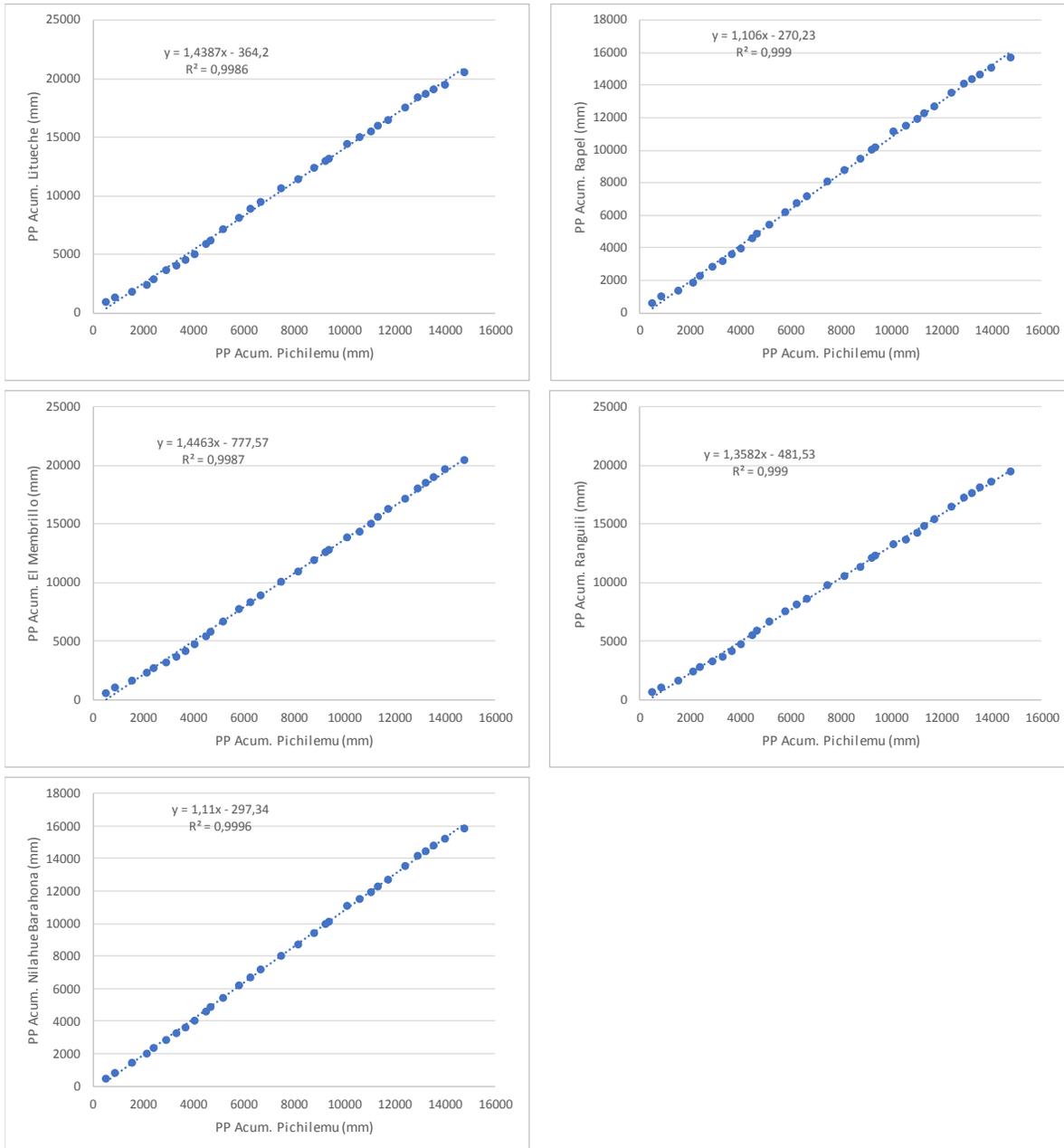
Tabla 10.3-9 Precipitaciones Anuales – Relleno con Módulos Pluviométricos (mm)

Año	Litueche	Rapel	El Membrillo	Ranguili	Ñilahue Barahona	Pichilemu
1987	1.096,5	653,2	790,6	837,3	611,9	765,4
1988	390,5	378,3	620,0	535,6	411,0	422,0
1989	383,5	273,8	496,9	465,6	344,5	342,7
1990	325,0	268,5	500,1	408,3	317,1	291,9
1991	791,0	564,2	876,4	783,4	626,5	498,4
1992	1.057,0	828,7	860,8	1.091,1	790,0	688,4
1993	554,5	466,3	703,0	579,1	461,6	416,8
1994	452,0	341,0	555,5	504,9	360,0	276,3
1995	532,5	399,5	738,1	648,0	408,5	447,5
1996	544,0	371,2	400,1	357,8	421,5	512,4
1997	1.251,5	976,2	1.134,0	1.009,9	981,1	703,0
1998	223,0	164,8	216,0	205,3	148,5	164,2
1999	599,8	499,6	663,0	683,3	500,8	426,4
2000	923,5	715,8	950,5	793,6	729,0	620,3
2001	826,5	747,0	865,6	824,9	676,0	675,7
2002	1.130,5	856,2	1.177,0	1.112,3	882,0	858,3
2003	615,0	428,4	549,4	507,6	465,4	376,7
2004	755,0	548,5	602,8	571,6	486,0	439,0
2005	968,5	761,1	1.053,9	893,8	762,0	665,1
2006	919,5	621,7	865,0	787,4	566,5	476,9
2007	347,0	234,0	387,0	344,4	313,0	184,4
2008	871,8	656,4	704,0	803,8	521,1	483,5
2009	451,5	360,5	612,0	573,4	452,5	326,6
2010	464,7	365,8	503,9	461,8	349,5	383,5
2011	458,1	367,5	403,8	475,4	416,8	408,5
2012	758,1	578,0	498,3	451,1	486,3	473,1
2013	443,0	404,5	434,0	424,3	337,5	284,0
2014	638,1	522,1	656,8	730,7	573,0	599,4
2015	485,8	354,0	599,0	553,2	582,5	678,5
2016	392,5	407,5	467,0	412,2	364,5	336,2
2017	909,5	581,7	552,5	648,5	480,4	517,5

Para verificar la consistencia de las operaciones de extensión y relleno estadístico, se recurrió a la elaboración de las denominadas Curvas Doble-Acumuladas, esto es, a través de ellas y su grado de ajuste a una ecuación lineal (coeficiente de correlación, R^2).

En la siguiente figura se presentan las curvas mencionadas, las cuales fueron graficadas para cada par de estaciones correlacionado. Tal como se aprecia, los coeficientes R^2 obtenidos oscilan por sobre el 99%, lo que permite señalar que existe un buen comportamiento de los datos rellenos.

Figura 10.3-1 Curvas Doble-Acumuladas



En el Anexo 10.3-1 de Pluviometría en digital se incluyen los cálculos y procesos estadísticos desarrollados.

10.3.3. Análisis de Frecuencia de Precipitaciones Máximas en 24 horas

Con el objetivo de determinar caudales máximos instantáneos en cuencas donde se extraerán recursos superficiales para riego, se recopilaron y procesaron precipitaciones máximas diarias (P_{\max}^{24h}).

Para la obtención de caudales instantáneos para diferentes períodos de retorno, interesa la precipitación máxima diaria para un período de retorno T de 10 años (P_{10}^{24h}).

Los resultados se incluyen en la siguiente tabla; en ella se indica, para cada estación, la distribución de probabilidades con mejor ajuste, la precipitación máxima diaria para T = 10 años y los valores asociados al Test- χ^2 .

En el Anexo 10.3-2 Precipitaciones Máximas 24h en digital se incluye el detalle de los cálculos y resultados obtenidos.

Tabla 10.3-10 Precipitaciones máximas (mm) en 24 horas para T = 10 años – estaciones pluviométricas seleccionadas

ESTACIÓN	DISTRIBUCIÓN	P_{10}^{24h} (mm)	TEST χ^2	
			χ^2 (calculado)	$\chi^2(0,05)$
Litueche	Log-Normal	141,0	1,04	9,49
Rapel	Gumbel	103,2	4,89	9,49
El Membrillo	Pearson	87,8	5,04	7,81
Ranguili	Gumbel	95,9	1,58	9,49
Nilahue Barahona	Log-Normal	83,8	5,22	9,49
Pichilemu	Log-Normal	81,7	3,12	9,49

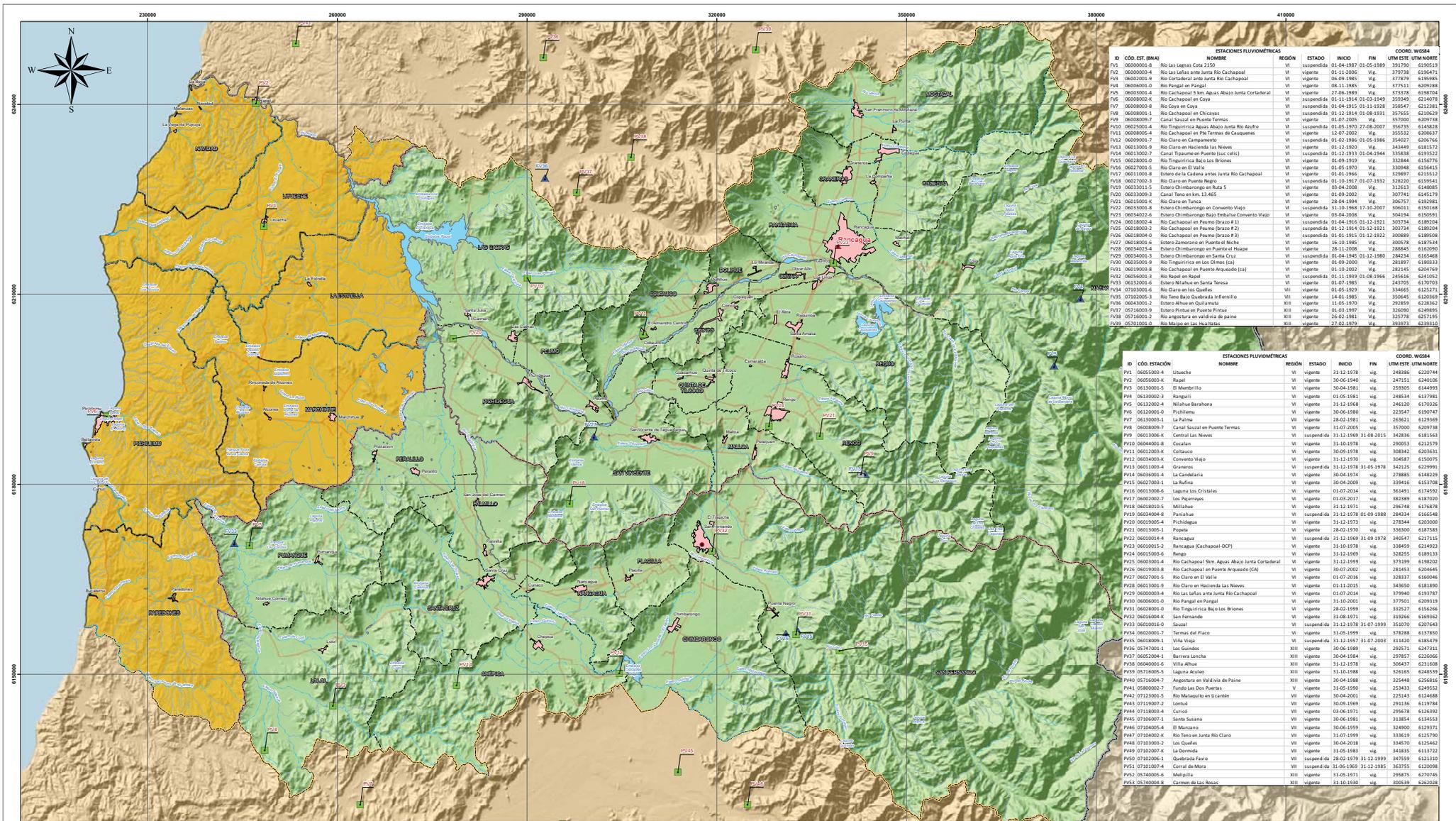
Ref.: Elaboración propia

10.3.4. Recopilación de Antecedentes Fluviométricos

Se consideraron las estaciones fluviométricas de la red hidrométrica DGA que cumplen con las siguientes condiciones:

- i. Localización: aquellas que se encuentran en las cercanías del área general del interés del estudio y/o sean útiles para efectos de correlación entre estaciones.
- ii. Series de caudales medios mensuales: aquellas que cuentan con registros históricos de longitud mínima aceptable y escasez de vacíos; se ha considerado una longitud de datos medidos aceptable de 15 años como mínimo, salvo excepciones justificadas.
- iii. Vigencia: se consideran indistintamente las estaciones vigentes y suspendidas, siempre que cumplan con lo establecido en los puntos (i) y (ii) precedentes.
- iv. Grado de actualización de las series: sin perjuicio de los puntos precedentes, se consideran preferentemente –salvo excepciones que lo justifiquen– aquellas estaciones que poseen registros a la fecha actual.

En el Plano 10-1 se muestra la ubicación de las estaciones identificadas.

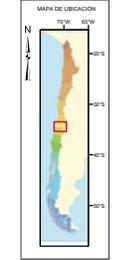


ID	CÓD. EST. (BNA)	NOMBRE	REGIÓN	ESTADO	INICIO	FIN	COORD. UTM X	COORD. UTM Y
PV1	0600001-8	Río Las Lagunas Cota 2150	VI	Suspendida	01-04-1987	01-05-1989	391790	619519
PV2	0600003-4	Río Las Lajas ante Junta Río Cachapoal	VI	Vigente	01-12-2006	Vig.	379738	619671
PV3	0600001-9	Río Cortaderal ante Junta Río Cachapoal	VI	Vigente	06-09-1985	Vig.	378729	6195985
PA4	0600601-0	Río Pangal en Pangal	VI	Vigente	08-11-1985	Vig.	377511	620928
PV5	0600301-4	Río Cachapoal S.M. Aguas Abajo Junta Cortaderal	M	Vigente	27-06-1989	Vig.	373378	6198704
PV6	0600802-K	Río Cachapoal en Coye	VI	Suspendida	01-11-1914	01-03-1949	359949	6214078
PV7	0600803-8	Río Coya en Coya	VI	Suspendida	01-04-1915	01-11-1928	358457	6212381
PA8	0600801-1	Río Cachapoal en Chicayas	VI	Suspendida	01-12-1914	01-08-1931	357655	6210629
PV9	0600809-7	Canal Saizal en Puente Termas	VI	Vigente	01-07-2005	Vig.	357000	6209738
PA10	0600200-5	Río Tringirritica Aguas Abajo Junta Río Adufe	VI	Suspendida	01-15-1970	01-28-2007	356781	6144588
PV11	0600805-4	Río Cachapoal en Pto. Termas de Caequehue	VI	Vigente	12-07-2002	Vig.	355532	6208617
PV12	0600901-7	Río Claro en Campamento	VI	Suspendida	01-02-1986	01-05-1986	354027	6206786
PV13	0601301-9	Río Claro en Las Nieves	VI	Vigente	01-12-1920	Vig.	344449	6216172
PV14	0601302-7	Canal Tpauma en Puente (sac cellos)	VI	Suspendida	01-12-1933	01-04-1944	345838	6193152
PV15	0602301-4	Río Tringirritica Bajo Los Briones	VI	Vigente	01-09-1970	Vig.	343844	6216676
PV16	0602700-5	Río Claro en El Valle	VI	Vigente	01-05-1970	Vig.	340048	6154415
PV17	0601101-8	Estero de la Cadena ante Junta Río Cachapoal	VI	Vigente	01-01-1966	Vig.	328897	6215152
PA18	0602700-3	Río Claro en Puente Negro	VI	Suspendida	01-10-1917	01-08-1931	328220	6195841
PV19	0603101-5	Estero Chimbangro en Ruta 5	VI	Vigente	03-04-2008	Vig.	312631	6148085
PV20	0603300-3	Canal Tapa en km. 8,465	VI	Vigente	01-09-2002	Vig.	307781	6145179
PV21	0601500-8	Río Claro en Tanca	VI	Vigente	28-04-1994	Vig.	306757	6192981
PV22	0603301-8	Estero Chimbangro en Convento Viejo	VI	Suspendida	13-10-1968	17-10-2007	306051	6150568
PV23	0603402-6	Estero Chimbangro Bajo Estribo Convento Viejo	VI	Vigente	03-04-2008	Vig.	304194	6150561
PA24	0601802-4	Río Cachapoal en Puño (Brazo #1)	VI	Suspendida	01-04-1945	01-12-1931	303734	6189204
PA25	0601803-2	Río Cachapoal en Puño (Brazo #2)	VI	Suspendida	01-12-1914	01-12-1931	303734	6189204
PV26	0601900-0	Río Cachapoal en Puño (Brazo #3)	VI	Suspendida	01-01-1915	01-12-1932	300889	6189508
PV27	0601801-6	Estero Zamorano en Puente el Niche	VI	Vigente	16-10-1985	Vig.	300578	6187534
PA28	0602402-4	Estero Chimbangro en Puente el Tránsito	VI	Vigente	28-11-2008	Vig.	297952	6162000
PV29	0603401-3	Estero Chimbangro en Santa Cruz	VI	Suspendida	01-04-1945	01-12-1980	284234	6165468
PV30	0602501-9	Río Tringirritica en Los Orosos (La)	VI	Vigente	01-09-2006	Vig.	281897	6148333
PV31	0601900-3	Río Cachapoal en Puente Arquero (ca)	VI	Vigente	01-10-2002	Vig.	281445	6204769
PV32	0605601-3	Río Rapel en Rapel	VI	Suspendida	01-11-1989	01-08-1986	246164	6204102
PV33	0613201-6	Estero Nihue en Santa Teresa	VI	Vigente	01-07-1985	Vig.	242700	6127030
PV34	0710101-6	Río Claro en Los Quelfes	VI	Vigente	01-05-1929	Vig.	314665	6125271
PV35	0712001-3	Río Teno Bajo Quebrada Infernillo	VII	Vigente	14-10-1980	Vig.	300665	6120289
PV36	0604301-2	Estero Añel en Quilmea	XII	Vigente	28-02-1987	Vig.	292851	6200000
PV37	0714001-9	Estero Pirhué en Puente Pirhué	XIII	Vigente	01-03-1997	Vig.	324090	6248995
PV38	0716001-2	Río Rapel en valde de agua	XIII	Vigente	26-02-1981	Vig.	312778	6217195
PV39	0720101-0	Río Maipo en Los Huallatas	VI	Vigente	27-02-1979	Vig.	319371	6233110

ID	CÓD. ESTACIÓN	NOMBRE	REGIÓN	ESTADO	INICIO	FIN	COORD. UTM X	COORD. UTM Y
PV1	0605503-4	Lituche	VI	Vigente	31-12-1978	Vig.	248886	6220744
PV2	0605503-K	Rapel	VI	Vigente	30-06-1940	Vig.	247511	6240106
PV3	0613001-5	El Mamberrillo	VI	Vigente	30-04-1981	Vig.	259305	6144993
PA4	0610001-3	Barranillo	VI	Vigente	01-05-1981	Vig.	248524	6147981
PV5	0613202-4	Nihue-Barahona	VI	Vigente	31-12-1988	Vig.	246120	6170236
PV6	0610001-0	Pichilmau	VI	Vigente	30-06-1980	Vig.	223547	6190747
PA7	0610001-1	La Trinita	VI	Vigente	28-02-1987	Vig.	242621	6121949
PV8	0600809-7	Canal Saizal en Puente Termas	VI	Vigente	31-07-2005	Vig.	357000	6209738
PA9	0601300-K	Central Las Nieves	VI	Suspendida	31-12-1969	31-08-2015	342836	6185163
PV10	0604401-8	Cadafán	VI	Vigente	31-03-1978	Vig.	290051	6212579
PV11	0603203-K	Catolaje	VI	Vigente	30-09-1978	Vig.	301842	6209831
PV12	0601403-K	Convento Viejo	VI	Vigente	31-12-1970	Vig.	304587	6150075
PV13	0601101-4	Gruarano	VI	Suspendida	31-12-1978	31-05-1978	342125	6229991
PA14	0601601-4	La Candelaria	VI	Vigente	30-04-1974	Vig.	278865	6148239
PV15	0602700-1	La Rufina	VI	Vigente	30-04-2009	Vig.	339416	6153708
PV16	0601308-K	Laguna Los Cristales	VI	Vigente	01-07-2014	Vig.	361491	6174592
PV17	0600201-7	Los Pequeños	VI	Vigente	01-02-2017	Vig.	362389	6187030
PV18	0600810-5	Mitilahué	VI	Vigente	31-12-1971	Vig.	296748	6176778
PV19	0600804-8	Pantihue	VI	Suspendida	31-12-1978	01-09-1988	284834	6166548
PV20	0605001-4	Pichilagua	VI	Vigente	31-12-1975	Vig.	279244	6200000
PV21	0601305-1	Popoya	VI	Vigente	28-02-1970	Vig.	336300	6187583
PV22	0601001-4	Rancagua	VI	Suspendida	31-12-1969	31-09-1978	340547	6217115
PV23	0601001-2	Rancagua (Cachapoal-DCP)	VI	Vigente	31-10-1978	Vig.	338459	6214923
PA24	0601501-6	Rengo	VI	Vigente	31-12-1969	Vig.	332625	6189131
PV25	0600301-4	Río Cachapoal S.M. Aguas Abajo Junta Cortaderal	VI	Vigente	31-12-1989	Vig.	373199	6198202
PV26	0601900-3	Río Cachapoal en Puente Arquero (CA)	VI	Vigente	30-07-2002	Vig.	281453	6204645
PV27	0602700-5	Río Claro en El Valle	VI	Vigente	01-07-2016	Vig.	312837	6160246
PV28	0601301-9	Río Claro en Hacienda Las Nieves	VI	Vigente	01-11-2015	Vig.	341650	6181890
PV29	0600003-4	Río Las Lajas ante Junta Río Cachapoal	VI	Vigente	01-07-2014	Vig.	379940	6199787
PV30	0600001-9	Río Cortaderal ante Junta Río Cachapoal	VI	Vigente	31-10-2001	Vig.	377550	6209119
PV31	0600801-0	Río Tringirritica Bajo Los Briones	VI	Vigente	28-02-1989	Vig.	332527	6156246
PV32	0601604-K	San Fernando	VI	Vigente	31-08-1971	Vig.	319266	6169362
PA33	0601001-0	Saizal	VI	Suspendida	31-12-1978	31-07-1999	351070	6207943
PA34	0602001-7	Termas del Fisco	VI	Vigente	01-05-1989	Vig.	317828	6137850
PV35	0601809-1	Villa Vieja	VI	Suspendida	31-12-1957	31-07-2003	311420	6185479
PV36	0574700-1	Los Guindos	XIII	Vigente	30-06-1989	Vig.	292571	6247311
PV37	0602200-1	Barros Lucocha	XIII	Vigente	30-04-1984	Vig.	297857	6206066
PV38	0604001-6	Villa Añel	XIII	Vigente	31-12-1978	Vig.	306437	6233608
PA39	0571600-5	Laguna Aculeo	XIII	Vigente	31-10-1988	Vig.	326165	6248539
PA40	0571600-7	Angostura en Volcán del Parí	XIII	Vigente	30-04-1988	Vig.	325448	6256165
PA41	0580002-7	Fundo Las Dos Puercas	V	Vigente	31-05-1990	Vig.	253493	6249552
PA42	0712301-5	Río Mataquén en Licantán	VII	Vigente	30-04-2001	Vig.	225143	6124688
PA43	0711901-2	Lontué	VI	Vigente	30-09-1969	Vig.	291136	6139784
PA44	0711801-4	Curiñó	VI	Vigente	03-06-1971	Vig.	295678	6126392
PA45	0720601-1	Santa Susana	VI	Vigente	30-06-1981	Vig.	311854	6134553
PA46	0710401-6	El Manzano	VI	Vigente	30-06-1959	Vig.	324900	6193971
PA47	0718401-4	Río Teno ante Ruta Claro	VI	Vigente	31-07-1999	Vig.	313619	6125780
PA48	0710301-2	Los Quelfes	VI	Vigente	30-04-2018	Vig.	341670	6125462
PA49	0710201-K	La Dormida	VI	Vigente	31-05-1983	Vig.	341835	6113722
PA50	0712001-1	Quebrada Favelo	VI	Suspendida	28-02-1979	31-12-1998	347559	6131110
PV51	0710101-4	Corral de Mora	VI	Suspendida	31-06-1969	31-12-1985	363755	6120098
PV52	0574001-6	Mulipita	XIII	Vigente	31-05-1971	Vig.	295875	6270745
PV53	0574001-8	Carmon de Las Boas	XIII	Vigente	31-10-1930	Vig.	300330	6262028

Simbología

Capital Regional	Estaciones Fluviométricas Vigente	Hidrografía Río	Límites Administrativos Límite Internacional
Capitales Provinciales	Suspendida	Estero	Límite Regional
Ciudades	Estaciones Pluviométricas Vigente	Quebrada	Límite Provincial
Comunas Áreas Estudio	Suspendida	Lagos, Lagunas y Embalses	Límite Comunal
Red Vial			



	Estudio "DIAGNÓSTICO DE MICROTRANQUES EN EL SECANO COSTERO DE LA VI REGIÓN"	Título UBICACIÓN ESTACIONES FLUVIOMÉTRICAS Y PLUVIOMÉTRICAS
	Escala: 1:280.000 Sistema de Referencia SIRGAS UNIVERSAL TRANSVERSAL DE MERCATOR 2011-HUISO 19	Fuente Cartográfica: DGA, MOP Fecha: Octubre 2016 Plano: 9-1 Dibujó: SPV Revisó: JVP

De esta forma, las estaciones fluviométricas que se consideraron para el proceso estadístico son las que se indican en la siguiente tabla, totalizando 2 estaciones seleccionadas.

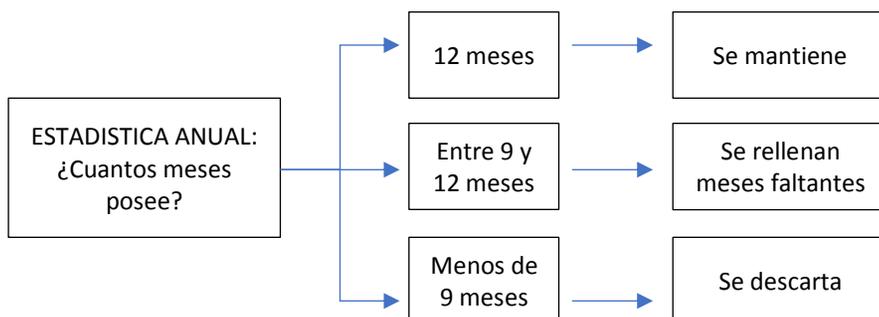
Tabla 10.3-11 Estaciones fluviométricas DGA consideradas en análisis estadístico de caudales medios mensuales y anuales (UTM Datum WGS84, Huso 19)

Código BNA	NOMBRE	ESTADO	UTM ESTE	UTM NORTE
06132001-6	Estero Nilahue en Santa Teresa	vigente	243.705	6.170.703
06043001-2	Estero Alhue en Quilamuta	vigente	292.859	6.228.362

Ref.: Elaboración propia con base en datos DGA-MOP, 2017

10.3.5. Relleno de las Estadísticas Fluviométricas Anuales

Existen series de datos de las estaciones fluviométricas que presentan años con información mensual parcial y otros años simplemente sin información. Para los años con información mensual parcial, se debe evaluar la factibilidad de rellenar los datos mensuales, siguiendo el siguiente esquema:



El método utilizado para rellenar los meses faltantes es análogo al llamado Módulos Pluviométricos, que se basa en caracterizar el valor alcanzado por el caudal (o precipitación) en el mes y año que no se tiene el dato, usando como base la estadística de una o más estaciones cercanas.

Al usar este método, se asume que la proporción entre el caudal del mes m en el año a , con el promedio de los caudales para el mismo mes m en varios años cercanos al año a es similar entre las estaciones utilizadas. Lo anterior se expresa en la siguiente fórmula:

$$Q_A(m, a) = \frac{Q_B(m, a)}{PROMEDIO_{i=1..n}[Q_B(m, a_i)]} * PROMEDIO_{i=1..n}[Q_A(m, a_i)]$$

Donde:

- $Q_A(m, a)$: caudal medio mensual, para el mes m y el año a , en la estación A
- $Q_B(m, a)$: caudal medio mensual, para el mes m y el año a , en la estación B
- i : cantidad de años con estadística disponible para el mes m (mínimo 4 años).

Es importante señalar que, en la aplicación del método, los valores de entrada utilizados corresponden en su totalidad a mediciones reales, descartándose los caudales mensuales generados por fórmulas.

Al efectuar el relleno de la estadística mensual, los pares de estaciones fueron seleccionados bajo los criterios usuales en este tipo de cálculo, priorizando entonces las estaciones que fueran similares en los siguientes aspectos: ubicación de cuenca hidrográfica, régimen hidrológico del cauce principal y sus tributarios, morfología de la cuenca, entre otros.

Luego de finalizado el proceso de relleno de los meses faltantes, la estadística anual disponible, incluyendo los años completados es la siguiente:

Tabla 10.3-12 Caudales Medios Anuales, se incluyen años rellenados

Año	Estero Nilahue en Santa Teresa	Estero Alhue en Quilamuta
1987	18,20	13,78
1988	4,28	1,65
1989	3,22	4,07
1990	0,36	0,82
1991	12,58	4,44
1992	23,12	11,91
1993	6,48	4,26
1994	5,00	4,42
1995	7,94	3,24
1996	0,77	1,45
1997	22,76	16,92
1998	0,20	1,13
1999		6,45
2000		15,90
2001	17,08	10,43
2002	25,59	13,54
2003	3,17	2,93
2004	3,91	2,60
2005	20,85	8,92
2006	14,95	5,06
2007	1,03	2,23
2008	12,35	
2009	5,51	4,02
2010		
2011	1,90	0,83
2012	1,80	
2013	2,44	1,85
2014		2,35
2015		2,77
2016		3,12
2017	6,91	3,04

Con los datos de caudales medios anuales observados, se efectuaron correlaciones entre pares de estaciones. El método usado fue el siguiente:

- ✓ Método de correlación: aplica fundamentalmente para la extensión de series de caudales medios anuales, cuando la ausencia de datos mensuales es mayoritaria. Para esto efectos, se recurre a la ecuación de regresión lineal generada para cada ajuste entre estaciones, cuya forma general es:

$$f(x) = m_L \cdot x + b$$

donde m_L es la pendiente de la recta de regresión, x corresponde a la variable independiente y b al intercepto de la misma.

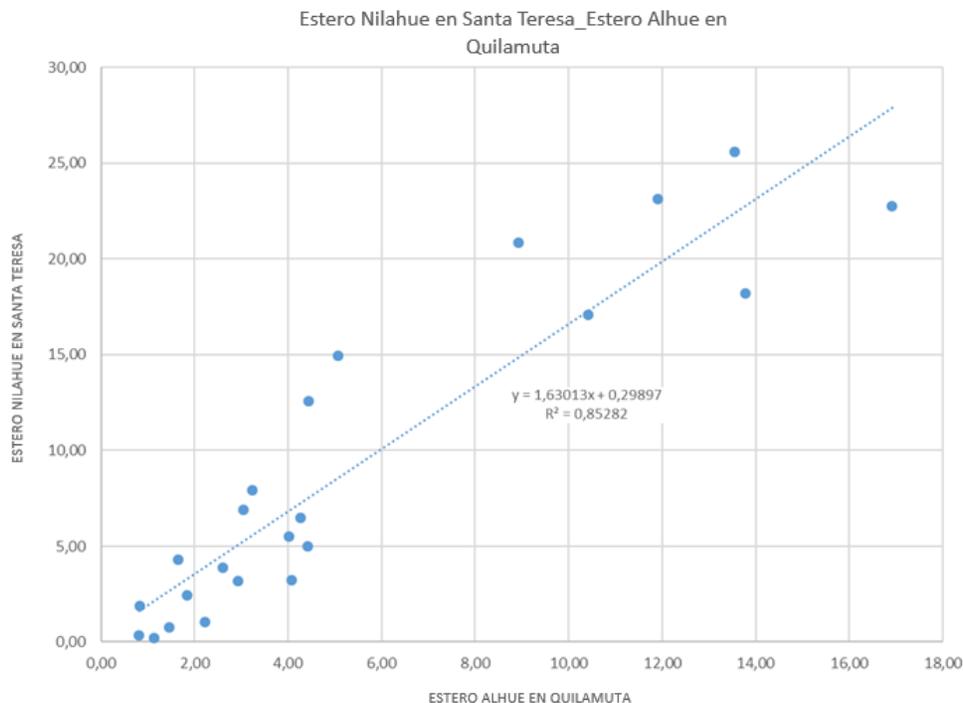
A partir de las gráficas obtenidas y sus respectivas ecuaciones de regresión y coeficientes de correlación (R^2), se buscó la serie de pares de estaciones que tuviesen el mejor ajuste entre sí, cumpliendo además los criterios hidrológicos de similitud en características de la cuenca y régimen de los cauces. Los resultados de dicho análisis se muestran en la siguiente tabla, en términos de la pendiente ajustada, el intercepto de la recta y el coeficiente de correlación respectivo.

Tabla 10.3-13 Correlación de precipitación anual entre estaciones (mejores resultados)

ESTACIÓN PLUVIOMÉTRICA		PENDIENT E (m_L)	INTERCEPT O (b)	COEF. DE CORR (R^2)
DEPENDIENTE ($Y = f(X)$)	DE REFERENCIA (X)			
ESTERO NILAHUE EN SANTA TERESA	ESTERO ALHUE EN QUILAMUTA	1,6301	0,2990	0,8528

Ref.: Elaboración propia

A continuación, se muestra el gráfico de la correlación efectuada:



Fuente: Elaboración propia.

Figura 10.3-2 Correlación para extensión de estadística anual (m³/s)

Los datos fluviométricos anteriores al año 2017 de la estación Estero Alhué en Quilamuta, se obtuvieron del estudio “Diagnóstico Para Plan de Desarrollo Agrícola y Abastecimiento Hídrico en el Secano de la VI Región” realizado por esta consultora, y fueron utilizados como datos duros para rellenar la estación Estero Nilahue en Santa Teresa. Es por eso, que solo se muestra un gráfico de correlación.

Determinada la correlación, se procedió al relleno/extensión de las estadísticas anuales de las estaciones consideradas.

En la siguiente tabla se incluyen los caudales medios anuales rellenados y extrapolados.

Tabla 10.3-14 Caudales Medios Anuales – Datos Extendidos (m³/s)

Año	Estero Nilahue en Santa Teresa	Estero Alhue en Quilamuta
1987	18,20	13,78
1988	4,28	1,65
1989	3,22	4,07
1990	0,36	0,82
1991	12,58	4,44
1992	23,12	11,91
1993	6,48	4,26
1994	5,00	4,42
1995	7,94	3,24
1996	0,77	1,45
1997	22,76	16,92
1998	0,20	1,13
1999	10,81	6,45
2000	26,21	15,90
2001	17,08	10,43
2002	25,59	13,54
2003	3,17	2,93
2004	3,91	2,60
2005	20,85	8,92
2006	14,95	5,06
2007	1,03	2,23
2008	12,35	6,33
2009	5,51	4,02
2010	5,08	2,11
2011	1,90	0,83
2012	1,80	1,76
2013	2,44	1,85
2014	10,29	2,35
2015	4,82	2,77
2016	5,38	3,12
2017	6,91	3,04

10.3.6. Relleno de las Estadísticas Fluviométricas Mensuales

Realizado el relleno de la estadística de caudales medios anuales por medio de correlaciones entre estaciones, se tiene la serie completa de los 31 años en estudio. Luego, la estadística anual es utilizada para el relleno de la estadística mensual incompleta, lo que se efectúa por medio de la siguiente relación:

$$QMM_Y^{\text{Año,mes}} = \frac{QMM_X^{\text{Año,mes}}}{QMM_X^{\text{Año}}} \cdot QMM_Y^{\text{Año}}$$

donde:

- $QMM_Y^{\text{Año,mes}}$: caudal medio mensual a estimar para el año y mes de la estación requerida (estación Y).
- $QMM_X^{\text{Año,mes}}$: caudal medio mensual de la estación de referencia (estación X) en el mes y año requeridos.
- $QMM_X^{\text{Año}}$: caudal medio anual correspondiente en la estación X.
- $QMM_Y^{\text{Año}}$: caudal medio anual correspondiente en la estación Y, estimado previamente por correlación a partir de los datos de la estación X.

Además, se debe verificar que siempre el caudal medio anual de cada estación ($QMM_X^{\text{Año}}$) sea igual al promedio de los caudales medios mensuales correspondientes ($QMM_{X,i}$), es decir:

$$QMM_X^{\text{Año}} = \sum_{i=1}^{12} QMM_{X,i}$$

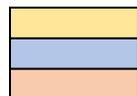
en que X hace referencia a una estación en específico y el subíndice *i* al correlativo de los meses del año que corresponda. Dicha condición se cumple a medida que los datos mensuales sean en su mayoría resultado del relleno mensual, mientras que, si un año posee la mayoría de los meses con datos observados, se deben corregir los valores mensuales de forma que el promedio de ellos sea igual al valor obtenido de la correlación.

Una vez aplicadas las relaciones descritas, se obtiene la estadística mensual completa para todas las estaciones en el período 1987-2017 (31 años).

A continuación, se presentan las tablas detalladas con los caudales medios mensuales.

Tabla 10.3-15 QMM Estero Nilahue en Santa Teresa (m³/s)

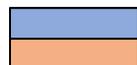
ESTERO NILAHUE EN SANTA TERESA													
AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Annual
1987	0,12	0,09	0,16	0,17	0,42	0,74	130,64	68,51	13,37	3,72	0,42	0,10	18,20
1988	0,03	0,03	0,13	0,07	0,08	0,61	6,49	38,16	4,53	0,82	0,25	0,14	4,28
1989	0,06	0,01	0,00	0,07	0,14	0,19	8,84	23,87	4,42	0,73	0,20	0,09	3,22
1990	0,00	0,00	0,00	0,08	0,23	0,16	0,63	0,23	2,35	0,55	0,04	0,01	0,36
1991	0,00	0,00	0,00	0,00	8,17	47,03	76,79	11,12	5,24	2,04	0,40	0,16	12,58
1992	0,16	0,06	0,07	0,09	73,07	108,67	50,19	25,44	15,72	3,06	0,80	0,15	23,12
1993	0,03	0,02	0,07	0,45	6,00	30,41	31,48	5,62	2,52	0,77	0,44	0,00	6,48
1994	0,05	0,00	0,11	0,31	1,34	6,32	40,56	6,92	2,59	1,43	0,33	0,03	5,00
1995	0,00	0,04	0,03	0,06	0,31	5,37	44,10	39,81	3,68	1,58	0,27	0,02	7,94
1996	0,00	0,00	0,00	0,11	0,12	0,72	1,42	5,74	0,85	0,26	0,02	0,00	0,77
1997	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,90	126,50	53,47	42,82	38,51	2,65	0,29	22,76
1998	0,19	0,13	0,15	0,15	0,24	0,37	0,22	0,13	0,41	0,05	0,27	0,09	0,20
1999	4,33	7,18	5,55	11,66	16,32	2,99	2,87	7,03	68,27	2,41	0,92	0,17	10,81
2000	0,00	1,22	1,86	2,96	9,59	194,46	42,12	3,27	54,45	3,58	0,87	0,15	26,21
2001	0,14	0,13	0,07	0,07	3,57	2,78	98,96	82,98	13,39	2,31	0,52	0,10	17,08
2002	0,06	0,06	0,28	0,13	9,70	49,90	47,63	167,39	26,39	4,36	0,95	0,21	25,59
2003	0,18	0,11	0,16	0,15	1,08	17,95	14,41	2,37	0,93	0,38	0,26	0,06	3,17
2004	0,06	0,06	0,06	0,09	0,09	0,83	15,74	24,79	4,41	0,44	0,24	0,07	3,91
2005	0,06	0,06	0,14	0,11	4,40	76,96	44,02	85,17	35,26	2,95	1,01	0,12	20,85
2006	0,06	0,05	0,02	0,05	0,13	30,95	86,91	50,12	5,57	4,00	1,31	0,21	14,95
2007	0,01	0,01	0,11	0,16	0,05	0,27	2,22	7,89	1,17	0,27	0,11	0,12	1,03
2008	0,12	0,12	0,12	0,11	9,34	35,54	26,90	61,22	10,25	2,33	1,45	0,65	12,35
2009	0,12	0,12	0,12	0,12	0,16	2,36	10,85	22,95	27,55	1,05	0,39	0,28	5,51
2010	1,54	1,59	1,42	1,49	22,62	14,77	12,32	2,11	2,02	0,96	0,05	0,02	5,08
2011	0,02	0,02	0,02	0,02	0,09	0,39	3,63	13,48	4,38	0,21	0,39	0,14	1,90
2012	0,11	0,13	0,10	0,10	0,36	8,09	3,73	6,47	0,99	0,95	0,41	0,20	1,80
2013	0,08	0,02	0,14	0,11	0,11	0,55	17,11	10,18	0,51	0,13	0,19	0,20	2,44
2014	0,32	0,36	0,35	0,08	0,98	82,86	6,25	6,41	12,75	6,27	3,45	3,40	10,29
2015	1,58	0,55	0,74	2,02	1,81	1,62	2,01	19,72	10,39	12,63	2,66	2,10	4,82
2016	1,57	1,13	1,19	13,37	13,37	5,45	24,94	1,91	0,45	0,45	0,36	0,43	5,38
2017	0,78	0,61	0,48	0,63	0,36	18,63	15,80	31,65	4,95	7,46	0,92	0,68	6,91



Caudal Medio Mensual interpolado por módulos fluviométricos.

Caudal Medio Mensual extrapolado de caudal medio anual correlacionado y ajustado al valor del mismo.

Caudal Medio Mensual extrapolado de caudal medio anual correlacionado sin otro ajuste.



Caudal Medio Anual determinado con correlación entre estaciones.

Caudal Medio Anual que resulta de sumatoria de valores mensuales.

Tabla 10.3-16 QMM Estero Alhue en Quilamuta (m³/s)

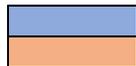
ESTERO ALHUE EN QUILAMUTA													
AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
1987	0,06	0,06	0,14	0,25	0,41	1,48	61,37	65,59	19,55	11,58	3,13	1,70	13,78
1988	1,06	1,44	3,01	2,47	1,36	0,62	0,71	4,20	2,45	1,26	0,74	0,49	1,65
1989	0,23	0,18	0,48	0,86	0,40	0,36	2,85	26,96	12,05	2,54	1,34	0,58	4,07
1990	0,56	0,40	0,60	0,93	0,67	0,37	0,39	0,30	1,47	2,04	1,35	0,75	0,82
1991	0,12	0,09	0,36	0,49	2,06	10,45	17,73	7,95	6,31	3,82	2,42	1,54	4,44
1992	1,43	1,26	1,67	1,42	10,33	66,48	19,18	13,52	16,34	6,39	3,20	1,67	11,91
1993	0,92	0,98	1,21	1,64	3,35	12,78	16,82	4,75	4,35	2,41	1,29	0,68	4,26
1994	0,52	0,51	1,19	3,39	4,30	4,10	17,17	12,58	4,33	2,60	1,43	0,89	4,42
1995	0,72	0,63	0,31	0,50	1,40	4,77	8,26	11,30	6,20	2,39	1,26	1,12	3,24
1996	0,94	0,87	0,51	0,91	0,76	1,71	5,15	3,69	1,87	0,39	0,13	0,48	1,45
1997	0,38	0,86	0,95	0,69	3,44	80,36	20,59	28,97	42,16	14,85	7,18	2,59	16,92
1998	0,90	1,52	1,04	1,48	1,02	3,63	0,08	0,52	0,50	1,04	1,05	0,76	1,13
1999	0,33	0,55	0,43	0,90	1,25	0,82	0,84	0,99	68,22	1,80	0,83	0,40	6,45
2000	0,25	0,19	0,28	0,45	1,46	68,36	55,63	9,42	38,91	9,79	3,22	2,78	15,90
2001	1,94	1,77	2,16	2,84	3,50	3,32	39,75	34,91	18,89	8,38	4,12	3,55	10,43
2002	2,18	2,26	1,78	2,49	5,96	39,51	19,86	54,66	21,41	6,92	3,58	1,90	13,54
2003	1,60	1,65	2,01	2,10	4,62	8,57	5,39	2,09	2,32	1,77	1,80	1,22	2,93
2004	2,17	2,12	2,03	0,78	2,37	0,88	1,33	10,26	4,40	1,90	1,62	1,31	2,60
2005	0,63	2,13	1,53	0,93	2,91	21,77	19,96	31,41	18,91	3,93	2,24	0,70	8,92
2006	1,67	1,39	1,25	0,66	0,11	1,31	21,43	16,68	6,02	5,13	3,26	1,88	5,06
2007	1,54	1,39	0,98	0,93	1,25	1,66	2,52	2,31	2,10	1,14	6,46	4,46	2,23
2008	0,09	0,08	0,21	0,27	1,69	7,53	9,36	31,05	11,32	11,76	2,13	0,44	6,33
2009	0,30	0,28	0,96	1,86	2,68	1,86	3,06	4,30	27,53	3,07	1,01	1,32	4,02
2010	1,43	1,48	1,32	1,39	1,22	6,94	4,82	2,71	1,88	0,89	1,08	0,16	2,11
2011	0,07	0,06	0,09	0,16	0,25	0,19	0,42	0,89	4,38	1,23	1,01	1,20	0,83
2012	0,76	0,81	0,40	0,37	0,34	0,91	5,58	5,39	4,25	0,50	1,37	0,47	1,76
2013	0,39	0,36	0,34	0,59	1,32	1,65	2,79	4,72	4,15	3,57	1,78	0,53	1,85
2014	0,41	0,35	0,52	0,96	1,42	2,61	3,56	3,65	7,25	3,57	1,96	1,94	2,35
2015	0,91	0,32	0,43	1,16	1,04	0,93	1,15	11,34	5,98	7,27	1,53	1,21	2,77
2016	0,78	0,56	0,59	6,62	6,62	2,70	7,51	6,20	2,88	1,50	1,02	0,46	3,12
2017	0,25	0,24	0,49	0,42	1,93	3,63	4,66	15,15	4,95	2,68	1,31	0,83	3,04



Caudal Medio Mensual interpolado por módulos fluiométricos.

Caudal Medio Mensual extrapolado de caudal medio anual correlacionado y ajustado al valor del mismo.

Caudal Medio Mensual extrapolado de caudal medio anual correlacionado sin otro ajuste.



Caudal Medio Anual determinado con correlación entre estaciones.

Caudal Medio Anual que resulta de sumatoria de valores mensuales.

En el Anexo 10.3-3 de Fluiometría en digital se incluye el detalle de los cálculos y resultados obtenidos.

10.3.7. Generación de Caudales Medios Mensuales

Para la generación de caudales medios mensuales en las subcuencas aportantes de cada proyecto, se utilizan relaciones de precipitación-escorrentía, estudiando las distintas relaciones existentes y determinando la que aplica de mejor forma a la zona de estudio.

A continuación, se describe este proceso de validación y la metodología final a utilizar para la generación de caudales medios mensuales:

10.3.7.1. Metodología para Generación de Caudales Medios Mensuales

Existen varias fórmulas que establecen una relación entre la escorrentía total anual y la precipitación anual, tales como: Turc, Peñuelas, Grunsky, etc., algunas de las cuales también consideran otras variables como la temperatura media anual y la evapotranspiración potencial de la cuenca.

Las relaciones mencionadas son descritas a continuación:

➤ Método de Turc

La relación fundamental del método es la siguiente:

$$ETR = \frac{P}{\left(0.9 + \frac{P^2}{L^2}\right)^{0.5}}$$

En que:

ETR : Evapotranspiración Real Anual (mm/año)
P : Precipitación Anual (mm/año)
L : Parámetro Heliotérmico

Donde

$$L = 300 + 25 \cdot \theta + 0.05 \cdot \theta^3$$

θ : Temperatura media anual en °C

Luego, la escorrentía disponible, corresponde a:

$$E = P - ETR$$

Donde:

E : Escorrentía anual (mm/año)
P : Precipitación anual (mm/año)
ETR : Evapotranspiración Real Anual (mm/año)

➤ Método de Grunsky

Esta relación nace a comienzos del siglo XX, siendo una regla general más que una fórmula formal, ya que, al enunciarla, Grunsky habló de porcentajes sobre la precipitación. De todas maneras, ha sido validada ampliamente con el tiempo, llegando a su forma más conocida:

$$E = 0,4 * P^2$$

Donde:

E : Escorrentía anual (mm/año)
P : Precipitación media anual (mm/año)

➤ Método de Peñuelas

Usado de base el método de Grunsky, en Chile se hicieron estudios en el Lago Peñuelas, llegando a una relación que resultó más representativa para dicho sector:

$$E = 0,5 * P^2$$

Donde:

E : Escorrentía anual (mm/año)
P : Precipitación anual (mm/año)

➤ Comparación de los Métodos

Dado que se requiere validar el uso de estas relaciones en la zona de estudio, se procede a aplicarlas a la cuenca del Estero Nilahue, donde se cuenta tanto con estadística pluviométrica (Estación Nilahue Barahona) como con información fluviométrica (Estación Estero Nilahue en Santa Teresa), lo que permitirá hacer una evaluación directa de qué tan efectiva resulta cada relación para estimar caudales que sean representativos de lo observado en la estadística disponible.

Utilizando los datos de temperatura y evapotranspiración obtenidas del atlas agroclimático, junto con la estadística pluviométrica, se construyeron las series de caudales medios mensuales por medio de cada uno de los métodos descritos.

Las siguientes figuras, muestran los gráficos que comparan los datos observados vs los calculados de acuerdo con los distintos métodos.

Figura 10.3-3 Comparación QMM Observados vs Calculados (Turc)

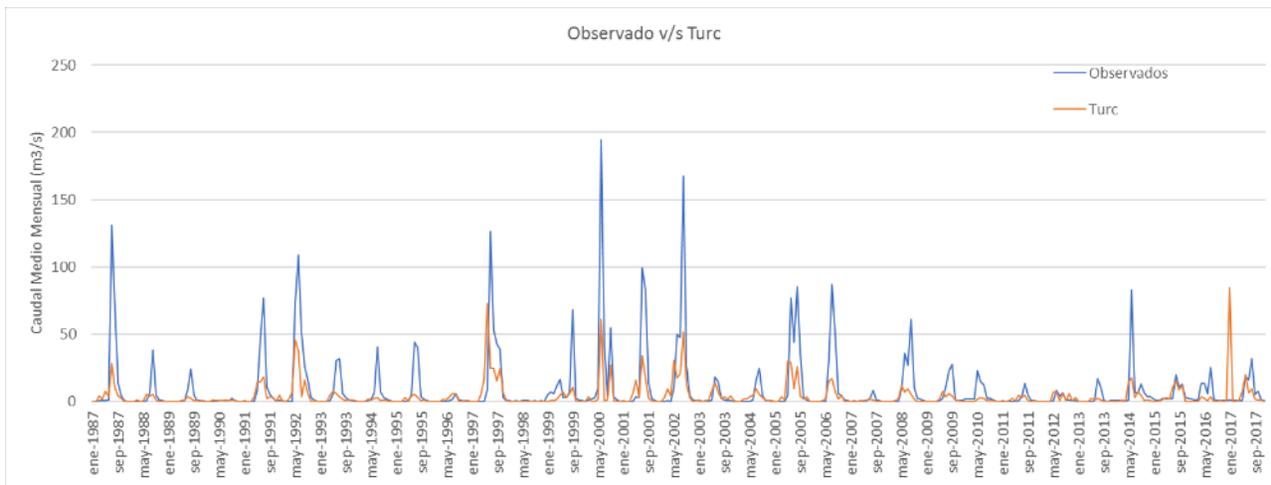


Figura 10.3-4 Comparación QMM Observados vs Calculados (Peñuelas)

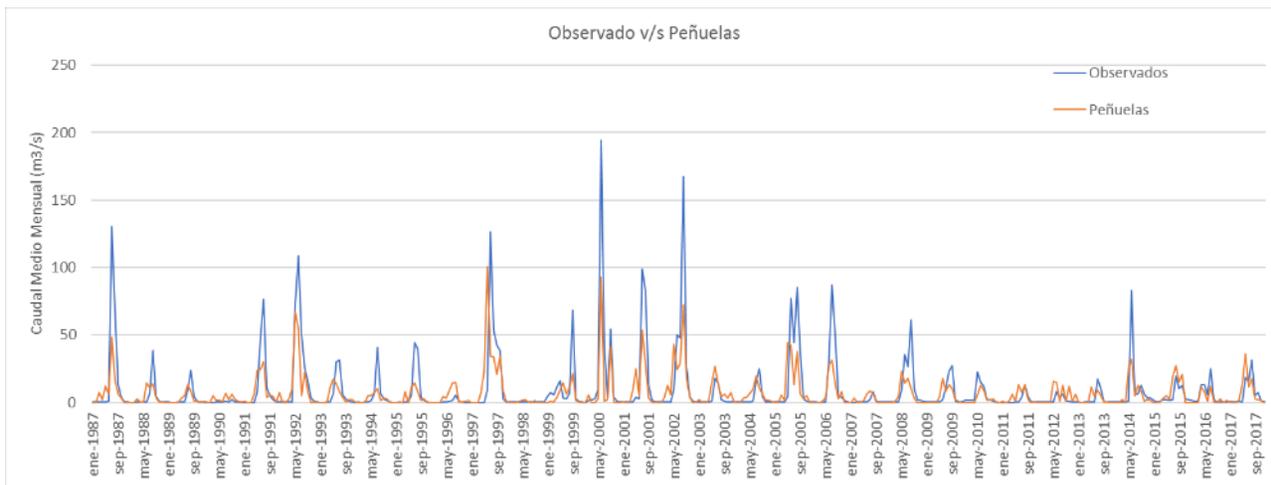
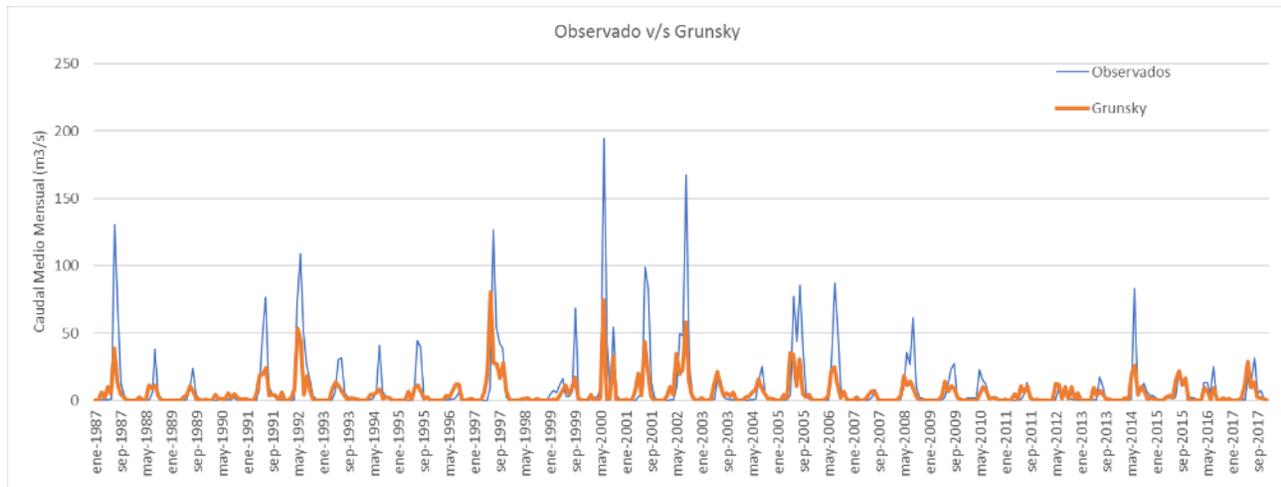


Figura 10.3-5 Comparación QMM Observados vs Calculados (Grunsky)



En la siguiente tabla se resumen los resultados obtenidos, presentándose los valores promedio, mínimo y máximo de cada serie, además de los coeficientes de correlación R^2 y Nash-Sutcliffe, que ayudan a evaluar el contraste entre el caudal calculado y el observado.

En el Anexo 10.3-4 Generación de Caudales Medios Mensuales digital, se pueden consultar los cálculos efectuados para el análisis anterior.

Tabla 10.3-17 Comparación Métodos Generación Caudales Medios

ESTERO NILAHUE	Est. FV	TURC	GRUNSKY	PEÑUELAS
QMM prom. (m ³ /s)	9,19	3,99	5,45	6,81
QMM mín. (m ³ /s)	0,00	0,00	0,00	0,00
QMM máx. (m ³ /s)	194,46	84,70	80,52	100,65
Coef. Nash-Sutcliffe (31 años)	-	0,31	0,44	0,52
Coef R ² (31 años)	-	0,43	0,57	0,57

Ref.: Elaboración propia

Se observa que en general todos los métodos subestiman los caudales medios para la cuenca del Estero Nilahue, pero se puede concluir que la fórmula que mejor ajusta es la de Peñuelas, ya que estima caudales cercanos y obtiene el mayor coeficiente de correlación junto a la fórmula Grunsky, además de tener un coeficiente de Nash-Sutcliffe más cercano a 1. La fórmula de Turc presenta buena correlación, pero entrega caudales demasiado subestimados.

10.3.7.2. Generación de Caudales Medios Mensuales a partir de Escorrentía Anual

Una vez determinada la escorrentía anual, se puede convertir dicho valor a volumen anual de escorrentía, para lo que se debe conocer la superficie total de la cuenca en estudio. Este cálculo se puede expresar por medio de la siguiente relación:

$$Vol. Esc. AÑO = E * A$$

Donde:

Vol.Esc.año : Volumen total de escorrentía del año (m³)
 E : Escorrentía anual (m/año)
 A : Superficie pluvial aportante de la cuenca (m²)

Una vez determinado este volumen total anual, se lo distribuye a nivel mensual, en base a las precipitaciones medidas en cada mes. Esta distribución se expresa con la siguiente relación:

$$Vol. Esc. mes = Vol. Esc año * \frac{PP_{mes}}{PP_{año}}$$

Donde:

Vol.Esc.mes : Volumen total de escorrentía del mes (m³)
 Vol.Esc.año : Volumen total de escorrentía del año (m³)
 PP_{mes} : Precipitación registrada en la estación pluviométrica para el mes (mm)
 PP_{año} : Precipitación registrada en la estación pluviométrica para el año (mm)

Luego, se aplica esta relación a los 31 años en que se tiene estadística pluviométrica y se obtienen los volúmenes de escorrentía para cada mes. Finalmente, los caudales medios mensuales se calculan de acuerdo con las siguientes relaciones:

$$Qmm = \frac{Vol. Esc. mes}{d_{mes} * t_{día}}$$

Donde:

Qmm : Caudal medio mensual (m³/s)
 Vol.Esc.mes : Volumen total de escorrentía del mes (m³)
 d_{mes} : Días del mes (días)
 t_{mes} : Tiempo transcurrido en el día (s/día)

Y el caudal medio anual resulta del promedio de los caudales medios mensuales:

$$QMA = \left(\sum Qmm \right) / 12$$

Donde:

QMA : Caudal medio anual (m³/s)
 Qmm : Caudal medio mensual (m³/s)

a) Determinación Precipitación Mensual para cada Sitio

Como se describe en la metodología, para calcular los caudales de escorrentía es necesario conocer las precipitaciones mensuales para la cuenca de interés. En el presente estudio, se ha trasladado la estadística pluviométrica de la estación pluviométrica más cercana al sitio de interés, aplicándole un factor de traslado que corresponde a la precipitación media de la cuenca aportante al sitio, dividida por la precipitación media en la estación pluviométrica.

La precipitación media anual de la cuenca aportante al sitio de interés se obtiene a partir de las isoyetas de precipitación media anual obtenidas en el estudio “Diagnóstico para Plan de Desarrollo Agrícola y Abastecimiento Hídrico en el Secano de la VI Región” realizado por esta consultora.

En las siguientes tablas, se detalla la selección de estación pluviométrica, y los valores del factor de traslado:

Tabla 10.3-18 Traslado de Precipitación Media Anual – Sitios de Tranques de Acumulación Lateral

Sitio #	Estación Patrón	PP Media Anual Est. patrón (mm)	PP Media Anual Cuenca sitio (mm)	Factor de traslado (adim.)
Sitio 07	Litueche	663,2	563,1	0,849
Sitio 08	Litueche	663,2	584,7	0,882
Sitio 20	Litueche	663,2	634,1	0,956
Sitio 31	Pichilemu	475,6	529,8	1,114
Sitio 42	Pichilemu	475,6	477,1	1,003
Sitio 45	Litueche	663,2	602,4	0,908
Sitio 50	Pichilemu	475,6	503,6	1,059
Sitio 57	Pichilemu	475,6	550,8	1,158
Sitio 60	Pichilemu	475,6	561,4	1,180
Sitio 71	Pichilemu	475,6	486,6	1,023
Sitio 83	Nilahue Barahona	515,6	567,6	1,101
Sitio 88	Litueche	663,2	623,7	0,940

Ref.: Elaboración propia

Tabla 10.3-19 Traslado de Precipitación Media Anual – Sitios de Microtranques

Sitio #	Estación Patrón	PP Media Anual Est. patrón (mm)	PP Media Anual Cuenca sitio (mm)	Factor de traslado (adim.)
Sitio 02	Litueche	663,2	621,4	0,937
Sitio 03	Litueche	663,2	633,5	0,955
Sitio 05	Litueche	663,2	592,8	0,894
Sitio 06	Litueche	663,2	603,8	0,910
Sitio 09	Litueche	663,2	567,9	0,856
Sitio 14	Litueche	663,2	662,3	0,999
Sitio 16	Litueche	663,2	569,4	0,859
Sitio 17	Litueche	663,2	577,4	0,871
Sitio 22	Litueche	663,2	622,1	0,938
Sitio 23	Litueche	663,2	624,1	0,941
Sitio 26	Pichilemu	475,6	474,8	0,998
Sitio 27	Pichilemu	475,6	469,4	0,987
Sitio 33	Pichilemu	475,6	475,0	0,999
Sitio 38	Pichilemu	475,6	472,3	0,993
Sitio 39	Pichilemu	475,6	472,0	0,993
Sitio 40	Pichilemu	475,6	472,8	0,994
Sitio 41	Pichilemu	475,6	566,7	1,192
Sitio 47	Pichilemu	475,6	530,4	1,115
Sitio 48	Pichilemu	475,6	540,6	1,137
Sitio 51	Pichilemu	475,6	549,0	1,154
Sitio 52	Pichilemu	475,6	538,7	1,133
Sitio 53	Pichilemu	475,6	540,9	1,137
Sitio 54	Pichilemu	475,6	548,4	1,153
Sitio 55	Pichilemu	475,6	554,7	1,166
Sitio 56	Pichilemu	475,6	558,8	1,175
Sitio 59	Pichilemu	475,6	553,0	1,163
Sitio 61	Pichilemu	475,6	560,3	1,178
Sitio 62	Pichilemu	475,6	583,0	1,226
Sitio 63	Pichilemu	475,6	582,4	1,225
Sitio 66	Pichilemu	475,6	588,1	1,237
Sitio 68	Pichilemu	475,6	484,7	1,019
Sitio 69	Pichilemu	475,6	491,8	1,034
Sitio 70	Pichilemu	475,6	486,3	1,022
Sitio 75	Pichilemu	475,6	489,8	1,030
Sitio 76	Pichilemu	475,6	482,5	1,015
Sitio 77	Pichilemu	475,6	488,0	1,026
Sitio 78	Pichilemu	475,6	544,2	1,144
Sitio 79	Pichilemu	475,6	486,4	1,023
Sitio 81	Litueche	663,2	663,0	1,000
Sitio 82	Litueche	663,2	661,1	0,997
Sitio 84	Nilahue Barahona	515,6	557,0	1,080
Sitio 85	Litueche	663,2	620,0	0,935
Sitio 86	Litueche	663,2	657,4	0,991
Sitio 87	Litueche	663,2	657,4	0,991
Sitio 90	Litueche	663,2	618,6	0,933
Sitio 91	Litueche	663,2	618,6	0,933
Sitio 92	Litueche	663,2	626,2	0,944
Sitio 93	Pichilemu	475,6	496,2	1,043

Ref.: Elaboración propia

b) Resultados Generación de Caudales Medios Mensuales

Usando la metodología descrita y a partir de la estadística pluviométrica trasladada, se generó la hidrología para cada uno de los 60 sitios. En el Anexo 10.3-5 Hidrología Proyectos digital, se presentan las planillas de cálculo tanto para microtranques, como para tranques de acumulación lateral.

10.3.8. Caudales Máximos Instantáneos

Se realiza un estudio de las crecidas en todos los puntos donde irá emplazado el muro del microtranque, o bien la bocatoma donde se captará los recursos para el microtranque lateral, según sea el caso.

La determinación de las crecidas es para el diseño del vertedero de crecidas en el caso del microtranque o bien para el diseño de la bocatoma en el caso del microtranque lateral.

La metodología que será aplicada se presenta a continuación:

10.3.8.1. Método Racional

El Método Racional estima el caudal máximo a través de la siguiente fórmula:

$$Q^T = C \times I^T \times A / 3,6$$

Donde:

- Q^T : Caudal máximo asociado al período de retorno T (m³/s)
- C : Coeficiente de escorrentía de la cuenca
- I : Intensidad máxima de lluvia durante un tiempo igual al tiempo de concentración de la cuenca, para un período de retorno T (mm/hr)
- A : Área de la cuenca aportante (Km²)

Para estimar el tiempo de concentración de una cuenca existen diversas fórmulas. Entre las aplicables a cuencas no urbanas, se encuentra la fórmula de California y la fórmula de Giandotti; además, algunos autores recomiendan la que está basada en velocidades medias de escurrimiento (Texas Highway Department. Rational Design of Culverts and Bridges).

La fórmula de California está dada por la siguiente expresión:

$$t_c = 0,95 \cdot \left(\frac{L^3}{H_{\text{máx}}} \right)^{0,385}$$

Donde:

- t_c : Tiempo de concentración (hr)
- L : Longitud del cauce principal (Km)

H_{máx} : Desnivel máximo de la cuenca (m)

Por otra parte, la fórmula de Giandotti incorpora la diferencia de altura entre el centro de gravedad de la cuenca y el punto de salida a través de la ecuación:

$$t_c = \frac{4 \times \sqrt{A} + 1,5 \times L}{0,8 \times \sqrt{H_g}}$$

$$\frac{L}{5,4} \leq t_c \leq \frac{L}{3,6}$$

Donde:

t_c : Tiempo de concentración de la cuenca (hr)
L : Longitud del cauce principal (Km)
H_g : Densivel entre centro de gravedad y el punto de salida de la cuenca (m)
A : Área de la cuenca (Km²)

Los parámetros característicos de cada una de las subcuencas serán determinados de modelos digitales de elevación (DEM) o cartografía 1:50.000.

- Precipitaciones máximas en 24 horas

La información de las precipitaciones máximas diarias con 10 años de período de retorno (P¹⁰_{máx} 24hr) se determinará de las isoyetas obtenidas en el estudio “Diagnóstico para Plan de Desarrollo Agrícola y Abastecimiento Hídrico en el Secano de la VI Región” realizado por esta consultora.

Para complementar la determinación del tiempo de concentración, parámetro clave en los resultados del caudal de crecida, se utilizarán las relaciones expuestas en la siguiente tabla.

Tabla 10.3-20 Fórmulas para el cálculo del tiempo de concentración

Nombre	Fórmula para tc (min)	Factores
Federal Aviation Administration	$tc = 1,8 * (1,1 - C) * L^{0,5} / S^{0,333}$	C: Coeficiente de Escorrentía del Método Racional L: Longitud del Flujo Superficial (pies) S: Pendiente de la Superficie, (%)
Kerby	$tc = \left(\frac{2 * L * n}{0,914 * \sqrt{i}} \right)^{0,467}$	L: Distancia que recorre la partícula más alejada (m) n: rugosidad del terreno i: Pendiente media
Kirpich	$tc = 0.0078 * L^{0,77} * S^{-0,385}$	L: Distancia desde el punto de descarga de la cuenca al punto hidráulicamente más alejado (pies) S: Pendiente promedio de la cuenca

Nombre	Fórmula para t_c (min)	Factores
California	$t_c = 0,95 \cdot \left(\frac{L^3}{H_{\text{máx}}} \right)^{0,385}$	t_c : Tiempo de concentración (hr) L : Longitud del cauce principal (Km) $H_{\text{máx}}$: Desnivel máximo de la cuenca (m)
Giandotti	$t_c = \frac{4 \times \sqrt{A} + 1,5 \times L}{0,8 \times \sqrt{H_g}}$ $\frac{L}{5,4} \leq t_c \leq \frac{L}{3,6}$	t_c : Tiempo de concentración de la cuenca (hr) L : Longitud del cauce principal (Km) H_g : Densivel entre centro de gravedad y el punto de salida de la cuenca (m) A : Área de la cuenca (Km ²)

Además de las anteriores, se analizará la aplicabilidad de las siguientes:

- Izzard
- Ecuaciones de Onda Cinemática: Morgali y Linsley, Aron y Erborge
- Ecuación de Retardo SCS
- Cartas de Velocidad Promedio del SCS

De acuerdo con lo señalado, se tendrán valores de tiempos de concentración calculados a través de diversas fórmulas; dependiendo de la variabilidad de los valores que se obtengan, se usarán valores promedios entre aquellos que resulten similares entre sí.

Las $P_{\text{máx}24\text{hr}}^{10}$ en cada una de las cuencas aportantes a los puntos de interés se obtendrán del análisis de precipitaciones máximas en 24 horas desarrollado.

Los caudales máximos se calcularán de acuerdo con las siguientes relaciones:

$$Q^T = CxI^T xA / 3,6 \quad (1)$$

$$P_{p_{tc}}^T = 1,1xP_{p_{24}}^{10} xCDxCF^T \quad (2)$$

$$I^T = P_{p_{tc}}^T / t_c \quad (3)$$

donde:

- Q^T : Caudal máximo asociado al período de retorno T (m³/s)
- C : Coeficiente de escorrentía de la cuenca
- I^T : Intensidad máxima de lluvia durante un tiempo igual al tiempo de concentración de la cuenca, para un periodo de retorno T (mm/hr)
- A : Área de la cuenca aportante (Km²)
- $P_{p_{tc}}^T$: Precipitación máxima en t_c horas para un período de retorno T (mm)
- CD : Coeficiente de duración para el tiempo de concentración

CF^T : Coeficiente de frecuencia para T años de período de retorno
 t_c : Tiempo de concentración de la cuenca (hr)

El factor 1,1 de la ecuación (2) se incorpora debido a que las precipitaciones en las estaciones pluviométricas se miden a las 8 PM y no reflejan necesariamente las condiciones de precipitación máxima en 24 horas, según el trabajo “Hidrología e Hidráulica de Estructuras Viales, Curso de Capacitación para la Dirección de Vialidad del Ministerio de Obras Públicas, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, 1989”.

Los antecedentes correspondientes a los coeficientes de duración y frecuencia serán obtenidos de la publicación “Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos. Guía de Diseño” (MINVU, 1996).

Por otra parte, el coeficiente de escorrentía será estimado en función de los suelos que se visualicen en las cuencas de las quebradas, utilizando los valores sugeridos en el texto Hidrología Aplicada, Ven Te Chow, pág. 511, Tabla 15.1.1. Para distintos períodos de retorno, se procederá a estimar los valores de los coeficientes para los períodos de retorno requeridos.

Adicionalmente, se han determinado caudales máximos con las siguientes relaciones precipitación escorrentía (cuya explicación se puede consultar en el “Manual de Cálculo de Crecidas y Caudales Mínimos en Cuencas Sin Información Fluviométrica. Dirección General de Aguas. Ministerio de Obras Públicas, 1995):

- Fórmula Racional Modificada
- Fórmula de Verni King Modificada
- Método DGA-AC

Así, con todos los antecedentes descritos, se calcularon los caudales máximos para períodos de retorno 2, 5, 10, 25, 50, 100 años. En función de esos caudales obtenidos, se puede calcular el caudal máximo para período de retorno de 150 años (Caudal de diseño), extrapolando a través de un ajuste logarítmico. Otra forma de obtener este caudal es extrapolando el valor del coeficiente de escorrentía para 150 años de período de retorno, sin embargo, se comprobó que los resultados obtenidos eran menores al extrapolar los caudales en lugar de los coeficientes de escorrentía. Es por eso que se opta por trabajar con el caudal de diseño obtenido de la extrapolación de caudales.

El Anexo 10.3-6 Caudales Máximos Instantáneos contiene el cálculo de los caudales de crecida para los 60 proyectos a realizar.

11. ESTUDIOS LEGALES

11.1. Criterios para la Solicitud de los Derechos de Agua

Uno de los temas relevantes dentro de la presente Consultoría, radica en la factibilidad de la utilización de las aguas superficiales para las obras de microtrancos o trancos enterrados. Así, se evalúa para cada uno de los 60 sitios de emplazamiento de microtrancos o trancos enterrados, identificados en la etapa anterior, la pertinencia y la forma de solicitar los derechos de aguas, distinguiendo los siguientes 3 casos:

- a) Proyectos acogidos al Artículo 10 del Código de Aguas, que señala: el uso de aguas pluviales que caen o se recogen en un predio de propiedad particular corresponde al dueño de éste, mientras corran dentro de su predio o no caigan a cauces naturales de uso público. En consecuencia, el dueño puede almacenarlas dentro del predio por medios adecuados, siempre que no se perjudique derechos de terceros.
- b) Regularización de Derechos de Aprovechamiento de Aguas: Artículo 2º Transitorio: procedimiento por el cual un usuario solicita la regularización de derechos de aprovechamiento de aguas, para lograr la inscripción del derecho de aprovechamiento a su nombre, sea que se trate de derechos inscritos a nombre de otras personas, o bien no inscritos; o aquellos que se extraen en forma individual de una fuente natural. Los procedimientos de regularización de derechos de aprovechamiento de aguas se encuentran contemplados en el Código de Aguas, en los artículos 1º y 2º transitorios. Sin embargo, en el caso del artículo 1º transitorio, la Dirección General de Aguas interviene sólo en la medida que se le requiera un informe sobre el particular por un Tribunal competente. En virtud de lo anterior, sólo se debe desarrollar el procedimiento contemplado en el artículo 2º transitorio del Código de Aguas, en relación con las normas contenidas en el Párrafo 1º del Título I del Libro II del mismo cuerpo legal. Los requisitos son los siguientes:
 - El derecho de aprovechamiento debe haber estado siendo utilizando 5 años antes de entrar en vigencia el Código de Aguas de 1981, es decir, del 29 de octubre de 1976 hacia atrás.
 - El usuario debe haber cumplido 5 años de uso ininterrumpido, contados desde la fecha en que hubiere comenzado a hacerlo.
 - La utilización debe haberse efectuado libre de clandestinidad o violencia, y sin reconocer dominio ajeno.
- c) Cuando no corresponda a ninguno de los 2 casos anteriores, se debe hacer la solicitud de derechos de agua de la forma habitual, y que está estipulado en la denominada “Guía para la Presentación de Solicitudes de Derechos de Aprovechamiento de Aguas Superficiales” (ver Anexo 11.1-2).

A continuación, se presenta un ejemplo de cómo se deberían solicitar los derechos de aguas superficiales para cada uno de los microtranques.

Es importante destacar que de acuerdo con la “Guía para la Presentación de Solicitudes de Derechos de Aprovechamientos de Aguas Superficiales” (DGA, Enero de 2018), respecto a la justificación del caudal solicitado, se señala textual:

De acuerdo a lo establecido en el Artículo 140 N° 6, aquellas solicitudes cuyo caudal solicitado exceda las cantidades señaladas en los incisos finales de los artículos 129 bis 4 y 129 bis 5 (sobre 10 l/s Región de Arica y Parinacota a la Metropolitana y 50 l/s para el resto de las regiones en los derechos consuntivos, y sobre los 100 l/s para la región de Arica y Parinacota a la región Metropolitana y 500 l/s para el resto de las regiones en los derechos no consuntivos), ya sea en una o más solicitudes, el solicitante **deberá acompañar una memoria explicativa al momento de presentación de la solicitud** en la que se señale la cantidad de agua que se necesita extraer, según el uso que se le dará. Para estos efectos, la Dirección General de Aguas dispondrá de formularios que contengan los antecedentes necesarios para el cumplimiento de esta obligación. Dicha memoria se presentará como una declaración jurada sobre la veracidad de los antecedentes que en ella se incorporen.

En el caso de que la memoria explicativa no sea adjuntada al momento de la presentación, la solicitud será denegada de plano.

En el presente estudio, todos los caudales que serán solicitados serán menores a 50 l/s, de modo que no será necesario incluir una memoria explicativa.

Los caudales a ser solicitados serán presentados en la unidad m³/año, y el valor será el volumen máximo que pueda embalsar un determinado microtranque o tranque de acumulación lateral; el caudal que será solicitado será consuntivo, permanente y continuo.

En conjunto con la CNR, se ha llegado a las siguientes consideraciones que se tomarán en cuenta cuando se hagan las solicitudes:

- a) En cada una de las 60 solicitudes, se colocará como dirección de cada solicitante la de la Seremía de Agricultura de la VI Región, calle Cuevas 480, Rancagua.
- b) Para efectos de los volúmenes a ser solicitados, se ha contemplado los siguientes criterios:
 - Para los microtranques que tienen menos de 10.000 m³ de volumen de acumulación físico, se solicitarán derechos equivalentes a 18.000 m³/año.
 - Para los microtranques que tienen más de 10.000 m³ de volumen de acumulación físico, se solicitarán derechos equivalentes a un 50% más del volumen físico cubicado (volumen inicial real).
- c) Respecto a los derechos de agua para los tranques laterales, se solicitarán derechos equivalentes al volumen del tranque lateral proyectado en m³/año.

En el Anexo 11.1-1 se incluye, para cada uno de los sitios, la solicitud, extracto y plano de ubicación.

De los 60 sitios seleccionados, 57 se localizan en la provincia del Cardenal Caro y 3 en la provincia de Colchagua. Debido a que en ninguna de esas 2 provincias existe una oficina de la DGA, el ingreso de los antecedentes se ha hecho en la Gobernación Provincial de Cardenal Caro o Colchagua, según corresponda.

Por otro lado, respecto a las publicaciones en los diarios, la guía del Anexo 11.1-2 dice textual:

Los extractos de las solicitudes se publicarán por una sola vez, dentro de un plazo de 30 días **hábiles**, contados desde la fecha de ingreso de la solicitud, en cada uno de los siguientes diarios:

- Diario Oficial, que sólo publica para estos efectos, los días 1 o 15 de cada mes o el primer día hábil inmediato si aquellos fuesen feriados. (Siempre dentro de 30 días **hábiles**, o sea no se puede en ningún caso publicar fuera de este plazo).
- Diario de Santiago, en forma destacada.
- Las presentaciones que no correspondan a la Región Metropolitana se publicarán además, en un Diario de la Provincia, y si no hubiere, en un diario de la Capital Regional correspondiente.

En los casos de análisis, algunos diarios donde sería factible publicar los extractos son los siguientes:

- a) Diario Oficial
- b) Diario de Santiago: La Nación, El Mostrador, La Tercera, El Mercurio, etc.
- c) Diario de la Provincia:
 - Diario El Marino.cl (Cardenal Caro y Colchagua)
 - Diario La Voz (Cardenal Caro)
 - La Voz de la Región (Cardenal Caro)
 - Diario Sustentable (Cardenal Caro)
 - Tribuna de Colchagua (Colchagua)
 - Diario VI Región (Colchagua)
 - Diario El Pulso

Con relación a las radioemisoras donde se debe difundir el extracto, la guía del Anexo 11.1-2 dice textual:

Adicionalmente, el extracto será difundido *al menos tres veces en alguna de las radioemisoras que figuren en el “Listado de Concesiones vigentes”, de la Subsecretaría de Telecomunicaciones del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, que tenga zona de servicio en el sector o los sectores que involucre el punto o los puntos de la respectiva solicitud, sólo en el caso que no hubiere una radioemisora con zona de servicio en el sector o sectores que involucre el punto o los puntos de la correspondiente petición, se deberá comunicar en una radioemisora con zona de servicio en la capital de la provincia o provincias respectivas de acuerdo con el listado referido, dentro de los 30 días hábiles siguientes al ingreso de la solicitud, los días 1 o 15 de cada mes, o al día siguiente hábil si aquellos fueren feriados (siempre dentro de 30 días hábiles, o sea no se puede en ningún caso publicar fuera de este plazo), en cualquier horario entre las ocho y las veinte horas, dejándose constancia de ello en el medio de comunicación respectivo, mediante un certificado de difusión.*

En el Anexo 11.1-3 se incluye el listado de radioemisoras de la VI Región.

Para efectos de aclarar dudas con relación a las solicitudes de derechos de aguas superficiales, se realizó una reunión con la Jefa de Expedientes de la DGA de la VI Región Sra. Dayanna Aravena; en el Anexo 11.1-4 se incluye la minuta de los temas y aclaraciones tratadas.

Con relación a los volúmenes de los tranques laterales, estos se calcularon tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Volumen calculado con el área disponible medida in situ para 3 m de profundidad
- Volumen calculado con el área disponible medida in situ para 4 m de profundidad
- Volumen necesario para la demanda agronómica. Esta información fue obtenida del estudio “Diagnóstico para Plan de Desarrollo Agrícola y Abastecimiento Hídrico en el Secano de la VI Región”, considerando la demanda bruta agronómica por comuna. Las hectáreas futuras que serán regadas por los beneficiarios se obtuvieron de las encuestas efectuadas.

En el Anexo 11.1-5 se incluye la información base que se utilizó en el cálculo de la demanda agrícola.

Así, el volumen de agua anual a solicitar está relacionado con la demanda agrícola y con el volumen real para tranques de profundidad 3 y 4 m.

En la siguiente tabla se incluye un resumen de los 60 sitios, incluyendo los volúmenes anuales que serán solicitados y el volumen relacionado con la disponibilidad hidrológica 85% probabilidad de excedencia anual. Además, en aquellos casos donde el volumen 85% es inferior al físico y/o solicitado, se ha incluido el volumen eventual calculado (10% probabilidad de excedencia anual). Todas las quebradas afluentes a los microtranques son “Discontinuas”.

Tabla 11.1-1 Microtranques

ID	NOMBRE PROPIETARIO	RUT	ROL	PROVINCIA	COMUNA	DIRECCIÓN	ESTERO/QUEBRADA	Coordenadas Área Inundación		Coordenadas Muro		Volumen	Volumen a	Volumen 85%	Volumen 10%
								NORTE (m)	ESTE (m)	NORTE (m)	ESTE (m)	Acumulación (m3)	Solicitar (m3)	Prob. Exced. (m3)	Prob. Exced. (m3)
Sitio 02	Sergio Ponce Rosales	7.957.766-9	38-3	Cardenal Caro	Litueche	Parcela Ranquilco	Quebrada Sin Nombre	6.224.876	251.331	6.224.983	251.498	23.155	35.000	33.176	242.386
Sitio 03	Segismundo Soto Mein	10.998.925-8	30-4	Cardenal Caro	Litueche	Caserío Talca S/N	Quebrada La Palma	6.222.563	251.625	6.222.562	251.545	18.000	18.000	23.651	
Sitio 05	Segismundo Soto Mein	10.998.925-8	44-2	Cardenal Caro	Litueche	Villa Manantiales S/N	Quebrada Sin Nombre	6.227.088	255.172	6.227.193	255.227	4.268	18.000	29.928	
Sitio 06	Rosa Mireya Prado Pino	4.960.663-k	39-22	Cardenal Caro	Litueche	Lote 13 Fundo Santa Rosa	Quebrada Sin Nombre	6.226.201	253.753	6.226.255	253.642	15.225	23.000	29.098	
Sitio 09	Lilian Marjorie Pérez Romero	16.686.129-2	60-41	Cardenal Caro	Navidad	Pupuya S/N	Quebrada Las Cañas	6.231.248	237.840	6.231.332	237.643	14.626	22.000	135.116	
Sitio 14	Ricardo Carlos Piraino Sepulveda	9.846.897-8	46-1	Cardenal Caro	Litueche	Cruce Las Damas, Fundo La Cueva	Estero El Ganso	6.211.844	248.884	6.211.739	248.734	15.069	23.000	36.257	
Sitio 16	Lilian Marjorie Pérez Romero	16.686.129-2	77-38	Cardenal Caro	Navidad	Tumán S/N	Quebrada Sin Nombre	6.226.204	232.812	6.226.186	232.682	16.159	25.000	42.085	
Sitio 17	José Joaquín Carreño Castro	3.710.377-2	76-389	Cardenal Caro	Navidad	El Manzano S/N	Quebrada Sin Nombre	6.223.693	232.884	6.223.692	232.803	2.419	18.000	33.666	
Sitio 22	Jorge Enrique Huerta Vidal	4.786.051-2		Cardenal Caro	Marchigüe	Pailimo S/N	Quebrada Sin Nombre	6.206.342	241.088	6.206.274	241.102	5.943	18.000	19.613	
Sitio 23	Luis Alejandro Vargas Silva	10.751.945-9		Cardenal Caro	Marchigüe	Pailimo S/N	Quebrada Sin Nombre	6.206.752	241.409	6.206.753	241.461	2.024	18.000	30.198	
Sitio 26	Eugenio Rafael Lizana Becerra	11.398.907-6	1106-12	Cardenal Caro	Pichilemu	Nuevo Reino S/N	Quebrada Sin Nombre	6.188.176	227.551	6.188.283	227.570	6.349	18.000	37.352	
Sitio 27	Eugenio Rafael Lizana Becerra	11.398.907-6		Cardenal Caro	Pichilemu	Nuevo Reino S/N	Quebrada Sin Nombre	6.185.356	226.629	6.185.405	226.619	3.420	18.000	5.492	33.799
Sitio 75	María Del Pilar Vidal Fuenzalida	5.334.480-1	41-57	Cardenal Caro	Paredones	La Ligua S/N	Quebrada Sin Nombre	6.166.964	225.336	6.166.994	225.369	1.513	18.000	4.538	27.926
Sitio 33	José Benedito Lizana Galaz	5.972.389-8		Cardenal Caro	Pichilemu	Nuevo Reino S/N	Quebrada Sin Nombre	6.188.105	226.773	6.188.169	226.796	1.705	18.000	4.392	27.030
Sitio 38	José Daniel Piña Pino	9.360.365-6		Cardenal Caro	Pichilemu	Rodeillo S/N	Quebrada Sin Nombre	6.176.629	230.575	6.176.568	230.581	3.612	18.000	15.947	98.139
Sitio 39	César Ignacio Marín González	16.064.856-2		Cardenal Caro	Pichilemu	Alto Ramírez S/N	Quebrada Sin Nombre	6.180.314	230.927	6.180.313	230.888	1.644	18.000	9.572	58.906
Sitio 40	César Ignacio Marín González	16.064.856-2		Cardenal Caro	Pichilemu	Alto Ramírez S/N	Quebrada Guanaco	6.179.877	231.135	6.179.835	231.076	3.362	18.000	31.596	
Sitio 41	César Ignacio Marín González	16.064.856-2		Cardenal Caro	Pichilemu	La Aguada S/N	Quebrada Sin Nombre	6.197.496	239.450	6.197.525	239.345	6.407	18.000	67.575	
Sitio 85	Nancy Uberlinda Barros Núñez	7.449.016-6		Colchagua	Lolol	Los Barros, Pangullí	Quebrada Sin Nombre	6.143.495	245.412	6.143.396	245.445	4.501	18.000	54.270	
Sitio 47	Gustavo José Muñoz Araya	2.787.146-1	27-98	Cardenal Caro	Paredones	Panilongo S/N	Quebrada Sin Nombre	6.159.258	231.754	6.159.307	231.828	3.981	18.000	11.408	70.209
Sitio 48	Gustavo José Muñoz Araya	2.787.146-1	61-15	Cardenal Caro	Paredones	Perazgo Panilongo S/N	Quebrada Sin Nombre	6.156.618	231.032	6.156.687	231.096	4.046	18.000	7.170	44.127
Sitio 51	Celín Antonio Pardo Valenzuela	10.308.846-1	60-248	Cardenal Caro	Paredones	El Peral S/N	Quebrada Sin Nombre	6.153.108	229.176	6.153.057	229.184	1.590	18.000	22.409	
Sitio 52	Manuel Arsenio Fariñas Saldaña	6.378.900-3	28-30	Cardenal Caro	Paredones	El Cardal S/N	Quebrada Sin Nombre	6.156.031	228.267	6.156.079	228.142	5.068	18.000	13.020	80.127
Sitio 53	Manuel Arsenio Fariñas Saldaña	6.378.900-3	28-29	Cardenal Caro	Paredones	El Cardal S/N, Hijuelas N°21	Q. de La Barranca del Diablo	6.155.919	229.100	6.155.967	229.037	2.090	18.000	9.085	55.913
Sitio 54	Sergio Enrique Pardo Valenzuela	9.738.099-6	61-101	Cardenal Caro	Paredones	El Peral S/N	Quebrada Sin Nombre	6.153.589	229.180	6.153.532	229.206	3.763	18.000	6.263	38.543
Sitio 55	Bernardita Rosa Venegas González	8.655.960-9	C-78-2018	Cardenal Caro	Paredones	El Peral S/N	Quebrada Sin Nombre	6.151.623	229.009	6.151.598	228.958	1.664	18.000	2.897	17.828
Sitio 56	Miriam Ester Fernández Muñoz	7.390.833-7	60-249	Cardenal Caro	Paredones	El Peral S/N	Quebrada Sin Nombre	6.150.862	230.032	6.150.919	230.091	4.302	18.000	22.400	
Sitio 59	Luis Fernando Rojas Vives	7.836.886-1	54-31	Cardenal Caro	Paredones	La Población S/N, Fundo Santa Ana	Quebrada Sin Nombre	6.155.889	235.071	6.155.866	231.158	3.752	18.000	5.627	34.630
Sitio 61	Felicitación Jesús López Machuca	8.241.214-k	54-51	Cardenal Caro	Paredones	La Población S/N	Quebrada de Santiago	6.153.328	234.168	6.153.353	234.258	5.441	18.000	14.489	89.168
Sitio 62	Rosa Lindoriza Muñoz Canales	7.264.566-9	58-31; 58-37	Cardenal Caro	Paredones	Cutemu S/N	Quebrada Sin Nombre	6.148.354	236.506	6.148.240	236.489	8.056	18.000	3.072	18.904
Sitio 63	Oswaldo Antonio Barros Cáceres	7.249.069-k	58-31; 58-37	Cardenal Caro	Paredones	Cutemu S/N	Quebrada Sin Nombre	6.148.680	236.601	6.148.646	236.543	2.863	18.000	3.587	22.077
Sitio 66	Adriano Díaz Escandon	3.075.101-9	56-4	Cardenal Caro	Paredones	San Pedro Alcántara S/N	Quebrada Sin Nombre	6.149.846	240.596	6.149.658	240.676	15.016	23.000	56.355	
Sitio 68	Domingo Ignacio Reyes Fredes	7.455.969-7	52-509	Cardenal Caro	Paredones	El Quillay S/N	Quebrada Sin Nombre	6.170.356	228.615	6.170.498	228.608	7.695	18.000	51.623	
Sitio 69	María Lila Galarce Marambio	3.701.677-2	51-99	Cardenal Caro	Paredones	Quelelema S/N	Quebrada Sin Nombre	6.169.211	232.478	6.169.199	232.401	6.780	18.000	21.592	
Sitio 70	Gustavo Humberto Valenzuela Leiva	5.146.501-6	52-199	Cardenal Caro	Paredones	El Quillay S/N	Quebrada Sin Nombre	6.169.258	228.051	6.169.319	228.045	3.093	18.000	21.467	
Sitio 76	Ricardo Antonio Pérez Piña	7.226.118-6		Cardenal Caro	Paredones	El Quillay S/N	Quebrada Sin Nombre	6.170.263	228.205	6.170.338	228.126	5.114	18.000	6.755	41.569
Sitio 77	Claudia Elisa Mayor Duarte	12.724.039-6	42-88	Cardenal Caro	Paredones	La Ligua S/N	Quebrada Sin Nombre	6.167.956	224.953	6.168.056	225.025	2.298	18.000	113.621	
Sitio 78	Luis Iván Maldonado Muñoz	9.985.304-2	27-164	Cardenal Caro	Paredones	La Población S/N	Quebrada Sin Nombre	6.157.868	234.920	6.157.928	234.996	7.579	18.000	9.061	55.762
Sitio 79	Pedro José Labarca Ahumada	9.718.782-7	52-210	Cardenal Caro	Paredones	El Quillay S/N	Quebrada Sin Nombre	6.169.973	229.704	6.170.057	229.778	7.208	18.000	34.373	
Sitio 81	Tulio del Carmen Osorio Cornejo	5.701.981-6	45-28	Cardenal Caro	Litueche	El Cajón S/N	Quebrada Sin Nombre	6.214.125	249.351	6.214.145	249.448	4.734	18.000	25.067	
Sitio 82	Sergio Orlando González Videla	8.158.086-3		Cardenal Caro	Litueche	El Cajón S/N	Quebrada Sin Nombre	6.213.078	250.150	6.213.032	250.129	3.181	18.000	10.440	74.713
Sitio 84	Pedro Nolasco Zuñiga Parraguez	6.121.358-9	55-122	Colchagua	Pumanque	Hacienda Pumanque	Quebrada Sin Nombre	6.164.501	250.716	6.164.648	250.654	5.953	18.000	7.064	39.733
Sitio 86	Leocolda del Carmen Osorio	4.845.825-4		Cardenal Caro	La Estrella	El Cajón S/N	Quebrada Sin Nombre	6.213.237	251.228	6.213.313	251.219	3.901	18.000	4.178	30.523
Sitio 87	Julio Hernán Cáceres Osorio	5.992.376-5		Cardenal Caro	Litueche	El Cajón S/N	Quebrada Sin Nombre	6.214.003	251.202	6.213.894	251.214	5.014	18.000	24.023	
Sitio 90	Hugo Fernando Huerta Vidal	4.498.205-6		Cardenal Caro	Marchigüe	Las Minas S/N	Quebrada Sin Nombre	6.204.616	242.856	6.204.720	242.964	5.768	18.000	97.850	
Sitio 91	Esequiel Huerta Vargas	14.013.588-7	134-170	Cardenal Caro	Marchigüe	Lote 41, Pailimo	Quebrada Sin Nombre	6.204.177	242.352	6.204.225	242.416	2.684	18.000	10.440	74.713
Sitio 92	Esequiel Huerta Vargas	14.013.588-7	134-271	Cardenal Caro	Marchigüe	Pailimo S/N	Quebrada Sin Nombre	6.207.908	240.433	6.207.886	240.298	11.290	18.000	94.561	
Sitio 93	Ignacio Gómez Bernaldes	7.777.442-4		Cardenal Caro	Paredones	Hijuelas El Canelo	Quebrada Sin Nombre	6.165.456	228.083	6.165.290	228.027	30.946	47.000	111.912	
	Volumen 85% probabilidad de excedencia es menor a volumen físico y/o solicitado														

Tabla 11.1-2 Tranques con alimentación lateral

ID	NOMBRE PROPIETARIO	RUT	ROL	PROVINCIA	COMUNA	DIRECCIÓN	ESTERO/QUEBRADA	Volumen Prof. 3 m (m3)	Volumen Prof. 4 m (m3)	Volumen a Solicitar (m3/año)	Volumen Necesario Agronomía (m3/año)	Diseño con (m3)
Sitio 20	Hugo Cabezas Pérez	6.354.623-2	47-121	Cardenal Caro	La Estrella	Pailimo S/N	Estero Sin Nombre	28.800	38.400	50.000	63.210	38.400
Sitio 31	Renato Jaramillo	4.330.061-k	1132-48	Cardenal Caro	Pichilemu	Lote 3 Fundo Mónaco, Panilonco	Estero Sin Nombre	19.500	26.000	40.000	39.849	26.000
Sitio 42	Miguel Ángel Meléndez Cornejo	14.261.535-5	1245-89	Cardenal Caro	Pichilemu	La Palmilla, Hijuelas 1	Estero Sin Nombre	11.700	15.600	34.000	33.208	15.600
Sitio 45	José Santos Durán Pino	12.008.245-0		Cardenal Caro	La Estrella	Pailimo Lote 51	Quebrada Sin Nombre	50.000	66.667	40.000	37.926	40.000
Sitio 57	Mauricio Antonio González Araya	10.419.306-4	27-137	Cardenal Caro	Paredones	La Población S/N, Lote 1	Quebrada Sin Nombre	18.287	24.383	24.000	23.112	24.000
Sitio 60	Juan Fernando Parraguez Pavez	5.916.094-k	54-00	Cardenal Caro	Paredones	La Población S/N	Quebrada de Santiago	18.900	25.200	40.000	40.446	25.200
Sitio 71	Rosa Pérez Piña y Gustavo H. Valenzuela Leiva	12.032.335-0	52-246	Cardenal Caro	Paredones	El Quillay S/N	Quebrada Los Quilos	23.400	31.200	32.000	28.890	32.000
Sitio 83	Ana María Galaz	10.722.611-7	83-15	Colchagua	Pumanque	La ex Hacienda S/N	Quebrada Sin Nombre	22.950	30.600	23.000	21.042	23.000
Sitio 88	Orlando del Carmen Cabezas Perez	5.514.768-k	47-150	Cardenal Caro	Marchigüe	Pailimo S/N	Estero Pailimo	27.000	36.000	36.000	74.590	36.000
Sitio 50	Eduardo Esteban Moore Rodríguez	7.006.881-8	50-06	Cardenal Caro	Paredones	Querelema S/N	Estero El Calvario	10.500	14.000	14.000	57.780	14.000
Sitio 08	Aquiles Hernán Pérez Romero	11.184.113-6	67-33	Cardenal Caro	Navidad	Punta Alta S/N	Estero Pupuya	19.200	25.600	31.000	30.740	25.600
Sitio 07	Aquiles Hernán Pérez Romero	11.184.113-6	67-79	Cardenal Caro	Navidad	Pupuya S/N	Estero Pupuya	12.000	16.000	21.000	30.740	16.000

11.2. **Sobre derechos de Aguas Superficiales y Pago de Patente por no Uso del Derecho**

Es importante destacar que para la solicitud de derechos de aguas superficiales de uso consuntivo se deberá considerar lo señalado en los artículos 129 bis 5 y bis 6. Estos artículos se refieren al pago de patentes por no uso del derecho de agua, a saber:

Artículo 129 bis 5

Los derechos de aprovechamiento **consuntivos de ejercicio permanente**, respecto de los cuales su titular no haya construido las obras señaladas en el inciso primero del artículo 129 bis 9, estarán afectos, en la proporción no utilizada de sus respectivos caudales medios, al pago de una patente anual a beneficio fiscal.

La patente a que se refiere este artículo se registrará por las siguientes normas:

a) En los primeros cinco años, los derechos de ejercicio permanente, cuyas aguas pertenezcan a cuencas hidrográficas situadas en las Regiones Primera a Metropolitana, ambas inclusive, pagarán una patente anual cuyo monto será equivalente a 1,6 unidades tributarias mensuales, por cada litro por segundo.

Respecto de los derechos de aprovechamiento cuyas aguas pertenezcan a cuencas hidrográficas situadas en las Regiones Sexta a Novena, ambas inclusive, la patente será equivalente a 0,2 unidades tributarias mensuales, por cada litro por segundo, y para las situadas en las Regiones Décima, Undécima y Duodécima, ascenderá a 0,1 unidad tributaria mensual por cada litro por segundo.

b) Entre los años sexto y décimo inclusive, la patente calculada de conformidad con la letra anterior se multiplicará por el factor 2, y

c) Desde el año undécimo en adelante, se multiplicará por el factor 4.

Para los efectos de la contabilización de los plazos de no utilización de las aguas, éstos comenzarán a regir a contar del 1 de enero del año siguiente al de la fecha de publicación de esta ley. En el caso de derechos de aprovechamiento que se constituyan o reconozcan con posterioridad a tal fecha, los plazos se computarán desde la fecha de su constitución o reconocimiento.

Estarán exentos del pago de patente aquellos derechos de aprovechamiento cuyos volúmenes medios por unidad de tiempo, expresados en el acto de constitución original, sean inferiores a 10 litros por segundo, en las Regiones Primera a Metropolitana, ambas inclusive, y a 50 litros por segundo en el resto de las Regiones.

Artículo 129 bis 6

Los derechos de aprovechamiento de **ejercicio eventual**, que no sean utilizados total o parcialmente, pagarán un tercio del valor de la patente asignada a los derechos de ejercicio permanente.

Estarán exentos del pago de patente aquellos derechos de aprovechamiento no consuntivos de ejercicio eventual cuyos volúmenes medios por unidad de tiempo, expresados en el acto de constitución original, sean inferiores a 300 litros por segundo, en las Regiones Primera a Metropolitana, ambas inclusive, y a 1.500 litros por segundo en el resto de las Regiones.

También estarán exentos del pago de patente aquellos derechos de aprovechamiento **consuntivos de ejercicio eventual** cuyos volúmenes medios por unidad de tiempo, expresados en el acto de constitución original, sean inferiores a 30 litros por segundo, en las Regiones Primera a Metropolitana, ambas inclusive, y a 150 litros por segundo en el resto de las Regiones.

Finalmente, estarán exentos del pago de patente aquellos derechos de aprovechamiento de ejercicio eventual, cualquiera sea su caudal, que sean de propiedad fiscal.

Tal cual se ha señalado, los derechos con caudales de ejercicio permanente menores a 50 l/s, están exentos de pago de patente.

Claramente los derechos de aguas superficiales que se solicitarán para cada uno de los proyectos serán menores a 50 l/s, razón por la cual, en caso de que no se construya el micro tranque, no tendrían que pagar patente por no uso.

11.3. Análisis del Artículo 151 del Código de Aguas Relacionado con los Permisos de Construcción de Bocatomas (caso Tranques con Alimentación Lateral)

El artículo 151 dice textual:

ARTICULO 151°- Toda solicitud de construcción, modificación, cambio y unificación de bocatomas, deberá expresar, además de la individualización del peticionario, la ubicación precisa de las obras de captación en relación a puntos de referencia conocidos, la manera de extraer el agua **y los títulos que justifiquen el dominio de los derechos de aprovechamiento que se captarán con las obras que se pretende ejecutar**. El interesado podrá ingresar a un predio ajeno en la forma prevista en el artículo 107°, para efectuar los estudios de terreno necesarios para la elaboración del proyecto de obras.

En el Anexo 11.3-1 se incluye la denominada “Guías Metodológicas para Presentación y Revisión Técnica de Proyectos de Bocatomas”, DGA, Diciembre 2016. Esta guía se enmarcan dentro del contexto del Código de Aguas y otras regulaciones pertinentes vinculadas al tema de aguas, en

lo que se refiere a las autorizaciones de obras, en particular aquellas que comprenden el Artículo 171 del Código de Aguas (Modificación de Cauces Naturales y Artificiales), y el Artículo 151 del Código de Aguas (Proyectos de Construcción, Modificación, Cambio y Unificación de Bocatomas), por lo que conforman una actualización, complementación e incorporación de requerimientos técnicos y administrativos claros y precisos, con el objeto de optimizar la gestión de la Dirección General de Aguas frente a la creciente demanda de estas solicitudes, dentro de un escenario de un uso del recurso más intensivo y competitivo.

De acuerdo con lo señalado precedentemente, para presentar una solicitud de construcción de bocatoma, solicitud que deberá ser presentada por el beneficiario, se debe contar con los derechos de aguas superficiales constituidas.

Lo señalado forma parte de un problema, toda vez que para postular al beneficio de la Ley 18.450 para la construcción, debe haber ingresado el permiso de construcción de bocatoma a la DGA, y para ello, el beneficiario debe tener los derechos de aguas superficiales constituidos, proceso que demora entre 1 y 3 años, aproximadamente.

Por otro lado, en la circular 01 del 16 de Enero de 2017 (ver Anexo 11.3-2), en su punto N° 3 se señala textual:

- 3.** Respecto de las obras favorecidas con bonos de la Ley N° 18.450, sobre Fomento a la Inversión Privada en Obras Menores de Riego y Drenaje, al igual que aquellas obras que hayan sido beneficiadas con créditos y/o incentivos de financiamiento por el Instituto de Desarrollo Agropecuario y, que consistan en la construcción, modificación, cambio y/o unificación de bocatomas, requerirán someterse al permiso sectorial regulado en los artículos 151 y siguientes del Código de Aguas. Sin perjuicio de ello, no se someterán a este permiso las obras transitorias que permitan captar aguas desde cauces naturales para el ejercicio de un derecho de aprovechamiento, tales como las denominadas "patas de cabras".

De acuerdo con lo señalado, en el presente estudio, todas las bocatomas de los 12 tranques con alimentación lateral, serán diseñadas con obras transitorias tales como las denominadas "Patatas de Cabra".

11.4. Ingreso de Solicitudes de Derechos de Aguas Superficiales a las Gobernaciones de Colchagua y Cardenal Caro

El día Jueves 13 de Junio de 2019 se hizo ingreso a la Gobernación de Colchagua con sede en San Fernando y Gobernación de Cardenal Caro con sede Pichilemu, la solicitud firmada por el solicitante, plano de ubicación del punto donde se solicita el derecho de agua superficial, fotocopia del carnet de identidad del solicitante y el extracto de la solicitud a publicar.

Tal cual fuera antes señalado, el ingreso se hizo en las gobernaciones debido a que en las Provincias de Cardenal Caro y Colchagua no hay oficina de la DGA Regional.

En el Anexo 11.4-1 se incluyen copias de las solicitudes y extractos timbrados por la Gobernación de Colchagua (3 solicitudes y extractos) y por la Gobernación de Cardenal Caro (57 solicitudes).

A su vez, el Sábado 15 de Junio de 2019 se hicieron las publicaciones y radiodifusiones en:

- a) Diario Oficial (Stgo., 60 publicaciones)
- b) Diario La Nación (Stgo., 60 publicaciones)
- c) Diario La Voz de la Región (Provincia del Cardenal Caro, 57 publicaciones)
- d) Diario VI Región (Provincia Colchagua, 3 publicaciones)
- e) Radio Entreolas (Provincia Cardenal Caro, 57 publicaciones)
- f) Radio Alegría (Provincia de Colchagua, 3 radiodifusiones)

De acuerdo con la Guía para la Presentación de Solicitudes de Derechos de Aprovechamiento de Aguas Superficiales, hay un plazo de 15 días desde la última publicación para hacer el ingreso de estos documentos a las gobernaciones respectivas.

11.5. Seguimiento de las Solicitudes de los Derechos de Agua

A la fecha de cierre del estudio, no hay noticias de oposiciones. En el Anexo 11.5-1 se incluyen todos los documentos de publicaciones y radiodifusiones efectuadas.

Es importante destacar que hubo 4 solicitudes (sitios 56, 59, 78 y 82) que se ingresaron con errores en las coordenadas, por lo cual hubo que ingresar un desistimiento para esas 4 solicitudes, para luego hacer el reingreso a la gobernación con sus respectivas publicaciones y radiodifusiones. Estos antecedentes se incluyen en el Anexo 11.5-2.

En el Anexo 11.5-3 se muestra el estado actual de las solicitudes.

11.6. Antecedentes Administrativos

Se han recopilado los siguientes antecedentes administrativos para cada sitio:

- a) Certificado que acredite la calidad de pequeño agricultor agrícola, emitido por Indap. En el Anexo 11.6-1 se incluye la respuesta entregada por Indap, frente a la consulta efectuada a través de Chile Transparente.
- b) Fotocopia del Rut del beneficiario: en el Anexo 11.6-2 se incluyen las copias del carnet de identidad de cada uno de los beneficiarios.
- c) Certificado de Avalúo del SII con clasificación del uso del suelo de los predios beneficiados: en el Anexo 11.6-3 se incluyen los certificados de avalúo.

12. CARACTERIZACIÓN AGROPECUARIA DE LOS SITIOS

12.1. Identificación Área de riego Predial

Con el objetivo de identificar y caracterizar el área de riego predial, se utilizó la siguiente metodología:

- Identificación de puntos de ubicación de los microtrancos: Con esta información en formato Kmz se procedió a ubicar las posibles zonas de riego en Google Earth.
- Se verificaron las propiedades beneficiadas utilizando información georreferenciada de propiedades obtenidas de Ciren.
- En Google Earth se procedió a identificar los suelos adyacentes en donde podría desarrollarse el riego. Para lo anterior se utilizó información georreferenciada de suelos obtenida de Ciren.
- En terreno se contactó con los propietarios o representantes de éstos y se solicitó permiso para ingresar a los predios. En esta ocasión se consultó a los interesados por el área puntual dentro de las propiedades en donde están interesados en implementar el riego.
- Se efectuaron uno más barrenos en los suelos seleccionados y se comparó los perfiles modales descritos en los informes disponibles versus lo visualizado en terreno. Al respecto, en terreno se obtuvo información de profundidad, textura, estructura del suelo, posible presencia de estratas impermeables, presencia de napa freática, pendiente, moteados y pedregosidad, entre otros parámetros. Además, se verificó la salinidad de los suelos con aplicación de ácido muriático.

Los barrenos fueron efectuados mediante barreno agrológico y barreno ahoyador Maoker 52 CC de tres brocas. En las siguientes figuras se presentan estos instrumentos:

Figura 12.1-1 Barreno Agrológico



Figura 12.1-2 Barreno ahoyador Maoker



En base a la información de suelos y lo determinado en terreno para aquellas áreas seleccionadas para proyectos de riego, se procedió a proponer aquellos cultivos que presenten

mayor adaptabilidad, definiendo el sistema de riego que mejor se adapte a las condiciones y características de los suelos y aquellas labores de manejo que por condiciones de suelo se ameriten de poner en práctica. Entre otras se pueden mencionar las siguientes:

- Alta pendiente: uso de riego tecnificado y de camellones
- Presencia de napas freáticas altas: uso de camellones
- Suelos delgados: uso de camellones
- Suelos arcillosos con estructura columnar o prismática: subsolado, elaboración de drenes, riego tecnificado
- Suelos arenosos: riego tecnificado

Con relación al clima, se identificó el distrito agroclimático en que se encuentra cada área de riego en función de la información agroclimática presentada en el capítulo 5 del presente estudio. Dichos distritos fueron transformados en Kmz de modo de poder identificar en forma precisa cada distrito. Según lo anterior, cada sector fue asociado a un distrito climático específico, con el objeto de poder determinar que cultivos se adaptan a dicha zona.

Cabe señalar que las series de suelos y sus variaciones identificadas en cada uno de los 60 puntos de riego se presenta en el Anexo 12-1 adjunto a este informe.

Para cada uno de los sesenta sitios, se presenta una ficha en donde se han caracterizado los suelos, clima y su potencialidad.

Adicionalmente, se muestra en forma gráfica la ubicación de los muros de los microtranques y las áreas en donde se podría implementar el riego, junto con fotografías de las áreas específicas y en algunos casos se acompaña una fotografía con los barrenos efectuados; las fichas se incluyen en el Anexo 12-2.

13. DEFINICIÓN DEL EJE DE LA PRESA Y CÁLCULO DE ESTABILIDAD

13.1. Definición del Eje de la Presa

En función de los antecedentes de los materiales de fundación exploradas a través de los estudios de mecánica de suelos, de la disponibilidad de recursos hídricos superficiales afluentes, del análisis de crecidas efectuado, y de los levantamientos topográficos de cada sitio, se ha definido la posición del eje del muro de la presa, en función de los siguientes objetivos específicos:

- a) Optimización de la relación Agua/Muro
- b) Máxima capacidad de almacenamiento
- c) Cercanía con los sectores de riego a abastecer
- d) Presencia de zona adecuada para el control de la crecida de diseño
- e) Minimizar el volumen de excavación y de relleno
- f) Altura del muro inferior a 5 m
- g) Volumen de almacenamiento menor a 50.000 m³
- h) Que el área de inundación no afecte a terceros

13.2. Estudio de Estabilidad

13.2.1. Metodología de Trabajo

El análisis de estabilidad fue llevado a cabo mediante métodos de equilibrio límite, los que permiten asociar un factor de seguridad a una potencial superficie de deslizamiento con una geometría definida. El factor de seguridad dependerá de la geometría de la potencial superficie de deslizamiento, de los parámetros resistentes de los materiales involucrados y de las condiciones particulares que presenta la situación analizada.

Los cálculos fueron desarrollados mediante el software GeoStudio, que permite determinar los factores de seguridad asociados a un gran número de potenciales superficies de deslizamiento. La evaluación de la estabilidad de los taludes se realiza mediante un factor de seguridad, el cual se calcula en forma determinística para una potencial superficie de deslizamiento dada.

Los factores de seguridad a reportar serán calculados mediante el método de Morgenstern Price, el cual se basa en un análisis que considera el equilibrio de fuerzas y momentos.

13.2.2. Secciones de Análisis

La sección definida para la ejecución del análisis de estabilidad para el caso de los microtranques considera la sección central del muro (mayor altura) con los taludes correspondientes, diferenciando según lo siguiente:

- Tipo-A con talud aguas arriba de 2,5:1,0 (H:V) y aguas abajo 2,0:1,0 (H:V)
- Tipo-B con taludes aguas arriba y aguas abajo de 2,5:1,0 (H:V).

Los taludes tipo A son los que se recomiendan en el Manual de Obras Menores de la CNR; los tipo B se han especificado en caso de que el talud tipo A no cumpla con el factor de estabilidad definido. En el caso de los tranques de alimentación lateral se considera la sección tipo con la profundidad de excavación de 3.0 m y taludes de 2,5:1,0 (H:V) en ambos taludes del pretil perimetral.

Figura 13.2-1 Sección de Análisis para Microtranque Tipo A

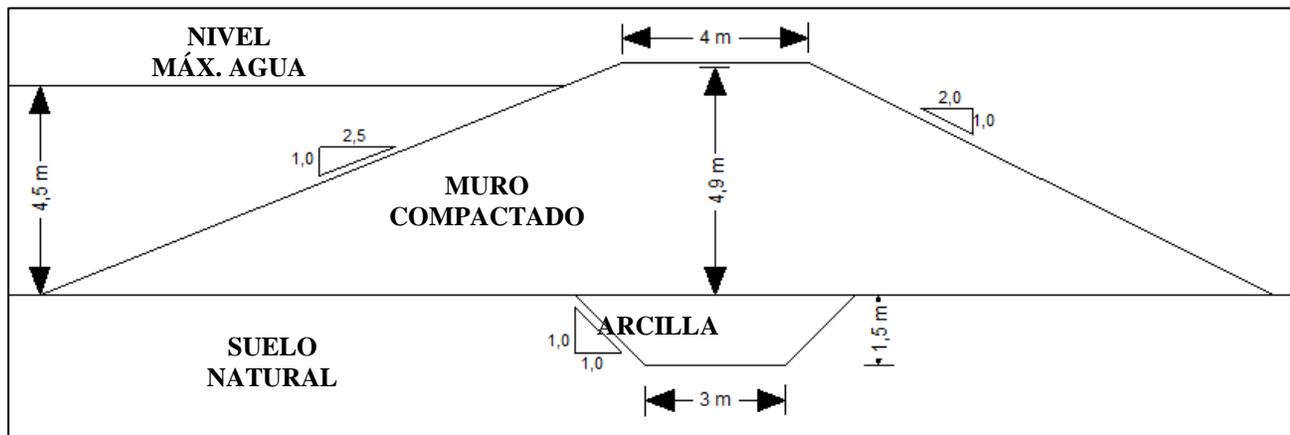


Figura 13.2-2 Sección de Análisis para Microtranque Tipo B

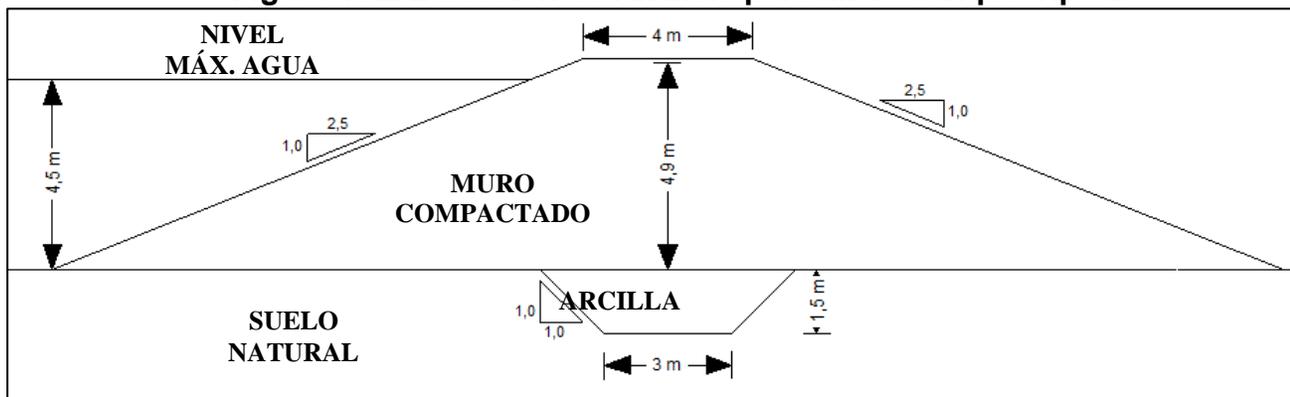
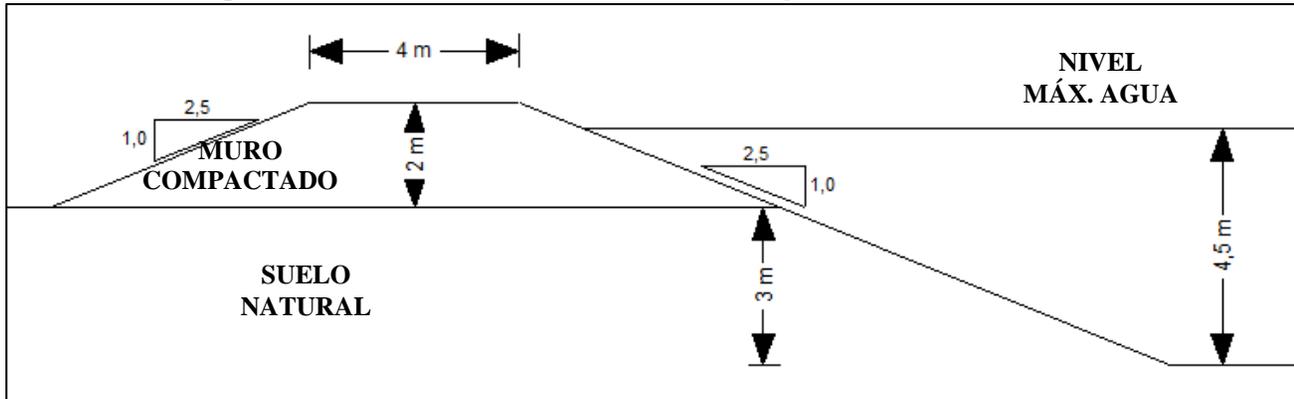


Figura 13.2-3 Sección de Análisis Tranque Alimentación Lateral



13.2.3. Parámetros Geotécnicos

La definición de los parámetros geotécnicos de los materiales involucrados se realizó en base a los resultados de la campaña geotécnica. Los parámetros resistentes adoptados para los tranques laterales y microtranques son los indicados en las siguientes 2 tablas.

Tabla 13.2-1 Parámetros resistentes - Tranques alimentación lateral

Sitio		S07-C1		S08-C1		S20-C1		S31-C1		S42-C1	
Sector		Suelo	Material Muro								
Densidad natural	(g/cm ³)	1,3	2,0	1,6	1,9	1,7	2,0	1,7	2,0	1,7	2,2
Densidad saturada	(g/cm ³)	1,7	2,1	1,7	2,0	2,0	2,2	2,0	2,1	2,0	2,2
Cohesión	(kg/cm ²)	0	0	0,1	0,1	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Ángulo de fricción	(°)	28	35	25	23	32	32	32	32	30	30
Clasificación USCS		ML		CL		SM		SM-SC		SC	
Sitio		S45-C1		S50-C1		S57-C1		S60-C1		S71-C1	
Sector		Suelo	Material Muro								
Densidad natural	(g/cm ³)	1,9	2,0	1,5	2,1	1,8	2,1	1,5	2,1	1,6	2,0
Densidad saturada	(g/cm ³)	2,1	2,1	1,9	2,2	2,1	2,1	1,9	2,2	1,9	2,1
Cohesión	(kg/cm ²)	0,01	0,1	0	0,01	0	0,01	0	0	0,01	0,01
Angulo de fricción	(°)	32	23	30	32	32	30	29	30	30	30
Clasificación USCS		SM-SC		SW-SM		SM		SM		SC	

Tabla 13.2-2 Parámetros resistentes - Tranques alimentación lateral (cont.)

Sitio		S83-C1		S88-C1		--		--		--	
Sector		Suelo	Material Muro	Suelo	Material Muro	Suelo	Material Muro	Suelo	Material Muro	Suelo	Material Muro
Densidad natural	(g/cm ³)	2,0	2,1	1,8	1,7	--	--	--	--	--	--
Densidad saturada	(g/cm ³)	2,1	2,2	2,1	2,0	--	--	--	--	--	--
Cohesión	(kg/cm ²)	0,01	0,01	0	0	--	--	--	--	--	--
Ángulo de fricción	(°)	32	32	28	30	--	--	--	--	--	--
Clasificación USCS		SM-SC		SW-SM							

Tabla 13.2-3 Parámetros resistentes – Microtranques

Sitio		S02		S03		S05		S06		S09	
Sector		Suelo	Material Muro								
Densidad natural	(g/cm ³)	1,4	1,9	1,6	1,8	1,8	2,0	1,5	1,8	1,1	1,8
Densidad saturada	(g/cm ³)	1,8	2,0	1,8	1,9	2,1	2,2	1,8	1,9	1,7	2,0
Cohesión	(kg/cm ²)	0,05	0,1	0	0,1	0	0	0,1	0,1	0,05	0,1
Ángulo de fricción	(°)	23	23	30	20	32	35	20	23	20	23
Clasificación USCS		CL-ML		ML		GM		CL		CL	

Sitio		S14		S16		S17		S22		S23	
Sector		Suelo	Material Muro								
Densidad natural	(g/cm ³)	1,7	2,0	1,6	1,9	1,5	1,8	2,0	2,0	1,6	2,0
Densidad saturada	(g/cm ³)	2,0	2,1	1,7	1,9	1,7	1,8	2,1	2,1	1,9	2,1
Cohesión	(kg/cm ²)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0,01	0,05	0,01
Ángulo de fricción	(°)	25	23	20	23	23	32	32	32	23	30
Clasificación USCS		CL		CL		CL		GC		CL	

Sitio		S26		S27		S33		S38		S39	
Sector		Suelo	Material Muro								
Densidad natural	(g/cm ³)	1,2	2,0	1,3	2,0	1,8	2,1	1,7	2,1	1,5	1,9
Densidad saturada	(g/cm ³)	1,7	2,1	1,8	2,1	2,1	2,2	2,0	2,1	1,8	2,0
Cohesión	(kg/cm ²)	0	0	0,01	0,1	0,01	0,01	0	0,01	0,05	0,1
Ángulo de fricción	(°)	32	35	32	23	30	30	30	30	23	23
Clasificación USCS		SM		SM-SC		SC		ML		CL	

Tabla 13.2-4 Parámetros resistentes – Microtranques (cont.)

Sitio		S40		S41		S47		S48		S51	
Sector		Suelo	Material Muro								
Densidad natural	(g/cm ³)	1,5	2,0	1,4	2,1	1,7	2,1	1,7	2,0	1,9	2,0
Densidad saturada	(g/cm ³)	1,8	2,0	1,9	2,2	2,1	2,2	2,0	2,1	2,1	2,2
Cohesión	(kg/cm ²)	0	0,1	0,01	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0
Ángulo de fricción	(°)	30	23	35	35	30	30	30	30	32	30
Clasificación USCS		SM		SM-SC		SC		SC		SW-SM	

Sitio		S52		S53		S54		S55		S56	
Sector		Suelo	Material Muro								
Densidad natural	(g/cm ³)	2,2	2,0	1,8	1,9	1,4	2,1	2,0	2,1	2,0	2,1
Densidad saturada	(g/cm ³)	2,3	2,1	2,1	2,1	1,8	2,2	2,3	2,2	2,1	2,2
Cohesión	(kg/cm ²)	0,01	0,01	0,15	0,1	0	0,01	0	0,01	0,01	0,01
Ángulo de fricción	(°)	30	30	25	23	29	30	35	30	28	32
Clasificación USCS		SC		CL		SM		SM		SC	

Sitio		S59		S61		S62		S63		S66	
Sector		Suelo	Material Muro								
Densidad natural	(g/cm ³)	1,6	2,1	1,8	2,1	2,0	2,1	1,7	1,9	1,8	1,5
Densidad saturada	(g/cm ³)	1,9	2,2	2,0	2,2	2,0	2,2	1,9	2,1	2,1	1,9
Cohesión	(kg/cm ²)	0,01	0,01	0,01	0	0,01	0,01	0,01	0	0,01	0
Ángulo de fricción	(°)	29	30	28	35	32	32	28	35	30	30
Clasificación USCS		SM-SC		SC		SM-SC		SC		SC	

Sitio		S68		S69		S70		S75		S76	
Sector		Suelo	Material Muro								
Densidad natural	(g/cm ³)	1,6	2,1	1,8	2,0	1,8	2,1	1,6	2,0	1,8	2,1
Densidad saturada	(g/cm ³)	2,0	2,2	2,1	2,1	2,0	2,2	1,9	2,2	2,0	2,1
Cohesión	(kg/cm ²)	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0	0,01	0,01
Ángulo de fricción	(°)	29	30	32	30	28	32	32	35	28	30
Clasificación USCS		SM		SM-SC		SC		SM		SC	

Tabla 13.2-5 Parámetros resistentes – Microtranques (cont.)

Sitio		S77		S78		S79		S81		S82	
Sector		Suelo	Muro								
Densidad natural	(g/cm ³)	1,8	1,9	1,5	2,0	1,8	2,2	1,6	2,0	1,7	1,8
Densidad saturada	(g/cm ³)	2,1	2,1	1,9	2,1	2,1	2,2	1,9	2,1	2,0	2,0
Cohesión	(kg/cm ²)	0	0,1	0,01	0,05	0,01	0,01	0,05	0,1	0	0
Ángulo de fricción	(°)	30	23	28	23	32	30	20	23	35	35
Clasificación USCS		ML		SC		SM-SC		CL		SM	

Sitio		S84		S85		S86		S87		S90	
Sector		Suelo	Muro								
Densidad natural	(g/cm ³)	1,9	2,1	1,6	2,1	1,7	1,8	1,7	2,0	2,0	2,1
Densidad saturada	(g/cm ³)	2,1	2,2	1,9	2,2	1,9	2,0	1,9	2,0	2,1	2,2
Cohesión	(kg/cm ²)	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0	0	0,1	0,1	0
Ángulo de fricción	(°)	30	32	28	23	20	33	29	23	23	35
Clasificación USCS		SC		SC		CL		SM		CL	

Sitio		S91		S92		S93		--		--	
Sector		Suelo	Muro								
Densidad natural	(g/cm ³)	1,7	1,9	1,8	2,0	1,7	2,1	--	--	--	--
Densidad saturada	(g/cm ³)	1,9	2,0	2,1	2,1	1,9	2,2	--	--	--	--
Cohesión	(kg/cm ²)	0,01	0,01	0,01	0	0,03	0,01	--	--	--	--
Ángulo de fricción	(°)	30	30	28	33	20	30	--	--	--	--
Clasificación USCS		SC		SM-SC		CL					

13.2.4. Casos de Análisis

Para el análisis de estabilidad de los sitios correspondientes a microtranques se consideraron 2 casos:

- Presa vacía: Sin nivel de agua embalsada, los materiales se consideran en su condición natural y la superficie de falla en el talud aguas abajo.
- Presa llena: Nivel máximo de agua embalsada, los materiales se consideran en condición saturada (más desfavorable) y la superficie de falla en talud aguas abajo.

En el caso de los tranques de alimentación lateral los casos de análisis fueron:

- Tranque vacío: Sin nivel de agua embalsada, los materiales se consideran en su condición natural y la superficie de falla en el talud interior.
- Tranque lleno: Nivel máximo de agua embalsada, los materiales se consideran en condición saturada (más desfavorable) y la superficie de falla en talud externo.

➤ Criterios de Aceptabilidad

En base a la experiencia de Subgeo Ingeniería y a la práctica habitual de los análisis de estabilidad de taludes, se establecen los siguientes criterios de aceptabilidad para los casos de análisis:

Microtranques

Presa vacía: FS ≥ 1,40.
Presa llena: FS ≥ 1,40.

Tranques de alimentación lateral

Tranque vacío: FS ≥ 1,40.
Tranque lleno: FS ≥ 1,40.

Como referencia, dichos factores de seguridad coinciden con los descritos en el Decreto 50 referido al Art. 295 del código de aguas. No obstante, las obras del presente estudio están fuera de los alcances de aplicación de dicho decreto, ya que son obras menores a las de dicho artículo. Es decir, se está por el lado de la seguridad.

13.3. Resultados

A continuación, se presentan los resultados del análisis de estabilidad de los perfiles estudiados. Los resultados se presentan en términos de factores de seguridad mínimos asociados a las potenciales superficies de deslizamiento para las características de los materiales involucrados.

Tabla 13.3-1 Resultados Factores de Seguridad Estabilidad Muros Microtranques

Sitio	Perfil	FS análisis estático	
		Vacío	Lleno
S02	Tipo - A	1,8	1,8
S03	Tipo - A	1,7	1,7
S05	Tipo - A	1,4	1,4
S06	Tipo - A	2,0	1,9
S09	Tipo - A	1,6	1,6
S14	Tipo - A	2,0	2,0
S16	Tipo - A	1,9	1,9
S17	Tipo - B	1,6	1,6
S22	Tipo - A	1,5	1,5
S23	Tipo - A	1,4	1,4
S26	Tipo - A	1,4	1,4
S27	Tipo - A	1,8	1,8
S33	Tipo - A	1,4	1,4
S38	Tipo - A	1,4	1,4
S39	Tipo - A	1,8	1,8
S40	Tipo - A	1,7	1,7
S41	Tipo - A	1,4	1,4
S47	Tipo - A	1,4	1,4
S48	Tipo - A	1,4	1,4
S51	Tipo - B	1,5	1,5
S52	Tipo - A	1,4	1,4
S53	Tipo - A	2,1	2,0

Sitio	Perfil	FS análisis estático	
		Vacío	Lleno
S54	Tipo - A	1,4	1,4
S55	Tipo - A	1,4	1,4
S56	Tipo - A	1,5	1,5
S59	Tipo - A	1,4	1,4
S61	Tipo - A	1,4	1,4
S62	Tipo - A	1,5	1,5
S63	Tipo - A	1,4	1,4
S66	Tipo - B	1,5	1,5
S68	Tipo - A	1,4	1,4
S69	Tipo - A	1,4	1,4
S70	Tipo - A	1,5	1,5
S75	Tipo - A	1,4	1,4
S76	Tipo - A	1,4	1,4
S77	Tipo - A	1,8	1,7
S78	Tipo - A	1,5	1,5
S79	Tipo - A	1,4	1,4
S81	Tipo - A	1,6	1,6
S82	Tipo - A	1,4	1,4
S84	Tipo - A	1,5	1,5
S85	Tipo - A	1,4	1,4
S86	Tipo - B	1,7	1,6
S87	Tipo - A	1,7	1,7
S90	Tipo - A	1,4	1,4
S91	Tipo - A	1,4	1,4
S92	Tipo - B	1,7	1,6
S93	Tipo - A	1,4	1,4

Tabla 13.3-2 Resultados Factores de Seguridad - Tranques con Alimentación Lateral

Sitio	FS análisis estático	
	Vacío	Lleno
S07	1,4	1,8
S08	2,4	3,5
S20	1,6	2,0
S31	1,8	2,1
S42	1,7	1,9
S45	2,0	2,8
S50	1,5	1,9
S57	1,6	1,9
S60	1,4	1,5
S71	1,7	1,9
S83	1,8	2,1
S88	1,4	2,0

Las superficies de falla asociadas a los factores de seguridad mínimos se presentan a en el Anexo 13-1.

En base a los resultados obtenidos, se puede establecer que los muros de los microtranques y pretilas perimetrales de tranques de alimentación lateral presentan estabilidad frente a las sollicitaciones estáticas.

Hay que destacar que en el caso de los microtranques, en 5 de ellos el talud fue tipo B (2,5:1 H:V en ambos taludes), ya que el tipo A en esos microtranques el factor de seguridad fue menor a 1,4.

Con relación a los taludes de corte de las excavaciones que se harán en la cubeta del microtranque y en los bordes del mismo, se adoptó, para cada microtranque, el siguiente criterio:

- a) Se analizó el terreno encontrado por la calicata de empréstito.
- b) Se usó la siguiente tabla como primera aproximación de los taludes de corte.

TABLA DE ÁNGULOS DE INCLINACIÓN Y PENDIENTES DE LOS TALUDES								
Naturaleza del terreno	Excavaciones en terreno virgen o terraplenes homogéneos muy antiguos				Excavaciones en terreno removido recientemente o terraplenes recientes			
	TERRENOS				TERRENOS			
	Secos		Inmersos		Secos		Inmersos	
	Angulo con la horizontal	Pendiente	Angulo con la horizontal	Pendiente	Angulo con la horizontal	Pendiente	Angulo con la horizontal	Pendiente
ROCA DURA	80°	5/1	80°	5/1	-	-	-	-
ROCA BLANDA O FISURADA	55°	7/5	55°	7/5	-	-	-	-
RESTOS ROCOSOS, PEDREGOSOS, DERRIBOS	45°	1/1	40°	4/5	45°	1/1	40°	4/5
TIERRA FUERTE (MEZCLA DE ARENA Y ARCILLA) MEZCLADA CON PIEDRA Y TIERRA VEGETAL	45°	1/1	30°	3/5	35°	7/10	30°	3/5
GRAVA, ARENA GRUESA NO ARCILLOSA	35°	7/10	30°	3/5	35°	7/10	30°	3/5
ARENA FINA NO ARCILLOSA	30°	3/5	20°	1/3	30°	6/10	20°	1/3

Figura 13.3-1 Ángulos de Inclinação y Pendientes de los Taludes

Sistema USCS de Clasificación de Suelos

IDENTIFICACION EN EL CAMPO				SEÑALO DEL GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIOS DE CLASIFICACION EN EL LABORATORIO			
SUELOS DE GRANO GRUESO - MAS DE LA MITAD DEL MATERIAL ES RETENIDO POR EL TAMIZ # 200	APPLIA GAMA DE TAMAÑOS Y CANTIDADES APRECIABLES DE TODOS LOS TAMAÑOS INTERMEDIOS			GW	GRAVA BIEN GRADUADA, MEZCLA DE GRAVA Y ARENA CON POCOS FINOS O SIN ELLOS	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ MAYOR DE 4 ; $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ ENTRE 1 Y 3			
		PREDOMINIO DE UN TAMAÑO O UN TIPO DE TAMAÑO, CON AUSENCIA DE ALGUNOS TAMAÑOS INTERMEDIOS		GP	GRAVAS MAL GRADUADAS, HEZCLAS DE ARENA Y GRAVA CON POCOS FINOS O SIN ELLOS	NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS GW			
		FRACCION FINA NO PLASTICA (PARA LA IDENTIFICACION VER EL GRUPO ML, MAS ABAJO)		GM	GRAVAS LIMOSAS, HEZCLAS MAL GRADUADAS DE GRAVA, ARENA Y LIMO	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA "A" O I_p MENOR QUE 4			
		FINOS PLASTICOS (PARA IDENTIFICARLOS VER EL GRUPO CL MAS ABAJO)		GC	GRAVAS ARCILLOSAS, HEZCLAS MAL GRADUADAS DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA	LÍMITES DE ATTERBERG POR ENCIMA DE LA LINEA "A" O I_p MAYOR QUE 7			
ARENAS - MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA PASA POR EL TAMIZ # 4	APPLIA GAMA DE TAMAÑOS Y CANTIDADES APRECIABLES DE TODOS LOS TAMAÑOS INTERMEDIOS			SW	ARENAS BIEN GRADUADAS, ARENAS CON GRAVA, CON POCOS FINOS O SIN ELLOS	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$ MAYOR DE 6 ; $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ ENTRE 1 Y 3			
		PREDOMINIO DE UN TAMAÑO O UN TIPO DE TAMAÑO, CON AUSENCIA DE ALGUNOS TAMAÑOS INTERMEDIOS		SP	ARENAS MAL GRADUADAS, ARENAS CON GRAVA, CON POCOS FINOS O SIN ELLOS	NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS GRANULOMETRICOS DE LAS SW			
		FINOS NO PLASTICOS (PARA IDENTIFICACION VER EL GRUPO ML MAS ABAJO)		SM	ARENAS LIMOSAS, HEZCLAS DE ARENA Y LIMO MAL GRADUADAS	LÍMITES DE ATTERBERG POR DEBAJO DE LA LINEA "A" O I_p MENOR QUE 4			
		FINOS PLASTICOS (PARA IDENTIFICACION VER EL GRUPO CL MAS ABAJO)		SC	ARENAS ARCILLOSAS, HEZCLAS MAL GRADUADAS DE ARENAS O ARCILLAS	LÍMITES DE ATTERBERG POR ENCIMA DE LA LINEA "A" O I_p MAYOR QUE 7			
MÉTODOS DE IDENTIFICACION PARA LA FRACCION QUE PASA POR EL TAMIZ # 40									
SUELOS DE GRANO FINO - MAS DE LA MITAD DEL MATERIAL PASA POR EL TAMIZ # 200	LIMOS Y ARCILLAS CON LIMITE LIQUIDO MENOR DE 50	RESISTENCIA EN ESTADO SECO (A LA DESGREGACION)	DILATANCIA (REACCION A LA AGITACION)	TENACIDAD (CONSISTENCIA CERCA DEL LIMITE PLASTICO)	ML	LIMOS INORGANICOS Y ARENAS MUY FINAS, POLVO DE ROCA, ARENAS FINAS LIMOSAS O ARCILLAS CON LIGERA PLASTICIDAD	<p>LINEA A: $I_p = 0.73(WL - 20)$</p>		
		NULA A LIGERA	RAPIDA A LENTA	NULA				CL	ARCILLAS INORGANICAS DE PLASTICIDAD BAJA A MEDIA, ARCILLAS CON GRAVA, ARCILLAS ARENOSAS, ARCILLAS LIMOSAS, ARCILLAS MAGRAS
		MEDIA A ALTA	NULA A MUY LENTA	MEDIA				OL	LIMOS ORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS DE BAJA PLASTICIDAD
	LIMOS Y ARCILLAS CON LIMITE LIQUIDO MAYOR DE 50	LIGERA A MEDIA	LENTA	LIGERA	MH	LIMOS INORGANICOS, SUELOS LIMOSOS O ARENOSOS FINOS MICACEOS O CON DIATOMEAS, LIMOS ELASTICOS			
		LIGERA A MEDIA	LENTA A NULA	LIGERA A MEDIA	CH	ARCILLAS INORGANICAS DE PLASTICIDAD ELEVADA, ARCILLAS GRASAS			
		ALTA A MUY ALTA	NULA	ALTA	OH	ARCILLAS ORGANICAS DE PLASTICIDAD MEDIA A ALTA			
SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS	FACILMENTE IDENTIFICABLES POR SU COLOR, OLOR, SENSACION ESPONJOSA Y FRECUENTEMENTE POR SU TEXTURA FIBROSA			Pt	TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS				

Figura 13.3-2 Sistema USCS de Clasificación de Suelos

c) Se tomaron 2 ejemplos de tipos de suelos, a saber:

- Calicata C1 del sitio S70: suelo SC (arena arcillosa); ángulo de fricción= 28°; ángulo recomendado según tabla adjunta= 45°. Se adopta un talud de 1,5:1 (H:V), equivale a un ángulo de corte de 33,69° (medido desde la horizontal)
- Calicata C1 del sitio S7: suelo ML (limos y arenas muy finas); ángulo de fricción= 28°; ángulo recomendado según tabla adjunta= 30°. Se adopta un talud de 2:1 (H:V), equivale a un ángulo de corte de 26,57° (medido desde la horizontal)

Así, conservadoramente, de acuerdo con el tipo de terreno que encontrado en la calicata de empréstito, se adoptaron taludes 1,5:1 (H:V) o bien 2:1 (H:V).

14. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

14.1. Vertedero o Evacuador de Crecidas

14.1.1. Generalidades

El evacuador de crecidas generalmente está constituido por un vertedero y sus obras complementarias como son el canal de acceso, el rápido de descarga, el dissipador de energía al pie y el canal de entrega.

14.1.2. Criterios de Diseño

La principal referencia bibliográfica para diseñar la obra de aliviadero del embalse corresponde al manual técnico desarrollado por la UNITED STATES DEPARTMENT OF THE INTERIOR, BUREAU OF RECLAMATION: "DESIGN OF SMALL DAMS".

14.1.3. Vertedero

El cálculo del vertedero se determina con la siguiente ecuación:

$$Q = mlh\sqrt{2gh}$$

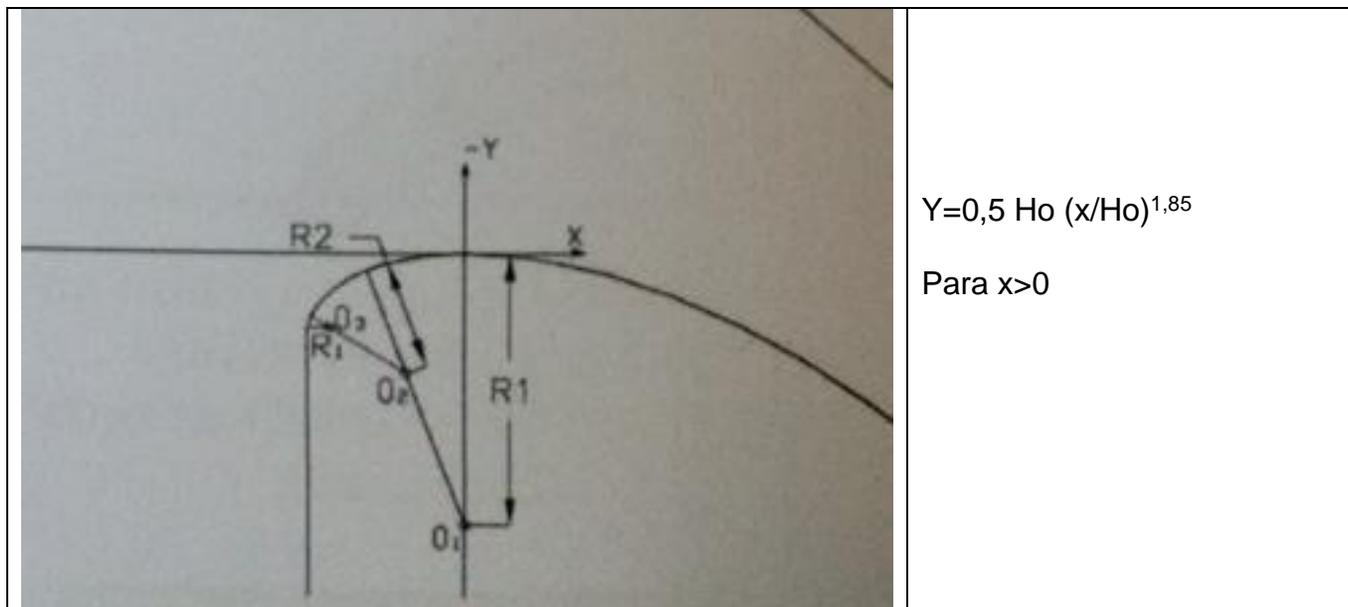
La fórmula descrita tendrá un resultado de altura de carga h sobre el umbral de vertedero para una longitud definida l y un coeficiente de gasto m .

Por otro lado, la cota de coronamiento del muro del embalse queda expresada como:

$$CC = CV (\text{cota umbral vertedero}) + h + h_{ola}$$

El vertedero se proyecta como un vertedero de cresta de Ogee, cuya expresión para cálculo se muestran en la siguiente figura:

Figura 14.1-1 Sección de Análisis Tranque Alimentación Lateral



$$Y = 0,5 H_o (x/H_o)^{1,85}$$

Para $x > 0$

Corrientemente se acepta que un vertedero Ogee puede admitir una carga mayor que la de diseño con lo cual se obtiene la ventaja de un vertedero más esbelto y con un mejor coeficiente de gasto. Según experiencias USACE (US Corps of engineer) puede admitirse el máximo valor de la carga:

$$H \text{ máx} = 4/3 H_d$$

El coeficiente de gasto del vertedero varía con la carga relativa $H/H_d = x$. Se tiene la siguiente ecuación para el coeficiente de gasto:

$$m = 2/3\sqrt{3} \cdot \left(1 + \frac{4x}{9+5x}\right)$$

14.1.4. Condiciones de Borde

La longitud del vertedero y revancha quedan definidos por las siguientes condiciones de borde:

- Longitud máxima de vertedero: 8m
- Revancha mínima (h+hola): 0,5m

h = altura vertedero

h ola= calculada con la fórmula de Creager:

$$h_{ola} = \frac{F^{0,37} V^{0,48}}{3,41}$$

hola: Altura de la ola en pie

V: Velocidad del viento en millas/hora (se obtuvo del explorador eólico <http://walker.dgf.uchile.cl/Explorador/Eolico2/>, 10 m/s; 36 km/hr)

F: Fetch en millas (distancia máxima entre el muro y el punto más alejado de la máxima cota de inundación)

En la siguiente tabla se incluyen los resultados de la altura de la ola para los 48 microtranques que serán diseñados.

Tabla 14.1-1 Cálculo Altura de la Ola

		Viento	Fetch	Fetch	h ola
	SITIO Nº	millas/hora	(m)	millas	m
1	51	22,37	68	0,0423	0,123
2	55	22,37	67	0,0416	0,123
3	75	22,37	64	0,0398	0,121
4	33	22,37	90	0,0559	0,137
5	39	22,37	44	0,0273	0,105
6	53	22,37	83	0,0516	0,133
7	23	22,37	56	0,0348	0,115
8	40	22,37	75	0,0466	0,128
9	82	22,37	52	0,0323	0,112
10	70	22,37	50	0,0311	0,110
11	63	22,37	70	0,0435	0,125
12	91	22,37	110	0,0684	0,147
13	17	22,37	125	0,0777	0,154
14	77	22,37	170	0,1057	0,173
15	27	22,37	60	0,0373	0,118
16	3	22,37	95	0,0590	0,139
17	38	22,37	60	0,0373	0,118
18	59	22,37	95	0,0590	0,139
19	54	22,37	65	0,0404	0,121
20	86	22,37	85	0,0528	0,134
21	47	22,37	120	0,0746	0,152
22	48	22,37	95	0,0590	0,139
23	5	22,37	120	0,0746	0,152
24	56	22,37	100	0,0622	0,142
25	85	22,37	110	0,0684	0,147
26	81	22,37	105	0,0653	0,145
27	87	22,37	110	0,0684	0,147

		Viento	Fetch	Fetch	h ola
	SITIO N°	millas/hora	(m)	millas	m
28	52	22,37	150	0,0932	0,165
29	76	22,37	95	0,0590	0,139
30	61	22,37	110	0,0684	0,147
31	90	22,37	150	0,0932	0,165
32	22	22,37	75	0,0466	0,128
33	84	22,37	160	0,0994	0,169
34	26	22,37	110	0,0684	0,147
35	41	22,37	110	0,0684	0,147
36	69	22,37	70	0,0435	0,125
37	79	22,37	120	0,0746	0,152
38	78	22,37	115	0,0715	0,150
39	68	22,37	140	0,0870	0,161
40	62	22,37	120	0,0746	0,152
41	9	22,37	230	0,1429	0,193
42	66	22,37	215	0,1336	0,189
43	14	22,37	215	0,1336	0,189
44	6	22,37	130	0,0808	0,157
45	16	22,37	110	0,0684	0,147
46	2	22,37	230	0,1429	0,193
47	93	22,37	190	0,1181	0,180
48	92	22,37	130	0,0808	0,157

14.1.5. Canal Colector

El canal colector, paralelo al umbral del vertedero, y que se comunica con el canal de descarga (rápido de descarga) debe ser de régimen tranquilo o de río; para garantizarlo, el tramo final del colector debe terminar en una sección de control (estrechamiento).

Los criterios para definir el canal colector se basan principalmente en cumplir las siguientes restricciones y definiciones:

- Pendiente canal colector: 0,01 (m/m)
- Talud canal trapecial: 0,5 (H/V)
- Coeficiente rugosidad: 0,018 (efecto de perturbación vertido en canal colector)
- Velocidad: 0,6 – 4,0 m/s
- En las Especificaciones Técnica para el diseño de canales de 1962, de la Dirección de Obras Hidráulicas del MOP, se establece que la altura de agua "h", deberá ser mayor que $0,6 \cdot \sqrt{A}$.
- También se debe cumplir para $m=0,5$, $b/h \leq 2,28$.

14.1.6. Revancha y Resguardo Canal Colector

Para el canal colector se considera una revancha equivalente a un 15% de la altura normal de escurrimiento, con un mínimo de 20 cm.

14.1.7. Transiciones en Canal Colector

Previo al inicio del rápido de descarga el canal colector pasa de canal trapecial a canal rectangular. Para esta transición se define:

- Ángulo de desviación formado entre el eje del canal y la prolongación de la línea lateral que une el inicio y fin de la transición igual a 12,5°.
- Las pérdidas de carga de la transición se calculan en función de la diferencia de alturas de velocidad, $difV^2$, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$P = \alpha \cdot difV^2 = \alpha \frac{V_1^2 - V_2^2}{2g}$$

Con α entre los valores:

Tipo de transición en conducto abierto	Entrada	Salida
Alabeada a sección rectangular	0,1	0,2
Alabeada recta a sección rectangular	0,2	0,3

14.1.8. Curvas Horizontales en Canal Colector

Se adoptará un radio mínimo igual a 3 veces el ancho de la superficie del agua en el conducto para el caudal de diseño.

14.1.9. Cálculo del Eje Hidráulico en Canal Colector

El cálculo del eje hidráulico del canal colector se basa en los siguientes supuestos:

- Vertedero lateral entrega caudal constante manteniendo la carga sobre el vertedero constante.
- Se supone que el caudal entregado desde el vertedero se incorpora al escurrimiento del canal colector en forma normal.

Se determina el eje hidráulico aplicando el principio de la cantidad de movimiento entre secciones aceptando que la pendiente del eje hidráulico difiere poco de la pendiente del fondo del canal.

En el Anexo 14.1-1 se incluyen las memorias de cálculos de los vertederos de los 48 microtranques; se incluye planilla Excel con el respaldo de los cálculos efectuados.

En los casos de los 12 tranques de alimentación lateral, la obra de entrega para riego tendrá 2 funciones, la de suministrar el agua para el regadío de los predios y funcionará también como obra de rebalse.

14.2. Cota del Nivel de Agua Muertas

En términos generales, en aquellos casos en que los embalses no disponen de decantadores por donde entre el flujo de agua que llenará el embalse, como son los casos de estudio, se recomienda considerar una capacidad incrementada en al menos un 5%, para que la sedimentación no perjudique temporalmente la operación del sistema. Posteriormente, como labores de mantención, se debe consultar la remoción periódica del embanque acumulado en el embalse.

Para tal efecto, se recomienda dejar un volumen de aguas muertas de a lo menos 0,30 m de profundidad en la parte más profunda del embalse, para el depósito de sedimentos (Manual de Obras de Riego, CNR, Ciren).

14.3. Ancho de Coronamiento

En general, el ancho de coronamiento está dado por las características de los equipos mecánicos utilizados para la compactación del muro, en el caso de compactación mecánica (rodillo) el ancho de coronamiento del muro está dado por la siguiente expresión:

$$b = 3,0 + \frac{h}{5}$$

donde:

b: ancho de coronamiento, en m

h: altura máxima del muro, en m

Así, el ancho de coronamiento en todos los casos será de:

$$\text{Ancho Coronamiento} = 4 \text{ m}$$

14.3.1. Estructura de Entrega para Riego

La obra de entrega es el conjunto de estructuras del embalse, que permite extraer el agua desde el microtrancheo forma controlada, con el objetivo de utilizarla para riego.

Los componentes de la obra de toma son los siguientes:

- ◆ Estructura de toma
- ◆ Tubería de conducción
- ◆ Dispositivos de control

- Estructura de Toma: la “estructura de toma” consiste en una cámara de entrada, con rejilla removible en la boca de acceso de las aguas, y con unión flexible en el cabezal de la

tubería en la salida de las aguas. Esta cámara se construye de hormigón armado y sus dimensiones son mínimas, pero debe tener capacidad para que pueda trabajar un hombre en su interior. Además, debe tener una ranura que permita instalar eventualmente una hoja de compuerta en la entrada de la tubería. La estructura de toma se ubica en el fondo del embalse, en la cota o nivel mínimo útil del embalse (cota de aguas muertas).

- Tubería de Conducción: la “tubería de conducción” consiste en un conducto cerrado a presión, que se coloca enterrado a través del muro de la presa. La ubicación de este conducto más conveniente, a lo largo de la presa, es en sus extremos, donde la presión de la presa sobre el terreno natural es mínima, o menor que en el centro donde la presa tiene mayor altura. En general, para embalses de altura menor a 15 m (como es el caso que se analiza), resultan conductos o tuberías de diámetros menores de 1 m. Se deben tomar todas las precauciones necesarias para evitar problemas tales como fugas de agua desde la tubería al exterior, filtraciones por el terraplén que rodea la tubería y corrosiones prematuras de la tubería de acero. Se recomienda rodear la tubería con un dado de hormigón armado, para evitar posibles daños, como por ejemplo “aplastamiento”.
- Dispositivos de Control: los dispositivos de control que se instalan en las presas pequeñas son generalmente válvulas de regulación. Las válvulas de compuertas son adecuadas cuando el punto de control está ubicado en el extremo de aguas abajo de la tubería a presión; dicha válvula de compuerta se ubica antes de la de regulación. La válvula de regulación (de mariposa o globo) permite descargar gastos especificados de agua desde el embalse. Justo antes de la válvula de compuerta se instala una válvula ventosa, de modo de sacar todo el aire que pudiera acumularse en el tramo.

Un ejemplo típico de la obra de toma se muestra en los siguientes 2 esquemas.

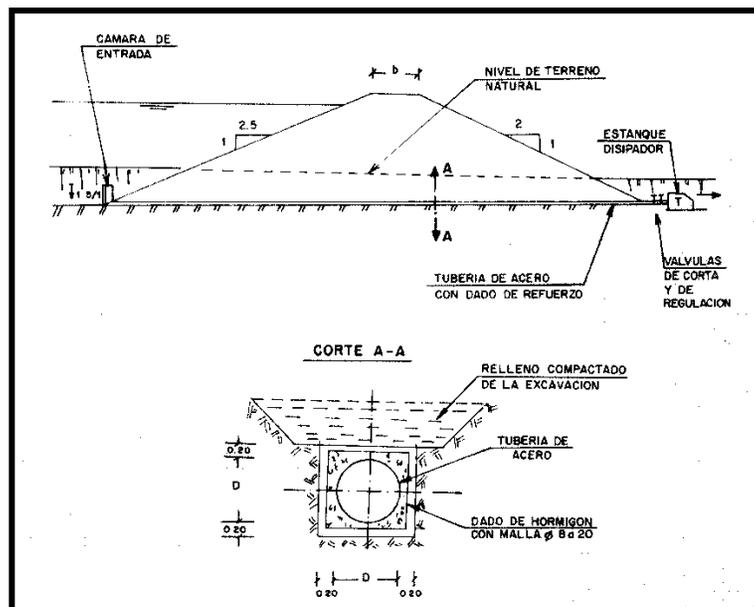


Figura 14.3-1 Perfil Longitudinal Obra de Entrega para Riego

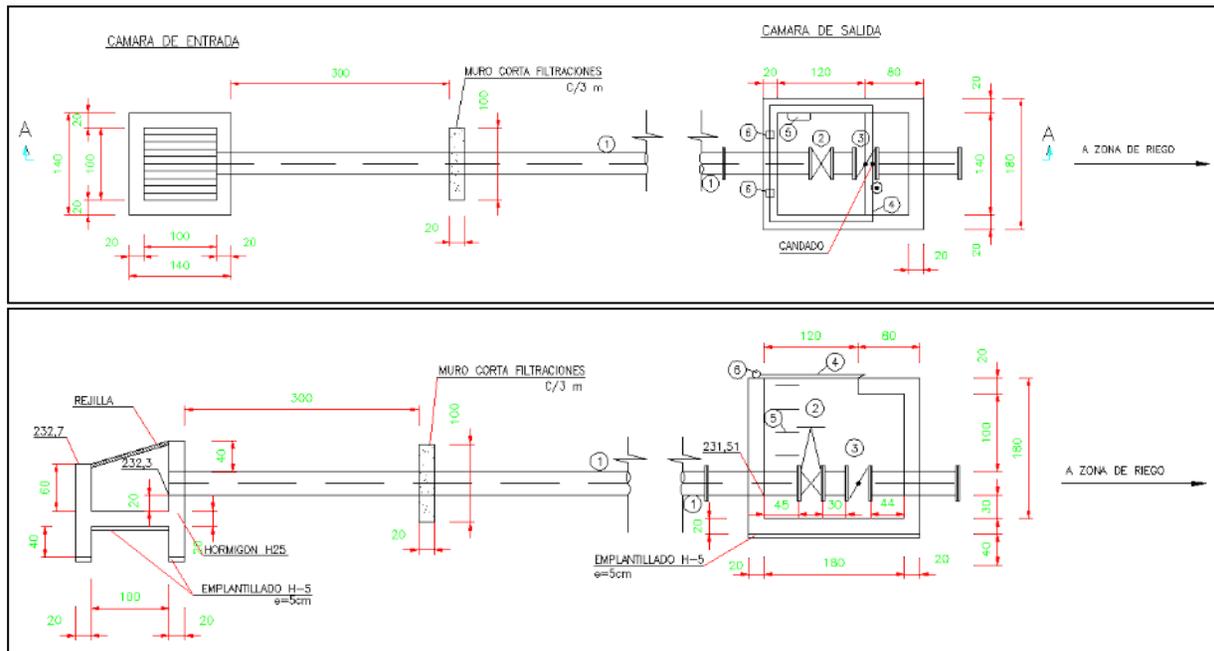


Figura 14.3-2 Esquema Obra de Entrega para Riego

14.4. Tranque con Alimentación Lateral

14.4.1. Obra de Captación y Conducción al Tranque

La obra de captación y conducción al tranque se compone de las siguientes obras:

- a) Bocatoma rústica tipo Pata de cabra
- b) Canal de acceso (gravitacional)
- c) Cámara decantadora
- d) Vertedero de descarga al río
- e) Cámara de carga donde se instala el chupador

En el siguiente esquema se muestran las obras señaladas.

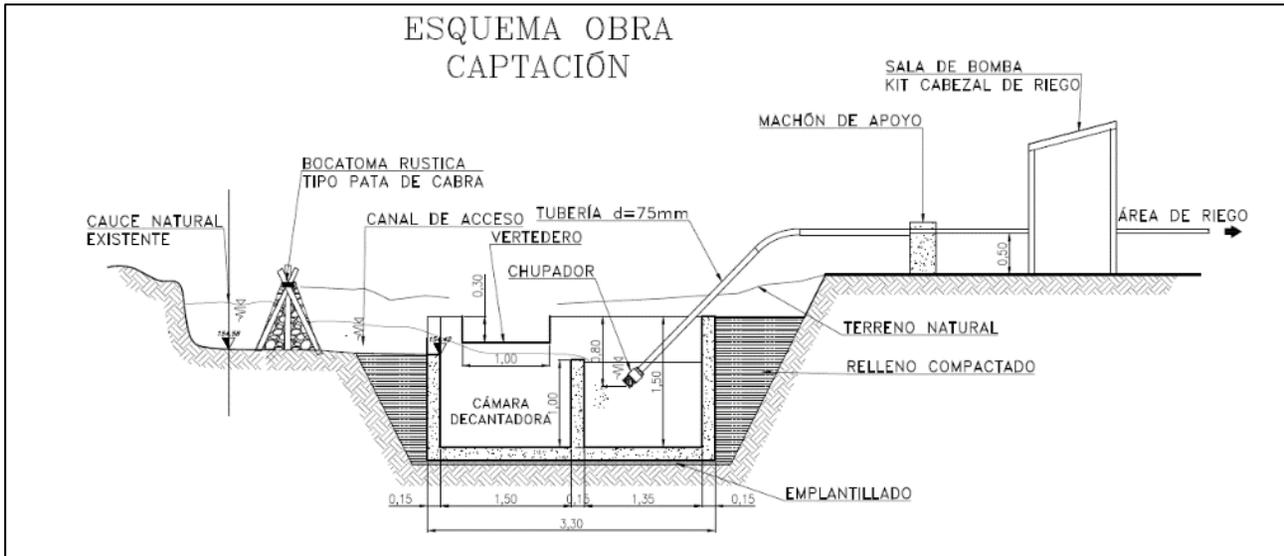


Figura 14.4-1 Ejemplo de Esquema de Obra de Captación

14.4.2. Obra de Entrega para Riego

La obra de entrega para riego consiste básicamente en una impulsión, con una válvula de pie a una altura de 0,3 m del fondo (volumen muerto), y una caseta de bombeo adyacente a la poza del tranque; un esquema de la obra se muestra a continuación.

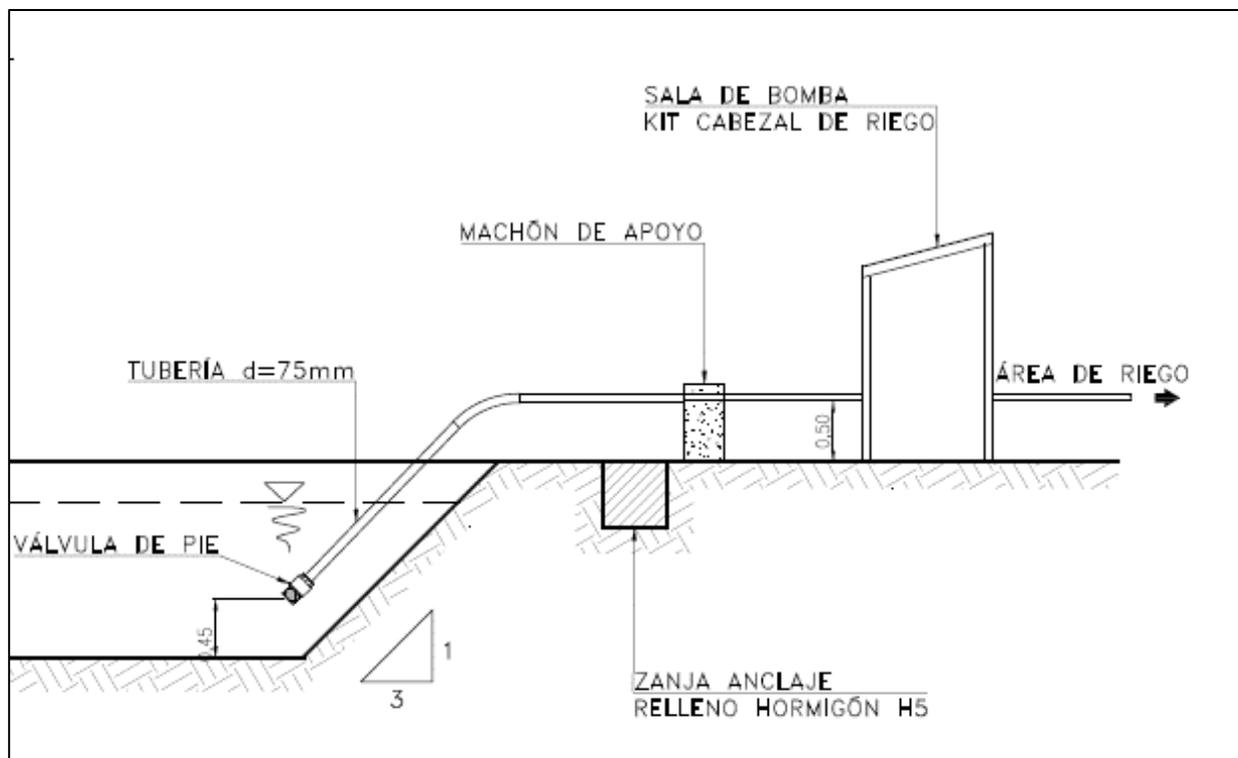


Figura 14.4-2 Ejemplo Obra de Entrega para Riego

14.4.3. Sistema de Impermeabilización

Se contempla impermeabilizar el fondo y taludes del tranque con geomembrana de HDPE de 2 mm.

El sistema de anclaje se muestra en los 2 siguientes esquemas.

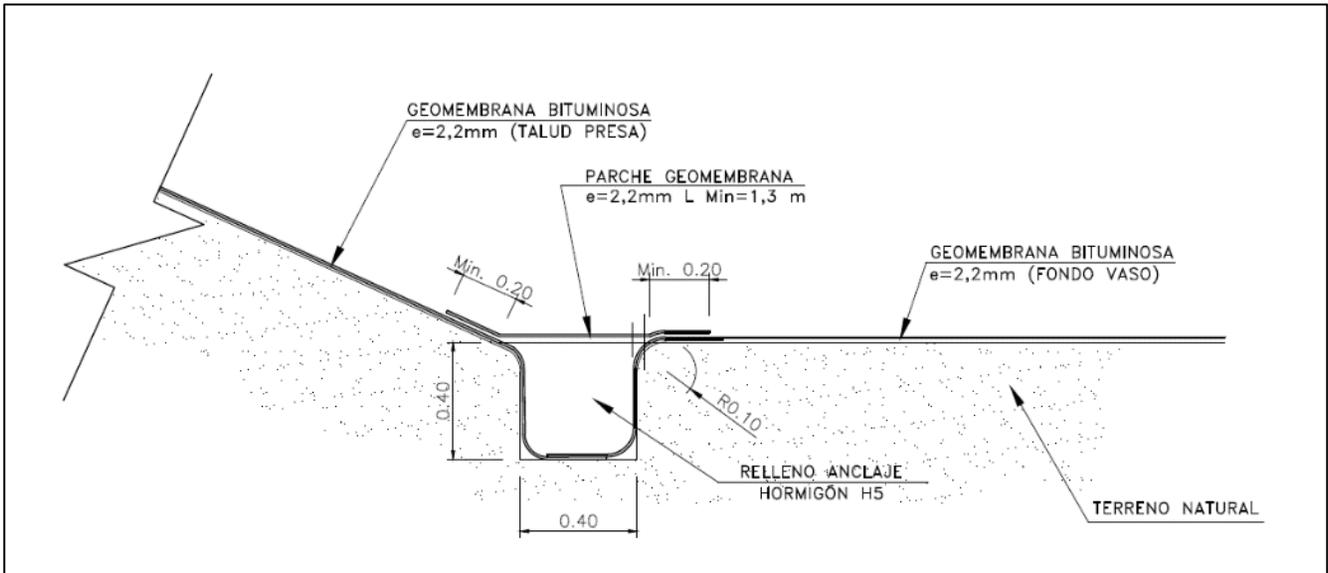


Figura 14.4-3 Esquema Instalación de Geomembrana en Fondo del Tranque

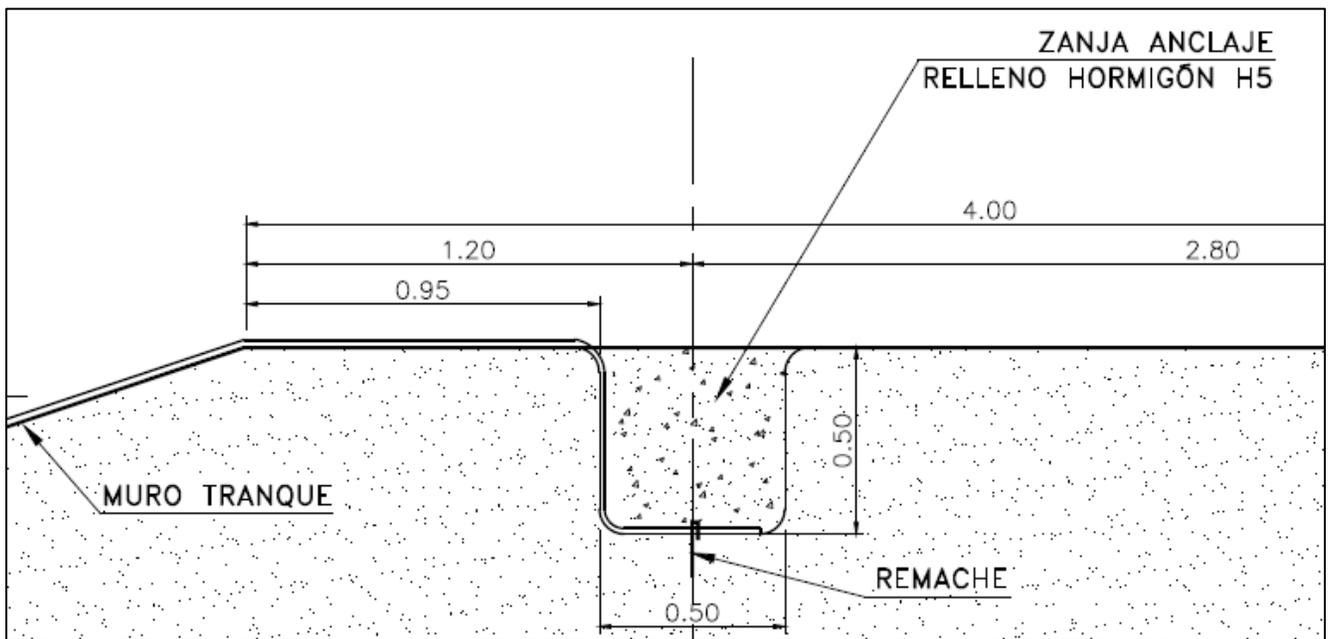


Figura 14.4-4 Esquema Instalación Geomembrana en parte Superior del Tranque

15. CURVAS DE EMBALSE

Las curvas de embalse fueron obtenidas a través del software Civil 3D, respetando la topografía del sitio, y las cotas de umbral del vertedero correspondiente.

En el Anexo 15-1 se pueden consultar las curvas de embalse de cada uno de los 48 microtranques diseñados.

16. DIMENSIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE RIEGO

16.1. Demanda Agronómica

Para el cálculo de los caudales de diseño de cada uno de los 48 microtranques y 12 tranques con alimentación lateral, se ha utilizado información de demandas por hectáreas por mes asociadas a cada comuna del área de interés; como cultivo se utilizó pradera con una eficiencia de riego de un 75%.

En la siguiente tabla se incluye la información base utilizada.

Tabla 16.1-1 Demandas Unitarias Comunas Área de Interés (m³/ha/mes)

Comuna	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	Total
Navidad	0	0	0	0	593	1.193	1.863	2.141	2.244	2.141	1.590	424	12.189
Litueche	0	0	0	0	718	1.360	2.109	2.435	2.549	2.435	1.816	505	13.927
La Estrella	0	0	0	0	749	1.401	2.171	2.508	2.625	2.508	1.872	525	14.359
Marchigüe	0	0	0	0	749	1.401	2.171	2.508	2.625	2.508	1.872	525	14.359
Pumanque	0	0	0	0	725	1.351	2.259	2.643	2.772	2.643	1.951	407	14.751
Lolol	0	0	0	0	737	1.377	2.303	2.699	2.831	2.699	1.989	419	15.054
Pichilemu	0	0	0	0	633	1.219	1.973	2.281	2.391	2.281	1.704	392	12.874
Paredones	0	0	0	0	657	1.235	2.039	2.364	2.479	2.364	1.761	373	13.272

Fuente: Estudio Diagnóstico para Plan de Desarrollo Agrícola y Abastecimiento Hídrico en el Secano de la VI Región, CNR, 2019

En el cálculo del caudal de diseño, se determinó la cantidad de hectáreas dividiendo la capacidad del embalse o tranque de alimentación lateral por la demanda anual.

Tomando en cuenta que el cultivo que se utilizó para el cálculo de las demandas (Pradera) es alto en consumo de agua, y muy probablemente el beneficiario plantará frutales u otro cultivo que demande menos agua, y además que la eficiencia de riego debiese ser mayor al 75 %, es que para efectos del cálculo del caudal de riego que se usará para el diseño de las plantas de bombeo (en aquellos casos que sea necesario), el número de hectáreas calculadas según método antes descrito se multiplicará por 2.

16.2. Caudal de Diseño

Luego, el caudal de diseño se calculó como la máxima demanda anual por las hectáreas regadas y multiplicando ese valor por 3 (8 horas de bombeo). En la siguiente tabla se incluyen los resultados obtenidos:

Tabla 16.2-1 Caudales de Diseño Sistema de Riego

Sector	Volumen (m3)	Dda. Anual (m3/ha/año)	Demanda Máx. (m3/ha/año)	ha regadas (ha) (*)	Q diseño 24 horas (l/s)	Q diseño 8 horas (l/s)
2	18.793	13.927	2.549	2,7	2,6	7,8
3	13.542	13.927	2.549	1,9	1,9	5,6
5	9.171	13.927	2.549	1,3	1,3	3,8
6	10.365	13.927	2.549	1,5	1,4	4,3
9	10.097	12.189	2.244	1,7	1,4	4,2
14	12.440	13.927	2.549	1,8	1,7	5,2
16	14.266	12.189	2.244	2,3	2,0	6,0
17	8.848	12.189	2.244	1,5	1,2	3,7
22	7.659	14.359	2.625	1,1	1,1	3,2
23	1.853	14.359	2.625	0,3	0,3	0,8
26	7.100	12.874	2.391	1,1	1,0	3,0
27	5.301	12.874	2.391	0,8	0,7	2,2
75	2.694	13.272	2.479	0,4	0,4	1,1
33	2.952	12.874	2.391	0,5	0,4	1,2
38	11.693	12.874	2.391	1,8	1,6	4,9
39	2.140	12.874	2.391	0,3	0,3	0,9
40	4.422	12.874	2.391	0,7	0,6	1,9
41	5.997	12.874	2.391	0,9	0,8	2,5
85	3.567	15.054	2.831	0,5	0,5	1,5
47	5.049	13.272	2.479	0,8	0,7	2,1
48	5.223	13.272	2.479	0,8	0,7	2,2
51	1.425	13.272	2.479	0,2	0,2	0,6
52	9.347	13.272	2.479	1,4	1,3	4,0
53	1.839	13.272	2.479	0,3	0,3	0,8
54	4.181	13.272	2.479	0,6	0,6	1,8
55	2.310	13.272	2.479	0,3	0,3	1,0
56	9.818	13.272	2.479	1,5	1,4	4,2
59	5.794	13.272	2.479	0,9	0,8	2,5
61	7.416	13.272	2.479	1,1	1,1	3,2
62	9.608	13.272	2.479	1,4	1,4	4,1
63	3.413	13.272	2.479	0,5	0,5	1,5

Sector	Volumen (m3)	Dda. Anual (m3/ha/año)	Demanda Máx. (m3/ha/año)	ha regadas (ha) (*)	Q diseño 24 horas (l/s)	Q diseño 8 horas (l/s)
66	18.163	13.272	2.479	2,7	2,6	7,7
68	15.975	13.272	2.479	2,4	2,3	6,8
69	7.399	13.272	2.479	1,1	1,0	3,1
70	7.554	13.272	2.479	1,1	1,1	3,2
76	4.961	13.272	2.479	0,7	0,7	2,1
77	4.201	13.272	2.479	0,6	0,6	1,8
78	11.558	13.272	2.479	1,7	1,6	4,9
79	8.798	13.272	2.479	1,3	1,2	3,7
81	7.528	13.927	2.549	1,1	1,0	3,1
82	3.818	13.927	2.549	0,5	0,5	1,6
84	7.680	13.927	2.549	1,1	1,1	3,2
86	9.179	14.359	2.625	1,3	1,3	3,8
87	8.163	13.927	2.549	1,2	1,1	3,4
90	8.063	14.359	2.625	1,1	1,1	3,4
91	3.912	14.359	2.625	0,5	0,5	1,6
92	8.768	14.359	2.625	1,2	1,2	3,6
93	22.603	13.272	2.479	3,4	3,2	9,6
Tranques con Alimentación Lateral						
20	28.544	14.359	2.625	4,0	4,0	11,9
31	2.776	12.874	2.391	0,4	0,4	1,2
42	8.691	12.874	2.391	1,4	1,2	3,7
45	20.832	14.359	2.625	2,9	2,9	8,7
57	6.427	13.272	2.479	1,0	0,9	2,7
60	4.303	13.272	2.479	0,6	0,6	1,8
71	7.958	13.272	2.479	1,2	1,1	3,4
83	12.475	14.751	2.772	1,7	1,8	5,3
88	6.591	14.359	2.625	0,9	0,9	2,7
50	4.769	13.272	2.479	0,7	0,7	2,0
8	3.067	12.189	2.244	0,5	0,4	1,3
7	12.877	12.189	2.244	2,1	1,8	5,4

*: se considera el doble de hectáreas regadas que fueron calculadas

16.3. Verificación Necesidad de Bombeo hacia Área de Riego

Una vez definido el caudal de diseño, se analiza si desde el microtrunque y/o trunque con alimentación lateral es necesario incorporar un sistema para elevar mecánicamente el recurso hídrico hacia el área de nuevo riego. Por lo tanto, se ha determinado a través de Google Earth, la cota de fondo del trunque y la cota de la zona de riego, con lo que se puede identificar los casos en que la zona de riego se encuentra casi en la misma cota o en una cota superior al trunque, lo que significa que requiere un sistema de bombeo. Dado que estas mediciones son imprecisas, se ha aceptado un error de +/- 3m.

En la siguiente tabla se incluyen los resultados obtenidos.

Tabla 16.3-1 Caudales de Diseño Sistema de Riego

Sitio N°	Elevación (msnm)		Desnivel	¿Bombeo?
	Sitio	Área riego		
2	248	258	-10	SI
3	272	271	1	NO
5	336	336	0	NO
6	343	337	6	NO
9	72	72	0	NO
14	331	322	9	NO
16	311	302	9	NO
17	231	271	-40	SI
22	295	275	20	NO
23	327	339	-12	SI
26	35	20	15	NO
27	117	119	-2	NO
75	97	83	14	NO
33	82	21	61	NO
38	103	114	-11	SI
39	254	309	-55	SI
40	279	308	-29	SI
41	327	375	-48	SI
85	152	140	12	NO
47	87	83	4	NO
48	122	163	-41	SI
51	52	43	9	NO
52	43	32	11	NO
53	86	102	-16	SI
54	91	84	7	NO
55	43	51	-8	SI
56	46	42	4	NO
59	713	163	550	NO
61	159	137	22	NO
62	70	61	9	NO
63	100	118	-18	SI
66	110	90	20	NO
68	66	64	2	NO

Elevación (msnm)				
Sitio N°	Sitio	Área riego	Desnivel	¿Bombeo?
69	91	80	11	NO
70	88	82	6	NO
76	75	66	9	NO
77	72	52	20	NO
78	81	76	5	NO
79	87	66	21	NO
81	319	313	6	NO
82	340	302	38	NO
84	117	114	3	NO
86	311	305	6	NO
87	315	302	13	NO
90	234	214	20	NO
91	303	306	-3	NO
92	312	314	-2	NO
93	23	10	13	NO
20	221	214	7	SI
31	52	59	-7	SI
42	27	14	13	SI
45	219	217	2	SI
57	99	97	2	SI
60	109	105	4	SI
71	70	74	-4	SI
83	122	120	2	SI
88	208	207	1	SI
50	91	99	-8	SI
8	68	69	-1	SI
7	58	67	-9	SI

Tranques con alimentación lateral

En todos aquellos casos en que se necesita elevación mecánica para llegar al área de riego, se ha diseñado una planta de bombeo y un sistema de generación eléctrica fotovoltaica que alimenta dicha la planta (ver Anexo 16-1).

17. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO ESTRUCTURAL

Como criterio general que se aplica al diseño estructural de las obras anexas, se tiene lo siguiente:

- Cuantía= 80 kg de Fe/m³ de hormigón
- Espesores muros= 20 cm
- Recubrimiento mínimo= 4 cm
- Hormigón H25
- Emplantillado Hormigón H5, 5 cm de espesor
- Acero A63 42H

18. PLANOS DE PERFILES DE OBRAS

Todos los planos de perfiles de obras se incluyen en la carpeta “Planos”. Para cada una de las 60 obras proyectadas, 48 microtranques y 12 tranques con alimentación lateral, se entregan los siguientes tipos de planos:

- Microtranques: son 3 planos: 1 plano con la planta, 1 perfil longitudinal y la sección tipo del muro; 1 plano con los perfiles transversales del muro y de la cubeta y un tercer plano con los detalles de las obras del vertedero y de la obra de entrega.
- Tranque con alimentación lateral: son 3 planos: 1 plano con la planta, 1 perfil longitudinal y la sección tipo del muro perimetral; 1 plano con los perfiles transversales de la cubeta y un tercer plano con los detalles de las obras de captación (bocatoma) y obra de entrega.

19. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN

19.1. Especificaciones Técnicas Generales

Las obras se regirán por las Especificaciones del Proyecto y las normas del Instituto Nacional de Normalización respecto de la calidad de los materiales a emplear y las normas de seguridad en las faenas.

19.1.1. Discrepancias

En el caso de que exista discrepancia entre la información que se entrega en los planos, especificaciones técnicas generales y especificaciones técnicas especiales, el orden de prevalencia será el siguiente:

- Las cotas de los planos sobre el dibujo
- Los planos de detalle sobre los planos generales
- Los planos sobre las Especificaciones
- Las Especificaciones Técnicas Especiales sobre las Generales.

Cualquier anotación o indicación en los planos y que no esté indicada en las especificaciones, o viceversa, se considerará en ambos documentos.

19.2. Replanteo de las Obras

El constructor deberá replantear los lineamientos horizontales y verticales señalados en los planos, apoyándose en los Prs existentes.

En el caso de no existir Prs, el constructor podrá referir el replanteo de los ejes principales a puntos singulares existentes en el lugar.

19.3. Permisos y Derechos

El Constructor será responsable de tramitar y pagar los correspondientes permisos Municipales o de otras Instituciones que intervengan en la realización de las obras.

En especial deberá ser de su cargo y responsabilidad la obtención de permisos y otros trámites con particulares, en cuyas propiedades deban realizarse obras o trabajos.

Serán de su responsabilidad los inconvenientes que puedan presentarse por no cumplir estos requisitos.

19.4. Excavaciones

Las excavaciones se ejecutarán a los ejes, dimensiones y pendientes establecidas en los planos del proyecto.

Los procedimientos de excavación se fijarán de manera que provoquen la menor perturbación posible del terreno natural y aseguren la estabilidad de los taludes abiertos.

Se deberán tomar las precauciones necesarias para evitar que puedan poner en peligro las obras u otras construcciones e instalaciones vecinas.

El Constructor será responsable de la estabilidad de los taludes o paredes de todas aquellas excavaciones que permanezcan temporalmente abiertas por necesidades constructivas, salvo que, en casos especiales, las especificaciones técnicas especiales especifiquen un método obligatorio de entubación.

19.5. Rellenos

Previo a la colocación de los rellenos se deberá efectuar la preparación de la superficie de fundación, la cual incluirá las siguientes operaciones:

- Retiro de todos los desechos provenientes de la obra u otros
- Escarpado de la superficie de fundación, eliminando todo suelo que contenga materia orgánica, raíces o material contaminado.
- Excavación hasta el nivel de fundación especificado o hasta alcanzar el material apropiado para fundar.
- Drenaje del agua afluyente al lugar de colocación de los rellenos.
- Compactación superficial del terreno de fundación hasta lograr una densidad similar a la exigida para el relleno o la expresamente indicada en las especificaciones técnicas especiales.

Para los rellenos necesarios a utilizar en la obra, se deberá procurar que el material sea depositado en capas de no más de 20 cm para asegurar una correcta compactación. Esta se realizará hasta obtener un valor de densidad no menor al 95% de la densidad máxima seca compactada (D.M.S.C.) obtenida mediante el ensaye Proctor Modificado.

Se recomienda además la toma de al menos una densidad in situ por cada 300 m² de capa de relleno instalada. Esta densidad deberá ser tomada en terreno por un laboratorio acreditado según norma de calidad NCh- ISO 17.025.

19.6. Hormigones

La ejecución de los hormigones deberá efectuarse conforme a las estipulaciones en las Normas Chilenas correspondientes, salvo en los casos que citen explícitamente otras Normas.

El cemento a utilizar será del tipo Portland Puzolánico grado corriente. El contenido de aluminato tricálcico delimitará a 8%.

El agua de amasado deberá tener la calidad que especifica la norma NCh 149.

Todos los áridos utilizados para fabricación del hormigón deben cumplir con la Norma NCh 163.

➤ **Hormigón De Las Obras De Arte:**

Se utilizará Hormigón H25 como se indica en los planos.

Todo el cemento que se usará en la faena deberá ser de la misma marca y tipo, salvo autorización expresa de la Inspección.

El constructor someterá a la aprobación de la Inspección los áridos que utilizará en la confección de hormigones.

Se podrá utilizar aditivos previa autorización de la Inspección, para lo cual el Constructor deberá efectuar los ensayos necesarios y acreditar los resultados que garanticen la calidad exigida para el hormigón en las presentes especificaciones.

La dosificación del Hormigón a utilizar en la obra debe permitir alcanzar los requisitos de resistencia y durabilidad indicados en los planos del proyecto y especificaciones técnicas.

Si el cemento es suministrado en bolsas de 42,5 Kgs, la dosificación se efectuará en peso y referida a esta unidad.

Si el cemento es suministrado a granel, la dosificación se efectuará en peso y referida al kg. Se deberá contar con dispositivos pesadores.

Los áridos pueden ser medidos tanto en peso como en volumen, debiendo en ambos casos considerar la corrección en la cantidad del agua de amasado por efecto del grado de humedad del material.

Dicha corrección se efectuará diariamente a juicio de la inspección, así se requiera. Las dosificaciones se determinarán fijando la razón agua – cemento en 0,45 como máximo.

El mezclado del hormigón deberá tener en consideración los siguientes aspectos:

- El hormigón deberá ser mezclado hasta que los materiales que lo componen se distribuyan en forma homogénea.

- Los mezcladores de hormigón podrán ser del tipo de tambores o paletas revolventoras y deberán ser operados uniformemente a la velocidad de mezclado recomendada por el fabricante.
- El hormigón no deberá ser vaciado hasta que el moldaje haya sido revisado y aprobado.

En la colocación del hormigón deberán tenerse presente los siguientes aspectos:

- El hormigón deberá ser depositado en un lugar lo más cercano posible a su posición final, para evitar que se segreguen los áridos más pesados. Para ello se limita la altura de caída del hormigón a 1,50 m, en caso contrario se deberá utilizar mangas para su colocación.
- El hormigonado se deberá efectuar a una velocidad tal que permita mantener en todo momento la plasticidad del hormigón, permitiendo que este pueda fluir fácilmente dentro del moldaje.
- El hormigón parcialmente endurecido o contaminado por materias extrañas no deberá ser depositado dentro de los moldajes.
- El método de colocación deberá asegurar que no se produzcan nidos de agregados gruesos, bolsas de aire o cavidades alveolares.
- El hormigón deberá ser colocado en capas horizontales de espesor constante no superior a los $\frac{3}{4}$ de la longitud de la botella del vibrador de inmersión utilizado para la compactación.
- El hormigón deberá ser consolidado por medio de vibración mecánica operando dentro del hormigón. Los vibradores deberán, ser un tipo y diseño aprobado por la inspección, debiendo ser manejado de tal manera que actúen sobre todo el hormigón confinado por el moldaje.

19.7. Moldajes

Los moldajes deberán tener suficiente resistencia y rigidez para mantener su forma y posición bajo las cargas producidas por la colocación y vibrado del hormigón.

Deberán poder ser extraídos sin dañar la superficie del hormigón. Para el retiro de los moldajes deberán adoptarse plazos prudentes y de acuerdo a la norma INN 172 Of. 85.

La remoción de los moldajes se hará sin golpes, sacudidas ni vibraciones y no se someterán tensiones no consideradas a las estructuras. Para ello se deberá lograr un descenso gradual y uniforme de los apoyos puntuales y otros elementos de sostén.

Antes de proceder a aflojar los moldajes, se deberá verificar si el hormigón se ha endurecido lo suficiente. Como referencia se establecen plazos mínimos: 8 días para lozas y muros, 72 horas para muros gravitacionales y machos de anclaje y 48 horas para las fundaciones.

Para lograr una buena hidratación del cemento se deberá esperar un tiempo mínimo de 14 días en circunstancias normales, pero podrá ser prolongado según se estime conveniente por la inspección.

Todas las imperfecciones que presente el hormigón y que afecten su seguridad estructural, durabilidad o aspecto estético, según juicio de la Inspección de Obra, deberán ser reparadas.

Los métodos de reparación se basarán en lo establecido en el Manual del Hormigón del Bureau of Reclamation y deberá ser aprobados por la Inspección de la obra previo a su utilización.

A continuación, se presentan las Especificaciones Técnicas Especiales que regirán para el Proyecto "Diagnóstico de Microtranques en el Secano Costero de la VI Región".

19.8. Especificaciones Técnicas Específicas

Las siguientes especificaciones técnicas especiales son las que rigen para la presente obra.

19.8.1. Muro del Embalse y Piscinas con Alimentación Lateral

El talud de las paredes interiores o aguas adentro será 2,5:1 (H:V) y de aguas afuera 2:1 (H:V) (Taludes Tipo A), excepto en los sitios 17, 51, 66, 86 y 92, donde el talud fue de 2,5:1 aguas adentro y aguas afuera (Taludes Tipo B), ya que el tipo A en esos microtranques el factor de seguridad fue menor a 1,4.

Con relación a las piscinas con alimentación lateral, los taludes serán 2,5:1 (H:V), tanto al interior de la piscina como el talud del muro por fuera.

El talud o terraplén deberá construirse según las líneas y niveles que aparecen en los planos del proyecto.

Los taludes de las líneas de división entre las zonas o porciones del terraplén son de tanteo y estarán sujetas a variaciones, en cualquier tiempo antes o durante la construcción.

Todas las aberturas a través del terraplén del muro, necesarios para la construcción, deberán estar aprobadas y construirse de manera que el talud sea estable.

Cada carga de material colocada en el terraplén se colocará en el lugar designado por el proyectista. Ningún material se colocará en cualquier sección del terraplén del muro, hasta que la cimentación de esa sección se haya desaguado y preparado en forma apropiada.

Todas las porciones de las excavaciones hechas para pozos de prueba, o para otras investigaciones subterráneas, y cavidades existentes que queden dentro del área a cubrir con el muro, se llenarán con material compactado.

Los materiales para la cimentación serán compactados, de tal forma de quedar bien unidos a la primera capa del muro, como aquí se especifica para las capas subsecuentes.

Todas las superficies de esquistos arcillosos y las de la cimentación se protegerán contra la desintegración por el aire y la helada dejando una capa de algunos centímetros provisionalmente cubiertos con material sin excavar.

En la excavación final se quitará esta cubierta provisional. Las superficies sobre o contra las que se vayan a colocar porciones del terraplén deberán limpiarse de todos los materiales sueltos o perjudiciales, a mano o por otros medios efectivos inmediatamente antes de colocar la primera capa de terraplén.

Las superficies de cada porción de la cimentación deberán ser desaguadas, humedecidas y estar suficientemente limpias para obtener la unión apropiada con el terraplén.

Las porciones del terraplén se constituirán con material obtenido de la cubeta del tranque y/o piscina. Este material corresponde al suelo natural de la fundación.

El muro contemplará un dentellón de arcilla arenosa en la base de éste, a lo largo de todo el muro, de 1,5 m de profundidad, 3 m de ancho y taludes 1:1.

El contenido de agua del material antes y durante la compactación se distribuirá uniformemente en cada capa de material.

Las variaciones permisibles de humedad para su colocación se basan en las condiciones del proyecto.

En general, la humedad media durante la construcción del terraplén se mantendrá a la humedad óptima de laboratorio obtenida con la prueba de Proctor estándar.

Para los rellenos necesarios a utilizar en la obra, se debe procurar que el material sea depositado en capas de no más de 20 cm para asegurar una correcta compactación, la que se realizará hasta obtener un valor de densidad no menor al 95% de la densidad máxima seca compactada (D.M.S.C.) obtenida mediante el ensaye Proctor Modificado.

Se recomienda además la toma de al menos una densidad in situ por cada 300 m² de capa de relleno instalada. Esta densidad debe ser tomada en terreno por un laboratorio acreditado según norma de calidad NCh- ISO 17.025.

Esta humedad óptima se define como “La humedad con la que se obtiene el peso unitario máximo del material seco cuando se sujeta a la prueba de compactación de Proctor”.

Las pruebas de humedad pueden hacerse por el procedimiento del Bureau of Reclamation usando un molde de 1/20 pie³, o por la del Título D 698-42T de la ASTM, o por el método estándar de la AASHTO T99-49, usando en ambos un molde de compactación de 1/30 pie³.

Se hará todo lo posible para que el material tenga la humedad correcta en el banco antes de la excavación. Si es necesario añadir más agua, se añadirá el material regando el terraplén mezclándola uniformemente en toda la capa.

La distribución y granulometría de los materiales en todo el terraplén serán las mencionadas en el proyecto, y serán tales que en los terraplenes no se formen lentes, acumulaciones, fajas o capas de material que difiera sustancialmente en textura o granulometría del material vecino. Las operaciones combinadas de excavación y de colocación deberán hacerse en forma tal, que los materiales cuando se compactan en el terraplén estarán suficientemente mezclados para obtener el mejor grado de compactación y de estabilidad.

Las capas sucesivas de material se vaciarán sobre el terraplén en forma que se obtenga la mejor distribución del material.

Los cantos rodados y los fragmentos de roca que tengan dimensiones máximas mayores de 15 cm no se colocarán en el terraplén. Si en materiales, que por lo demás son correctos, se encuentran fragmentos de estos tamaños, el contratista debe quitarlos antes de que rodillen y compacten.

Si, en la opinión de la inspección, la superficie de la cimentación preparada o de la superficie compactada de cualquier capa de terracería está demasiado seca o tersa para unirse correctamente con la capa que se va a colocar encima, deberá humedecerse y/o rastrillarse o escarificarse, con el equipo adecuado y en la forma aprobada a la profundidad necesaria para producir una superficie de unión apropiada antes de colocar la capa siguiente de material para el terraplén.

Si, en opinión de la inspección, la superficie compactada de cualquier capa de terraplén colocada está muy húmeda para la correcta compactación del material que se va a colocar encima, deberá quitarse; dejarse secar; raspase con una rastra, escarificador u otro equipo adecuado para reducir la humedad de la necesaria; que luego se compactará antes de colocar la capa siguiente de material.

Se usarán rodillos compactadores para compactar el terraplén. El contratista proporcionará los compactadores que deberán satisfacer los siguientes requisitos: (1) Los rodillos. Cada rodillo de un compactador deberá tener un diámetro exterior no menor de 1,5 m y una longitud que no será menor de 1,2 m ni mayor de 1,8 m. La separación entre dos rodillos adyacentes, cuando estén situado en una superficie a nivel, no será menor de 0,30 m, ni mayor de 0,4 m. Cada cilindro podrá girar alrededor de un eje paralelo a la dirección del recorrido. Cada cilindro estará equipado con una válvula para disminuir la presión.

Los rodillos deberán llevar cuando menos una pata por cada 0,1 m de superficie del tambor. El espacio medido sobre la superficie del tambor, entre los centros de dos patas cualesquiera, no debe ser menor de 60 cm. La longitud de cada pata, fuera de la superficie del tambor, se mantendrá mayor de 0,2 m. El área de la sección transversal no será mayor de 65 cm en un plano normal al eje de cada pata a una distancia del tambor de 0,15 m, y se mantendrá mayor

de 45 cm y menor de 65 en un plano normal al eje de la pata a 0,2 m de la superficie del tambor. El peso de un rodillo con todo su lastre deberá ser no menor de 5.950 kgs por metro de longitud.

El peso del lastre de los rodillos y su operación serán los que se requieran para obtener la compactación deseada, Si se usa más de un rodillo en cualquier capa de terraplén, todos los rodillos usados deberán ser el mismo tipo y esencialmente de las mismas dimensiones. Los tractores usados para arrastrar los rodillos deberán tener potencia suficiente para arrastrar los rodillos satisfactoriamente cuando tengan todo el lastre de arena y agua. Durante las operaciones de compactación, el contratista deberá mantener libres de materiales los espacios que quedan entre las patas que disminuyan la eficacia de los rodillos compactadores.

Cuando cada capa de material se ha mojado de manera que tenga la humedad necesaria, se compactará pasando el rodillo compactador, como se especifica, 12 veces.

Si la proporción de agua es menor que la necesaria, no se proseguirá con la compactación, excepto que se tenga la autorización de la inspección.

Si la humedad es mayor que la necesaria, el material se levantará formando montones, para usarse posteriormente, o la compactación debe posponerse, hasta que el material se haya secado hasta tener la humedad necesaria.

19.8.2. Estructura de Toma:

Obra de toma para controlar y regular las entregas de aguas para riego. Consiste en una cámara de hormigón armado con un sistema de reja que impide la entrada de elementos flotantes, que podrían obstruir las válvulas que se ubican al término del tubo en presión que constituye la obra de entrega.

19.8.3. Obra de entrega:

Está formada por un tubo cuyo flujo irá en presión, que desagua a una cámara de hormigón. El tubo considerado será de \varnothing 300 mm (12") de fierro con espesor de 6 mm, con uniones soldadas con filetes de espesor mayor a 6 mm.

La obra de entrega cuenta con un sistema de válvulas tanto de corte como de regulación, y con un flujómetro digital que se encuentra aguas arriba de ellas.

La válvula de regulación será tipo mariposa de \varnothing 300 mm en hierro dúctil y será unida al tubo con uniones flanges ANSI 125/150 apernadas y con empaquetadura de goma.

La válvula de corte será de tipo compuerta de \varnothing 300 mm en hierro fundido y será unida al tubo con uniones flanges ANSI 125/150 apernadas y con empaquetadura de goma.

El flujómetro será de tipo electromagnético de \varnothing 300 en acero al carbono, recubierto internamente en teflón, operado a batería, el cual será unido al tubo por uniones tipo flange ANSI 125/150.

Diseño compacto (indicador y medidor unidos en un mismo cuerpo), cuenta con comunicación RS4585 ModBus RTU o Hart (opcional), salida 24 V para alarmas de alta y baja, salida análoga y de pulsos o frecuencias.

Se consideran además muros cortafiltraciones que abrazan la tubería metálica en todo su recorrido y distanciados a 3 metros.

En el trayecto de la tubería de evacuación se construirán dados cortafiltraciones de 1 x 1 x 0,20 m de espesor en hormigón H25.

19.8.4. Vertedero de Seguridad

Esta obra será construida con hormigón armado. Tendrá las medidas y formas como se indica en plano del proyecto. Posee la capacidad para evacuar el caudal máximo de crecida calculado con un período de retorno de 100 años, y verificado para 150 años.

19.8.5. Canal de Evacuación

Este canal evacuará las aguas que habiendo sobrepasado la cresta del vertedero serán evacuadas hasta el cauce/estero efluente. Esta obra será construida en hormigón armado y tendrá las dimensiones y especificaciones señaladas en planos de detalle respectivos.

19.8.6. Disipador de Energía

Corresponde a un canal con una grada, donde se formará un resalto hidráulico para disipar la energía.

20. PRECIOS UNITARIOS, CUBICACIONES Y PRESUPUESTO

20.1. Precios Unitarios

Para la estimación de los costos de las obras, se ha utilizado el documento denominado "Precios Unitarios Mínimos y Máximos para Proyectos de Canales (revestimiento y construcción), Embalses y Obras de Arte Presentados a la Bonificación de la Ley 18.450".

Este texto unifica los precios unitarios más comunes que conforman los presupuestos de las obras civiles de los proyectos presentados a la bonificación de la Ley N° 18.450. La metodología para obtener los precios unitarios corresponde al resultado de un amplio análisis realizado internamente por la Comisión Nacional de Riego, considerando Precios Unitarios Mínimos y Máximos a partir de cotizaciones de materiales, mano de obra, y maquinaria y sus rendimientos asociados, en distintas condiciones de trabajo.

En el Anexo 20-1 se incluye el documento completo, mientras que en la siguiente tabla se presentan los precios unitarios a ser utilizados.

Tabla 20.1-1 Análisis de Precios Unitarios

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS ZONAS CENTRO NORTE Y CENTRO SUR*			
Distancia Centro abastecimiento		100 (km)	
Acceso		Difícil Acceso	
ITEM	PRECIO		
	UNIDAD	Mín	Máx
EMPLANTILLADO (4 SACOS/m3) :	m3	\$ 63,992	\$ 74,463
HORMIGONADO H20 CONTROLADO	m3	\$ 96,889	\$ 112,807
HORMIGONADO H25 CONTROLADO	m3	\$ 100,715	\$ 117,094
HORMIGONADO H30 CONTROLADO	m3	\$ 104,610	\$ 121,454
ACERO A - 44 - 28 Ø 8 - Ø 10 mm	kg	\$ 1,195	\$ 1,417
ACERO A - 44 - 28 Ø 12 mm	kg	\$ 1,248	\$ 1,489
ACERO A - 44 - 28 Ø 18 mm	kg	\$ 1,445	\$ 1,751
ACERO A - 44 - 28 Ø 22 mm	kg	\$ 1,567	\$ 1,912
ACERO A - 63-42 Ø 8 - Ø 10 mm	kg	\$ 1,380	\$ 1,607
ACERO A - 63-42 Ø 12 mm	kg	\$ 1,380	\$ 1,607
ACERO A - 63-42 Ø 18 mm	kg	\$ 1,577	\$ 1,869
ACERO A - 63-42 Ø 22 mm	kg	\$ 1,698	\$ 2,030
MALLA ACMA C-92 (2,6 x 5 m)	m2	\$ 2,673	\$ 3,065
MALLA ACMA C-139 (2,6 x 5 m)	m2	\$ 3,528	\$ 3,801
MALLA ACMA C-188 (2,6 x 5 m) 28.34 kg	m2	\$ 4,504	\$ 4,965
MALLA ACMA C-196 (2,6 x 5 m)	m2	\$ 4,751	\$ 5,201
MALLA ACMA C-257 (2,6 x 5 m)	m2	\$ 5,940	\$ 6,589
MOLDAJE TABLERO (3 USOS) MUROS (inc. Colocación y descimbre)	m2	\$ 6,074	\$ 8,100
MOLDAJE TABLERO (1 USO) MUROS (inc. Colocación y descimbre)	m2	\$ 9,658	\$ 12,824
CINTA PVC 0-22 CL		\$ 5,804	\$ 6,443
EXCAVACION CON MAQUINA	m3	\$ 1,767	\$ 2,494
EXCAVACION A MANO (terreno semi-blando)	m3	\$ 4,689	\$ 6,085
EXCAVACION A MANO (terreno Semi-Duro)	m3	\$ 8,441	\$ 10,649
RELLENO COMÚN (COMPACTACIÓN SIMPLE)	m3	\$ 3,351	\$ 4,795
RELLENO ESTRUCTURAL MANUAL POR CAPAS	m3	\$ 11,169	\$ 15,983
MEJORAMIENTO BASE CON GRAVILLA 3/4	m3	\$ 33,706	\$ 36,868
ESCARPE CON MAQUINA	m3	\$ 780	\$ 1,312
SELECCION MATERIAL Y ACOPIO PARA DE TERRAPLENES:	m3	\$ 1,850	\$ 2,475
COLOCACION Y DISTRIBUCION DE MATERIAL CON BULLDOZER (para terraplenes menores)	m3	\$ 1,433	\$ 2,440
COLOCACION DE MATERIAL PARA TERRAPLENES CON CAMION TOLVA	m3	\$ 6,659	\$ 9,270
COLOCACION Y DISTRIBUCIÓN DE MATERIAL PARA TERRAPLENES CON BULLDOZER	m3	\$ 1,394	\$ 2,391
COMPACTACION RODILLADA DE TERRAPLENES POR CAPAS CONTROLADAS	m3	\$ 956	\$ 1,455
TRANSPORTE A BOTADERO (5 km)	m3	\$ 1,806	\$ 2,453
MANEJO DE BOTADERO	m3	\$ 903	\$ 1,234

*Considera desde la Región de Coquimbo Hasta la Región de la Araucanía

Al listado anterior, se han agregado los precios de las siguientes partidas:

- Instalación de faenas
- Destronque
- Partidas menores (tubo de acero, flujómetro, válvulas, etc.)

20.2. Cubicaciones y Presupuestos

Las planillas de cubicaciones y presupuesto se incluyen en el Anexo 20-2. En ella se entrega, para cada partida, la cubicación y el presupuesto (justificado).

Las cubicaciones incluidas en dicha planilla están justificadas en la misma planilla en hojas de cálculo adicionales.

En la siguiente tabla se incluye un resumen de los costos de los 60 microtranques y tranques laterales.

Tabla 20.2-1 Resumen Costos Microtraques y Tranques Laterales

Sitio	Proyecto	Costos (Enero 2019, \$)		Volumen	\$/m3
		Directo	Total	Máximo (m3)	
Sitio 02	Microtranque	58.948.280	70.148.453	18.793	3.733
Sitio 03	Microtranque	41.792.433	49.732.995	13.203	3.767
Sitio 05	Microtranque	46.045.268	54.793.869	8.986	6.098
Sitio 06	Microtranque	48.376.481	57.568.013	10.020	5.745
Sitio 07	Tranque Acumulación Lateral	82.115.974	97.718.009	13.019	7.506
Sitio 08	Tranque Acumulación Lateral	57.512.159	68.439.469	3.577	19.132
Sitio 09	Microtranque	55.139.132	65.615.567	10.075	6.513
Sitio 14	Microtranque	76.462.605	90.990.500	12.440	7.314
Sitio 16	Microtranque	67.821.069	80.707.072	11.724	6.884
Sitio 17	Microtranque	73.180.479	87.084.770	8.712	9.996
Sitio 20	Tranque Acumulación Lateral	169.867.355	202.142.153	31.235	6.472
Sitio 22	Microtranque	30.233.275	35.977.597	7.609	4.728
Sitio 23	Microtranque	37.289.335	44.374.309	1.853	23.947
Sitio 26	Microtranque	28.722.158	34.179.368	6.975	4.900
Sitio 27	Microtranque	31.790.044	37.830.152	5.225	7.240
Sitio 31	Tranque Acumulación Lateral	60.076.534	71.491.075	3.300	21.664
Sitio 33	Microtranque	28.100.301	33.439.358	2.932	11.405
Sitio 38	Microtranque	54.441.521	64.785.410	11.449	5.659
Sitio 39	Microtranque	32.132.011	38.237.093	2.125	17.994
Sitio 40	Microtranque	36.619.308	43.576.977	4.350	10.018
Sitio 41	Microtranque	37.332.813	44.426.048	5.418	8.200
Sitio 42	Tranque Acumulación Lateral	83.622.639	99.510.941	9.860	10.092
Sitio 45	Tranque Acumulación Lateral	149.454.348	177.850.674	22.845	7.785
Sitio 47	Microtranque	29.787.503	35.447.129	4.978	7.121

Sitio	Proyecto	Costos (Enero 2019, \$)		Volumen	\$/m3
		Directo	Total	Máximo (m3)	
Sitio 48	Microtranque	44.659.038	53.144.255	5.157	10.305
Sitio 50	Tranque Acumulación Lateral	76.429.132	90.950.668	5.429	16.753
Sitio 51	Microtranque	28.879.450	34.366.545	1.425	24.117
Sitio 52	Microtranque	39.565.211	47.082.601	9.154	5.143
Sitio 53	Microtranque	26.511.981	31.549.258	1.839	17.156
Sitio 54	Microtranque	31.627.941	37.637.250	4.125	9.124
Sitio 55	Microtranque	24.131.954	28.717.025	2.295	12.513
Sitio 56	Microtranque	38.721.409	46.078.476	8.188	5.628
Sitio 57	Tranque Acumulación Lateral	95.901.440	114.122.714	7.291	15.653
Sitio 59	Microtranque	37.078.157	44.123.006	5.727	7.704
Sitio 60	Tranque Acumulación Lateral	68.773.688	81.840.688	4.972	16.460
Sitio 61	Microtranque	34.485.639	41.037.911	7.263	5.650
Sitio 62	Microtranque	27.275.436	32.457.768	7.885	4.116
Sitio 63	Microtranque	25.715.328	30.601.240	3.371	9.078
Sitio 66	Microtranque	42.564.519	50.651.777	13.524	3.745
Sitio 68	Microtranque	47.630.256	56.680.005	13.284	4.267
Sitio 69	Microtranque	50.173.982	59.707.038	7.243	8.243
Sitio 70	Microtranque	39.721.355	47.268.413	7.417	6.373
Sitio 71	Tranque Acumulación Lateral	76.647.655	91.210.709	8.971	10.168
Sitio 75	Microtranque	28.638.494	34.079.808	2.668	12.774
Sitio 76	Microtranque	29.838.620	35.507.958	4.901	7.245
Sitio 77	Microtranque	54.168.327	64.460.310	3.816	16.892
Sitio 78	Microtranque	35.533.829	42.285.257	9.591	4.409
Sitio 79	Microtranque	50.711.480	60.346.662	8.656	6.972
Sitio 81	Microtranque	44.285.609	52.699.875	7.415	7.107
Sitio 82	Microtranque	36.103.483	42.963.145	3.755	11.442
Sitio 83	Tranque Acumulación Lateral	94.732.446	112.731.611	13.849	8.140
Sitio 84	Microtranque	25.446.238	30.281.024	7.565	4.003
Sitio 85	Microtranque	30.716.735	36.552.915	3.349	10.915
Sitio 86	Microtranque	50.468.763	60.057.828	9.028	6.652
Sitio 87	Microtranque	41.921.300	49.886.347	7.969	6.260
Sitio 88	Tranque Acumulación Lateral	80.413.499	95.692.064	7.453	12.840
Sitio 90	Microtranque	42.113.064	50.114.546	7.952	6.302
Sitio 91	Microtranque	22.478.196	26.749.054	3.870	6.912
Sitio 92	Microtranque	88.236.744	105.001.725	8.768	11.976
Sitio 93	Microtranque	74.671.644	88.859.257	22.603	3.931

Máximo	202.142.153		24.117
Mínimo	26.749.054		3.733
Promedio	61.559.395		9.348

20.3. Cronograma del Proyecto

El cronograma de construcción de 1 microtranque y de 1 tranque con alimentación lateral se puede ver en los siguientes 2 esquemas.

Esquema 20.3-1 Cronograma Construcción Microtranque

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	DÍAS	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8
Instalación y Desarme de Faenas										
1	Instalación de Faenas	20	■							
2	Desarme de Faenas, Limpieza	15								■
Muro										
3	Limpieza y Despeje Vegetación	20		■						
4	Escarpe	20		■	■					
5	Construcción del Muro	90		■	■	■	■	■		
Obra de Entrega										
6	Obra de Entrega para Riego	60				■	■	■	■	
Obra de Seguridad										
7	Vertedero	60						■	■	■

Esquema 20.3-2 Cronograma Construcción Tranque Alimentación Lateral

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	DÍAS	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8
Instalación y Desarme de Faenas										
1	Instalación de Faenas	20	■							
2	Desarme de Faenas, Limpieza	15								■
Tranque										
3	Limpieza y Despeje Vegetación	20		■						
4	Escarpe	20		■	■					
5	Construcción del Tranque	60		■	■	■	■			
Obra de Captación										
6	Pata Cabra, Cámara, Impulsión	60			■	■	■	■		
Obra de Entrega										
7	Obra de Entrega	45					■	■	■	

21. PRESENTACIÓN DE LOS PROYECTOS

Como parte del cierre del estudio, se había contemplado que durante el mes de Abril de 2020, en las localidades de Paredones y La Estrella, se haría entrega de los antecedentes administrativos y técnicos de los proyectos a los beneficiarios (60 carpetas), en una ceremonia de entrega que considerará un cóctel.

Producto de la emergencia sanitaria que está ocurriendo en el país (Mayo 2020, Covid-19), dicha ceremonia no fue posible efectuarla, y se está analizando cómo hacer llegar las carpetas de los proyectos a los beneficiarios.

Cada carpeta que debería ser entregada en papel y en digital, contiene los siguientes antecedentes:

- Anexo 8.1: Plano del sitio, carnet de identidad, certificado del SII, si es usuario Indap o no
- Anexo 8.2: Ficha de suelo
- Anexo 8.4.1: Análisis hidrológico
- Anexo 8.5: Memoria de cálculo del sistema de bombeo y de los vertederos
- Anexo 8.6: Criterios generales de diseño estructural, informe de mecánica de suelos, análisis de estabilidad del muro
- Anexo 8.8: Especificaciones técnicas de construcción
- Anexo 8.9: Cubicaciones
- Anexo 8.10.1: Presupuesto
- Anexo 8.12.2: Planos del proyecto
- Carpeta legal: Carnet de identidad, certificado del SII, si es usuario Indap o no, certificados de las publicaciones y radiodifusiones de las solicitudes de derechos de agua superficiales, solicitud de fondos de la DGA VI región, certificado de no o de si oposición, carta de solicitud de derechos de agua ingresada a la gobernación.
- Cartilla informativa de los pasos a seguir respecto a la solicitud de los derechos de agua superficiales.

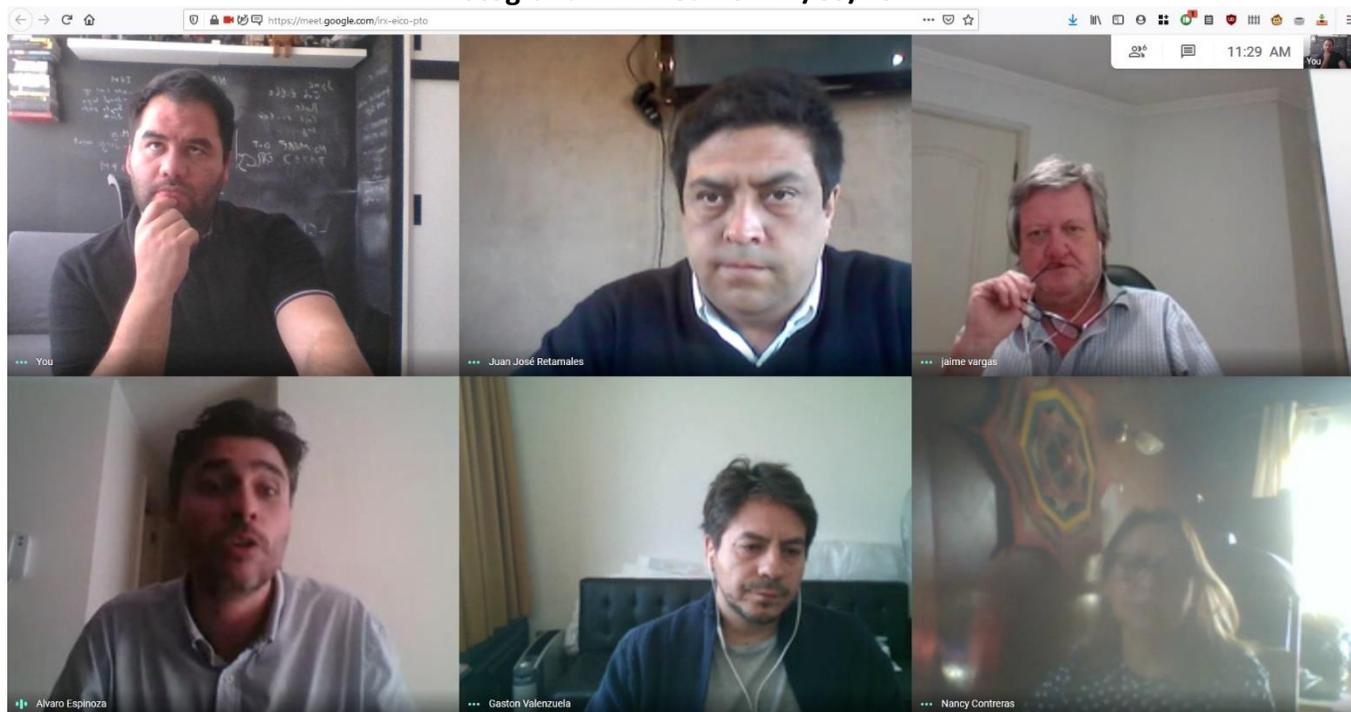
22. CEREMONIA DE ENTREGA

Producto de la pandemia Covid-19 que está ocurriendo en el país, no ha sido posible realizar una ceremonia de entrega de las carpetas de los proyectos a cada uno de los 60 beneficiarios.

De acuerdo con lo anterior, se programó para el día 22 de septiembre de 2020 una reunión vía Zoom con autoridades del Ministerio de Agricultura y del Gore, entre otras, la cual, debido a la baja convocatoria, hubo que postergarla para el mes de octubre de 2020. En ese mismo contexto, durante el mes de octubre de 2020 se hará entrega en forma presencial simbólica a un grupo de beneficiarios de las carpetas de los proyectos. A su vez, el Ministerio de Agricultura a través de la CNR VI Región, programará la entrega del resto de las carpetas de los proyectos a cada uno de los beneficiarios que correspondan.

En el Anexo 22-1 se incluye la charla que se dará en la reunión de octubre de 2020, mientras que a continuación se muestra 1 fotografía de la reunión de baja convocatoria realizada el 22/9/20.

Fotografía 22-1 Reunión 22/09/20



23. RESUMEN DEL ESTUDIO

A modo de resumen, en la tabla siguiente se incluyen los principales resultados respecto a las siguientes materias:

- Selección de Sitios Definitivos
- Estudio de Mecánica de Suelos
- Estudio de Estabilidad
- Estudio Hidrológico
- Estudios Legales
- Volúmenes Microtranques y Tranques laterales
- Costos de las Obras

Tabla 23-1 Resumen Principales Materias Tratadas

MATERIA	TEMA	CUANTIFICACIÓN					
		Número		in Situ		Promedio	
		Número	Número				
		Microtranques	Tranques laterales				
Selección de Sitios Definitivos	Ranking (de 93 sitios) matriz con criterios Hidrológicos, Geotécnicos Civiles, legales, Económicos y Capacidad de Almacenamiento	48	12				
Estudio de Mecánica de Suelos		Ensayos Efectuados					
		Clasif. Completa	Proctor	Densidad	Porchet		
				in Situ			
	Microtranques	96	48	96	48		
	Tranques Laterales	24	12	120	60		
	Totales	120	60	216	108		
Estudio de Estabilidad	Muros microtranques y y pretilos tranques laterales estables frente a las sollicitaciones estáticas (microtraque (tranque lateral) vacío y lleno	Taludes Muros Microtranques		Taludes Pretil Tranques Laterales			
		Aguas Arriba	2,5:1 (H:V)	2,5:1 (H:V)			
		Aguas Abajo	2:1 (H:V)				
		5 de ellos 2,5:1, H:V en ambos taludes					
		Taludes de corte en excavaciones 1,5:1 (H:V) y 2:1 (H:V) dependiendo del tipo de material de empréstico encontrado					
Estudio Hidrológico	Generación de caudales medios mensuales, Método de Peñuelas	Caudal anual 85% prob. Exced. (m3/año)			Caudales Máximos T= 100 años (m3/s)		
	Caudales máximos: análisis con 4 métodos; se escogió Met. Racional	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio
		135.116	1.634	29.524	255,71	0,39	10,3
Estudios Legales		a Mayo de 2020					
	Se hizo el trámite completo para solicitar 60 derechos de aguas superficiales	12 oposiciones de ENEL; se hizo ingreso de un "téngase presente" como respuesta a las oposiciones; aún no hay resolución al respecto					
		Máximo	Mínimo	Promedio			
	Caudales Solicitados (m3/año)	50.000	14.000	22.017			
Volúmenes Máximos y Útiles		Volúmenes Máximos (m3)			Volumen Útil (m3)		
		Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio
		31.235	1.425	8.141	29.799	1.407	7.961
		Máximo	Mínimo	Promedio			
Costos	Costos de las Obras (\$)	202.142.153	26.749.054	61.559.395			
	Costo/volumen máximo (\$/m3)	24.117	3.733	9.348			